



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO TÉCNICO PARA OPTIMIZAR
LOS TIEMPOS EN LOS PROCESOS DE INSPECCIÓN DE
OPERATIVIDAD EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN SWAB
Y HL DE LA EMPRESA PACIFPETROL SA, UBICADA EN LA
PARROQUIA SAN JOSÉ DE ANCÓN - PROVINCIA DE SANTA
ELENA.

TESIS DE GRADO

REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

ANDRÉS MEDARDO VERDESOTO TRIVIÑO.

TUTOR DE TESIS

ING. FRANKLIN REYES SORIANO MSc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2017



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO TÉCNICO PARA OPTIMIZAR
LOS TIEMPOS EN LOS PROCESOS DE INSPECCIÓN DE
OPERATIVIDAD EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN SWAB
Y HL DE LA EMPRESA PACIFPETROL SA, UBICADA EN LA
PARROQUIA SAN JOSÉ DE ANCÓN - PROVINCIA DE SANTA
ELENA.

TESIS DE GRADO

REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

ANDRÉS MEDARDO VERDESOTO TRIVIÑO.

TUTOR DE TESIS

ING. FRANKLIN REYES SORIANO MSc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2017

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo investigativo:

A Dios, santo, soberano y justo, que me ha dado la vida, salud, sabiduría, inteligencia, y las fuerzas para culminar mi etapa universitaria e iniciar con mi vida profesional reconociendo que todo se lo debo a él.

A mis padres, por su constante apoyo, sacrificio y ejemplo, los cuales me sirvieron para formar el hombre que soy.

A mi compañera de batallas, con quien he compartido mis alegrías y penas en este mundo y a quien amo profundamente.

A todos esos hombres y mujeres que Dios puso en mi vida, que colaboraron para que obtenga una formación integral (espiritual y profesional).

Andrés Medardo Verdesoto Triviño.

AGRADECIMIENTO

Agradezco:

A Dios, por darme las herramientas necesarias para sobrevivir en las pruebas y batallas de la vida, y por darles la salud a todos los integrantes de mi familia, fuente fundamental de mi motivación.

A todos los profesores, maestros y catedráticos que compartieron sus conocimientos y experiencias con la finalidad de pulir mi potencial.

A la Provincia de Santa Elena y su gente, que me abrió sus puertas y me adoptó como hijo suyo sin ninguna condición.

A mi tutor de tesis por el apoyo durante el presente trabajo, y a todos los integrantes de la familia que conforma la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por permitir y alentar mi formación académicamente.

A la empresa Pacifpetrol S.A., en especial al departamento de mantenimiento de equipo pesado y liviano, por permitir que desarrollara el presente trabajo en sus instalaciones.

Andrés Medardo Verdesoto Triviño.

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Alamir Álvarez Loor MSc.
DECANO (E) DE LA FACULTAD
INGENIERÍA INDUSTRIAL

Ing. Marco Bermeo García MSc.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

Ing. Franklin Reyes Soriano MSc.
TUTOR DE TESIS

Ing. Jorge Ramírez Becerra MSc.
PROFESOR DE ÁREA

Ab. Brenda Reyes Tomalá Mgt.
SECRETARIA GENERAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELLECTUAL

El contenido del presente trabajo de graduación “Elaboración de un estudio técnico para optimizar los tiempos en los procesos de inspección de operatividad en las unidades de producción Swab y HL de la empresa Pacifpetrol SA, ubicada en la Parroquia San José de Ancón - Provincia de Santa Elena.”, es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

ANDRÉS MEDARDO VERDESOTO TRIVIÑO

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación, “Elaboración de un estudio técnico para optimizar los tiempos en los procesos de inspección de operatividad en las unidades de producción Swab y HL de la empresa Pacifpetrol SA, ubicada en la parroquia San José de Ancón - provincia de Santa Elena.”, elaborado por el Sr. Andrés Medardo Verdesoto Triviño, egresado de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado la apruebo en todas sus partes.

Atentamente

**Ing. Franklin Reyes Soriano MSc.
TUTOR DE TESIS**

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO TÉCNICO PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS EN LOS PROCESOS DE INSPECCIÓN DE OPERATIVIDAD EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN SWAB Y HL DE LA EMPRESA PACIFPETROL SA, UBICADA EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE ANCÓN - PROVINCIA DE SANTA ELENA.

Autor: Andrés Verdesoto Triviño.

Tutor: Ing. Franklin Reyes Soriano.

RESUMEN

El presente trabajo investigativo se desarrolló en las instalaciones del departamento de equipo pesado y liviano de la empresa Pacifpetrol S.A. operadora del bloque petrolero N. 2 “Gustavo Galindo Velasco” desde el año 2002, entre las múltiples responsabilidades de este departamento, posee el de garantizar el 100% de operatividad (disponibilidad y confiabilidad) de manera efectiva (eficiente y eficaz) de las unidades de producción (Swab y Herramienta Local), las cuales generan el 37.04% de la producción de petróleo diaria, entre los procesos existentes para cumplir con este objetivo, están los mantenimientos preventivos o también llamados inspecciones de operatividad, la existencia de demoras en los procesos mencionados generan problemas como la improductividad y producción por debajo de la potencialidad.

Para evaluar, identificar y diagnosticar los motivos que generan las demoras en los procesos antes mencionados, se aplicó herramientas de ingeniería de métodos o administración de operaciones, como son los diagramas de: Ishikawa, flujo, operación, procesos y Pert, los cuales permitieron optimizar los tiempos de los procesos a estudio desarrollando una metodología estandarizada, la cual eliminó los tiempos improductivos y tiempos muertos por el desarrollo de actividades desordenadas (descoordinadas y aleatorias) y actividades ajenas a los procesos durante su desarrollo.

La implementación de la propuesta metodológica en el departamento requiere de un presupuesto de \$ 6.349,00 y un período de ejecución de 13 días, pero los beneficios que se obtendría son: El decremento del 76.72% en promedio de los tiempos, el incremento del 136.35% en promedio de la productividad y un incremento en la utilidad bruta anual de al menos \$ 137.021,27 para la empresa.

Palabras claves: Estudio, tiempo, productividad, optimización, mantenimiento, swab, herramienta local.

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA	I
PORTADA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
TRIBUNAL DE GRADO	V
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO	
INTELECTUAL	VI
APROBACIÓN DEL TUTOR	VII
RESUMEN	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE GRÁFICO	XIII
ÍNDICE DE TABLA	XVI
ÍNDICE DE IMAGEN	XVIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIX
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES.

1.1. Antecedentes	3
1.2. Problemática	4
1.3. Objetivos	12
1.3.1. Objetivo general	12
1.3.2. Objetivos específicos	12
1.4. Hipótesis	12
1.5. Justificación	12
1.6. Marco teórico-técnico	19

CAPÍTULO II

LA EMPRESA.

2.1.	Reseña histórica	27
2.2.	Ubicación geográfica	30
2.3.	Actividades empresariales	31
2.4.	Políticas de la empresa	32
2.5.	Sistema productivo	34
2.6.	Mapa de procesos	43
2.7.	Organigrama estructural	45

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS TIEMPOS

(PROBLEMÁTICA).

3.1.	Identificación del área	48
3.2.	Descripción de los procesos a evaluar	53
3.2.1.	Proceso tipo 1	53
3.2.2.	Proceso tipo 2	55
3.3.	Elementos que intervienen	56
3.3.1.	Mano de obra	56
3.3.2.	Maquinarias, equipos y herramientas	57
3.4.	Elementos intervenidos	58
3.4.1.	Unidad de producción SWAB	58
3.4.2.	Unidad de producción HL	59
3.5.	Información inicial y consideraciones previas a la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos	61
3.5.1.	Condiciones actuales	62
3.5.2.	Criterios y parámetros	62
3.5.3.	Identificación del nivel de la muestra	64
3.5.4.	Levantamiento de información	65
3.6.	Aplicación de herramientas de ingeniería de métodos	72

3.6.1. Análisis por diagrama de flujo.....	72
3.6.2. Análisis por diagrama de proceso de operación	78
3.6.3. Análisis por diagrama de procesos	82
3.6.4. Análisis por diagramas de Pert	97
3.7. Medición de productividad	105
3.8. Aplicación de técnicas de investigación (encuesta)	106
3.9. Diagnóstico de la situación actual	118

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS (SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA).

4.1. Propuesta de optimización	121
4.1.1. Consideraciones previas	121
4.1.2. Propuesta metodológica	126
4.1.3. Requerimientos de propuesta metodológica	127
4.2. Diagramas propuestos	130
4.2.1. Diagrama de flujo propuesto	130
4.2.2. Diagrama de proceso de operación propuesto	133
4.2.3. Diagrama de procesos propuesto	136
4.2.4. Diagrama de Pert propuesto	147
4.3. Productividad de propuesta	154
4.4. Comprobación de hipótesis	155

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DEL COSTO Y BENEFICIO DE LA PROPUESTA.

5.1. Costos de la propuesta	157
5.1.1. Presupuesto	157
5.1.2. Financiamiento	159
5.2. Análisis del beneficio de la propuesta	160
5.3. Tiempo de implementación de la propuesta	162

CONCLUSIONES	163
RECOMENDACIONES	165
BIBLIOGRAFÍA	166

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico N° 1	Diagrama Ishikawa de problemática	8
Gráfico N° 2	Estadística de cumplimiento	9
Gráfico N° 3	Estadística de paradas de máquina	10
Gráfico N° 4	Cantidad hombre vs trabajo	16
Gráfico N° 5	Estadística de tipos de órdenes	16
Gráfico N° 6	Histórico de producción de 1913 a 2016	30
Gráfico N° 7	Sistema productivo Pacifpetrol	42
Gráfico N° 8	Mapa de procesos Pacifpetrol	44
Gráfico N° 9	Mapa de organigrama Grupo-Bloque	45
Gráfico N° 10	Mapa de organigrama operativo Bloque # 2	46
Gráfico N° 11	Mapa de organigrama administrativo Bloque # 2	47
Gráfico N° 12	Mapa de organigrama de Mantenimiento Equipo Pesado	57
Gráfico N° 13	Diagrama de flujo tipo 1 SW y HL	73
Gráfico N° 14	Diagrama de flujo tipo 2 SW y HL	75
Gráfico N° 15	Diagrama de operación tipo 1 SW y HL	79
Gráfico N° 16	Diagrama de operación tipo 2 SW y HL	80
Gráfico N° 17	Diagrama de procesos tipo 1 Swab	83
Gráfico N° 18	Diagrama de procesos tipo 1 HL	87
Gráfico N° 19	Diagrama de procesos tipo 2 Swab	91
Gráfico N° 20	Diagrama de procesos tipo 2 HL	94
Gráfico N° 21	Diagrama de Pert tipo 1 Swab	99

Gráfico N° 22	Diagrama de Pert tipo 1 HL	100
Gráfico N° 23	Diagrama de Pert tipo 2 Swab	102
Gráfico N° 24	Diagrama de Pert tipo 2 HL	103
Gráfico N° 25	Edad de fuerza laboral	107
Gráfico N° 26	Formación académica de fuerza laboral	108
Gráfico N° 27	Experiencia interna de fuerza laboral	109
Gráfico N° 28	Tiempo estimado tipo 1 SW	110
Gráfico N° 29	Tiempo estimado tipo 1 HL	111
Gráfico N° 30	Tiempo estimado tipo 2 SW	112
Gráfico N° 31	Tiempo estimado tipo 2 HL	113
Gráfico N° 32	Dependencia para optimizar tiempos	114
Gráfico N° 33	Origen metodológico actual	115
Gráfico N° 34	Reconocimiento de herramientas de control de procesos	116
Gráfico N° 35	Inspección de operatividad Swab	119
Gráfico N° 36	Inspección de operatividad Herramienta Local	120
Gráfico N° 37	Ciclo productivo nocturno actual Dpto. Mant. E.P.	124
Gráfico N° 38	Ciclo de operación nocturna SW y HL	125
Gráfico N° 39	Ciclo productivo nocturno optimizado Dpto. Mant. E.P.	126
Gráfico N° 40	Diagrama de flujo propuesto tipo 1 SW y HL	131
Gráfico N° 41	Diagrama de flujo propuesto tipo 2 SW y HL	132
Gráfico N° 42	Diagrama de operación propuesto tipo 1 SW y HL	134
Gráfico N° 43	Diagrama de operación propuesto tipo 2 SW y HL	135
Gráfico N° 44	Diagrama de procesos propuesto tipo 1 Swab	137

Gráfico N° 45 Diagrama de procesos propuesto tipo 1 HL	140
Gráfico N° 46 Diagrama de procesos propuesto tipo 2 Swab	143
Gráfico N° 47 Diagrama de procesos propuesto tipo 2 HL	145
Gráfico N° 48 Diagrama de Pert propuesto tipo 1 Swab	149
Gráfico N° 49 Diagrama de Pert propuesto tipo 1 HL	150
Gráfico N° 50 Diagrama de Pert propuesto tipo 2 Swab	152
Gráfico N° 51 Diagrama de Pert propuesto tipo 2 HL	153

ÍNDICE DE TABLA

Tabla N° 1	Pérdidas de producción por inoperatividad	11
Tabla N° 2	Las Seis Grandes Pérdidas	17
Tabla N° 3	Área de las instalaciones de mantenimiento	51
Tabla N° 4	Riesgos de las instalaciones de mantenimiento	52
Tabla N° 5	Implementos	57
Tabla N° 6	Toma de tiempos operativos proceso tipo 1 Swab	66
Tabla N° 7	Toma de tiempos operativos proceso tipo 2 Swab	67
Tabla N° 8	Toma de tiempos operativos proceso tipo 1 HL	68
Tabla N° 9	Toma de tiempos operativos proceso tipo 2 HL	69
Tabla N° 10	Toma de tiempos inoperativos procesos Swab	70
Tabla N° 11	Toma de tiempos inoperativos procesos HL	70
Tabla N° 12	Actividades procesos tipo 1	98
Tabla N° 13	Actividades procesos tipo 2	101
Tabla N° 14	Edad de fuerza laboral	107
Tabla N° 15	Formación académica de fuerza laboral	108
Tabla N° 16	Experiencia interna de fuerza laboral	109
Tabla N° 17	Tiempo estimado tipo 1 SW	110
Tabla N° 18	Tiempo estimado tipo 1 HL	111
Tabla N° 19	Tiempo estimado tipo 2 SW	112
Tabla N° 20	Tiempo estimado tipo 2 HL	113
Tabla N° 21	Dependencia para optimizar tiempos	114

Tabla N° 22	Origen metodológico actual	115
Tabla N° 23	Reconocimiento de herramientas de control de procesos	116
Tabla N° 24	Tiempos actuales de procesos de inspección de operatividad ...	121
Tabla N° 25	Actividades operativas improductivas	122
Tabla N° 26	Actividades improductivas	122
Tabla N° 27	Plan de capacitaciones a supervisor	128
Tabla N° 28	Plan de capacitaciones a mecánicos	129
Tabla N° 29	Actividades procesos tipo 1 propuesto	148
Tabla N° 30	Actividades procesos tipo 2 propuesto	151
Tabla N° 31	Resultados de optimización de tiempos	155
Tabla N° 32	Resultados de optimización de productividad	156
Tabla N° 33	Presupuesto general para optimización	157
Tabla N° 34	Presupuesto por capacitaciones	158
Tabla N° 35	Presupuesto por consultorías	159
Tabla N° 36	Estimación de incremento de producción con propuesta	160
Tabla N° 37	Análisis costo-beneficio	161
Tabla N° 38	Cronograma de implementación de propuesta	162

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen N° 1	Unidades de producción	7
Imagen N° 2	Mapa de bloques petroleros Zona Sur	27
Imagen N° 3	Pozo petrolero Ancón 001	28
Imagen N° 4	Mapa geográfico de la Provincia de Santa Elena	31
Imagen N° 5	Filosofía 1 Grupo Synergy	33
Imagen N° 6	Filosofía 2 Grupo Synergy	34
Imagen N° 7	Mapa administrativo del Bloque GGV	35
Imagen N° 8	Sistema de Bombeo Mecánico	36
Imagen N° 9	Sistema de Gas Lift	37
Imagen N° 10	Sistema de Plunger Lift	38
Imagen N° 11	Sistema de Swab o Pistoneo	39
Imagen N° 12	Sistema de Herramienta Local	40
Imagen N° 13	Base de Operaciones Pacifpetrol	48
Imagen N° 14	Taller de Mant. Equipo Pesado (vista externa)	49
Imagen N° 15	Unidad de producción Swab	58
Imagen N° 16	Unidad de producción HL	59
Imagen N° 17	Inspección de operatividad unidad de Swab	60
Imagen N° 18	Inspección de operatividad unidad de HL	61
Imagen N° 19	Taller de Mant. Equipo Pesado (vista interna)	61
Imagen N° 20	Inspección de operatividad en Taller de Equipo Pesado	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1	Formato de Encuesta	168
------------	---------------------------	-----

INTRODUCCIÓN

El presente estudio técnico para optimizar los tiempos en los procesos de inspección de operatividad en la empresa Pacifpetrol S.A., tratará los factores externos e internos del departamento de mantenimiento que originan las demoras.

Con las cuales se evaluará el ambiente de trabajo, los equipos y herramientas utilizados para los procesos, las instalaciones donde se desarrollan los procesos, la mano de obra directa e indirecta que intervienen y principalmente los tiempos productivos, tiempos improductivos, tiempos muertos y tiempos suplementarios de las actividades que conforman los procesos a estudio.

El trabajo investigativo en mención está constituido de la siguiente manera:

En el **Capítulo I** se evidencia los aspectos generales como es la problemática, la hipótesis, los objetivos específicos, la justificación, entre otros, con la finalidad de orientar sobre el propósito del presente estudio.

En el **Capítulo II** se muestra la información de la empresa por medio de la explicación de su ubicación, actividades, políticas, sistema productivo y una breve reseña histórica del bloque petrolero que opera, con la finalidad de dar a conocer el sitio en donde se desarrolló el estudio.

En el **Capítulo III** se desarrolla el estudio de los procesos utilizando herramientas de ingeniería de métodos, con la finalidad de analizar las condiciones en que se ejecutan, las actividades que los componen (tiempos y secuencialidad) y determinar las razones de la problemática junto a un diagnóstico técnico.

En el **Capítulo IV** se describe la propuesta metodológica con que se puede eliminar la problemática de los procesos a estudio, sus requerimientos, variables, criterios y consideraciones para que la implementación sea exitosa, como también se evidencia la comprobación de la hipótesis y la viabilidad del estudio.

En el **Capítulo V** se desglosa los costos necesarios para la implementación de la propuesta metodológica, como también se analiza la rentabilidad de la misma y la estimación del retorno de inversión.

Al final de los capítulos mencionados, se complementa el estudio con las conclusiones y recomendaciones realizadas, como también se sustenta mediante la publicación de las fuentes bibliográficas utilizadas, y de igual manera se adjunta información primordial por medio de los anexos.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. ANTECEDENTES.

Desde el período de la revolución industrial, las empresas manufactureras o de servicios han iniciado la carrera de cambios tecnológicos y de la aplicación de herramientas técnicas en la administración de operaciones para generar “el producto de alta calidad con el recurso óptimo”; esto significa, generar la máxima rentabilidad económicamente posible para la empresa satisfaciendo las necesidades específicas del cliente.

Este objetivo, ha generado a que se realicen múltiples estudios técnicos que involucran al operador o trabajador, a la maquinaria o equipo, a las condiciones de trabajo e incluso a los procesos, todo con la finalidad de reducir los costos y tiempos de respuesta en la operación e incrementar la productividad en los procesos.

Muchas empresas se han direccionado por el incremento de la productividad en sus operaciones a través del cambio del recurso humano por el tecnológico, otras de modernizar el recurso tecnológico existente, e incluso existen quienes han disminuido el costo de producción tercerizando operaciones.

Los autores actuales de textos técnicos (en su mayoría ingenieros industriales) en administración de operaciones, indican que más importante es estudiar los componentes manuales del proceso, con la finalidad, de recopilar e interpretar la información para optimizar y tomar decisiones críticas con rapidez y precisión.

La aplicación de herramientas de ingeniería de métodos ha sido de alta selectividad por parte de las empresas, al momento de seleccionar una alternativa para incrementar la productividad realizando cambios significativos pero que no demanden altos costos.

En la empresa Pacifpetrol S.A. nunca se ha realizado un estudio técnico sobre los tiempos que requieren los procesos de mantenimiento, lo cual afecta a una planificación de producción, generando pérdidas estimadas por improductividad dentro de una inoperatividad justificada.

1.2. PROBLEMÁTICA.

Petróleos del Pacífico S.A. Pacifpetrol, es una empresa dedicada a la exploración y extracción de hidrocarburos, ha operado el bloque “Gustavo Galindo Velasco” desde el año 2002 en la Provincia de Santa Elena, cuenta con 1582 pozos productivos, y entre sus diferentes sistemas de extracción de petróleo para la obtención promedio de 1192 barriles de petróleo por día de 35.87° API (*American Petroleum Institute*), utilizan los sistemas de Swab en 285 pozos y de Herramienta Local en 939 pozos.

Estos sistemas son de gran importancia porque generan el 37.04% de la producción total diaria, 21.19% para SW y 15.85% para HL; para ello, utilizan 8 vehículos de flota pesada modificados, cada uno con su sistema de extracción artificial instalado, 3 para el sistema SW, 4 para el sistema HL y 1 híbrido como back up (utilizado solo para remplazo de otro por mantenimientos correctivos).

La empresa cuenta con el departamento de Mantenimiento de Equipo Pesado y Liviano, el cual se encarga de realizar la inspección de operatividad o también llamado mantenimiento preventivo en las unidades, con la finalidad, que se encuentren totalmente operativas y en perfectas condiciones en el tiempo requerido para la operación del campo, de lo contrario, generaría retrasos y horas de parada de máquina, ocasionando de manera directa una producción por debajo de la planificada o de manera indirecta impediría una óptima planificación de producción.

Según los procedimientos vigentes del departamento, los procesos de inspección de operatividad si han sido debidamente programados, requieren de un tiempo mínimo necesario de entre 12 a 18 horas (no incluye el tiempo de reparación si los hubiere, ni de imprevistos), por lo tanto, el tiempo total de los procesos por cada unidad pueden sobrepasar a una jornada operativa laborable de 12 horas.

Por los rangos de tiempos requeridos para dichos procesos y las restricciones en la disponibilidad de las unidades de extracción en un período no determinado, se puede identificar que el departamento desconoce el tiempo real requerido para los procesos de inspección de operatividad, adicional, se les dificulta la medición y

análisis de la eficiencia en los mismos, todo esto es debido, a que no se posee un verdadero control en los tiempos de los procesos de inspección de operatividad.

Las causas identificadas han sido evaluadas por medio de un diagrama de Ishikawa (Gráfico N° 1), en el cual se ha determinado 4 causas primordiales que generan demoras en los procesos de inspección de operatividad, cada una con sus respectivas sub-causas:

La improductividad: La falta de modelos o diagramas para el verdadero control sobre los procesos y toma de decisiones, provoca que no se pueda identificar las demoras o falencias en cada proceso, afectando a la productividad del departamento y elevando la probabilidad en que se genere un parado de máquina.

La mano de obra deficiente: El desconocimiento sobre el número de trabajadores necesarios, la secuencia óptima y el tiempo real requerido de cada proceso, son factores que afectan al cumplimiento efectivo de todas las actividades planificadas o imprevistas en el menor tiempo posible o permisible.

Los problemas con las maquinarias y equipos: Las demoras en los procesos de inspección, también pueden ser provocados, por la utilización de maquinarias, herramientas o equipos averiados u obsoletos para el desarrollo de los procesos de inspección, e incluso las mismas unidades por requerir continuos mantenimientos correctivos podrían demostrar su grado de obsolencia o deterioro.

La dificultad en el acceso a los repuestos: Para que se inicie con los procesos de inspección de operatividad o también llamado mantenimiento preventivo de las unidades, se requiere, que la bodega de materiales de la empresa tenga todos los

repuestos necesarios en su stock y se despache en el menor tiempo posible, e incluso es necesario que el área de mantenimiento genere las solicitudes o egresos de bodega en los tiempos o plazos requeridos, caso contrario, ocasionaría un incremento de demora (tiempo improductivo) en los procesos de inspección o mantenimiento y finalmente podría generar un paro de máquina.

La existencia de estas causas y adicional el incremento de actividades (ordenes de trabajo) que no estén proporcionadas con la cantidad de trabajadores, son factores que desvían la atención o el enfoque en verificar, buscar, analizar, identificar y eliminar o minimizar las demoras (tiempos improductivos) existentes en los procesos que pueden generar improductividad a las unidades de producción (Imagen N° 1) y una mala planificación en la operación-producción.

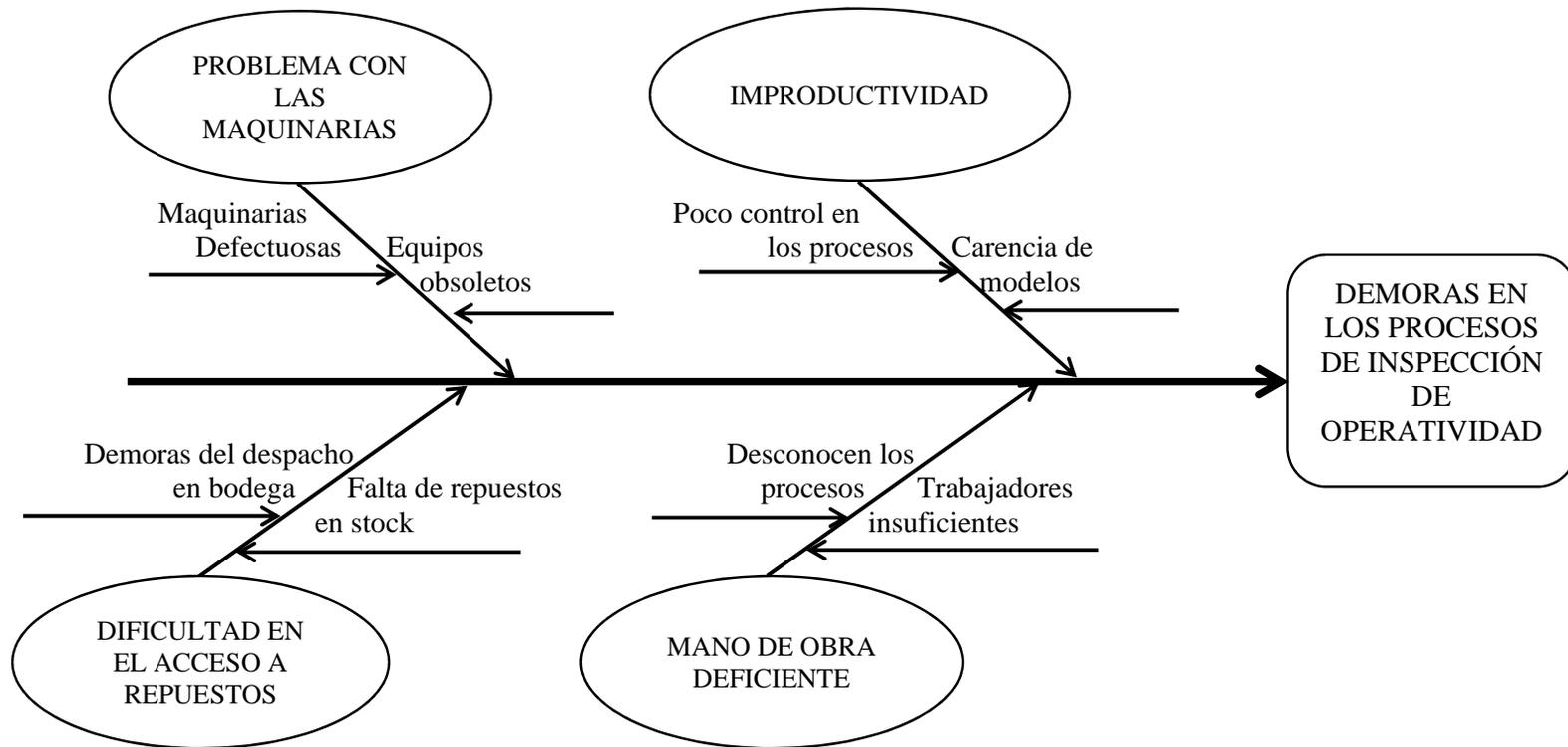
Imagen N° 1 – Unidades de producción.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 1 – Diagrama Ishikawa de problemática.

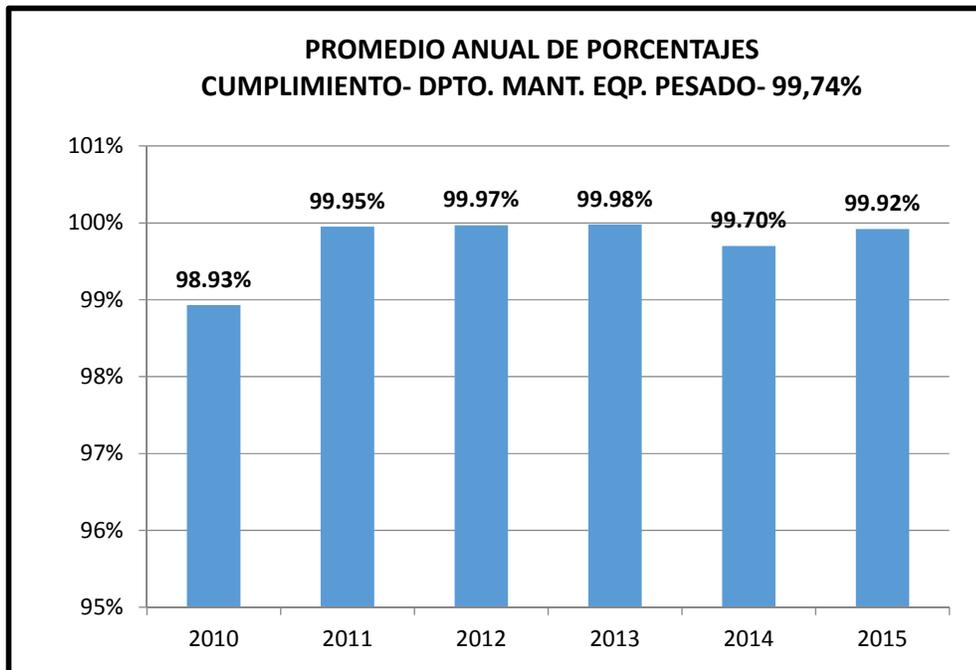


Fuente: Observación directa.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Actualmente, el departamento posee indicadores de medición como parte del control interno de sus procesos para correcciones a posibles desvíos o mejoras.

La variable o criterio de los indicadores suele cambiar en cada año, pero siempre se ha relacionado con el cumplimiento de las actividades planificadas del departamento con ciertos desvíos permisibles (incumplimiento hasta el 10%) o la disponibilidad de las unidades de extracción con ciertos desvíos permisibles (hasta 1 hora mensual de parada de máquina). Estos indicadores son controlados por el Superintendente de Mantenimiento y monitoreados por el Supervisor G.S.I. (*Gestión de Sistemas Integrados*), el cual lleva la estadística anual de los mismos (Gráfico N° 2).

Gráfico N° 2 - Estadística de cumplimiento.

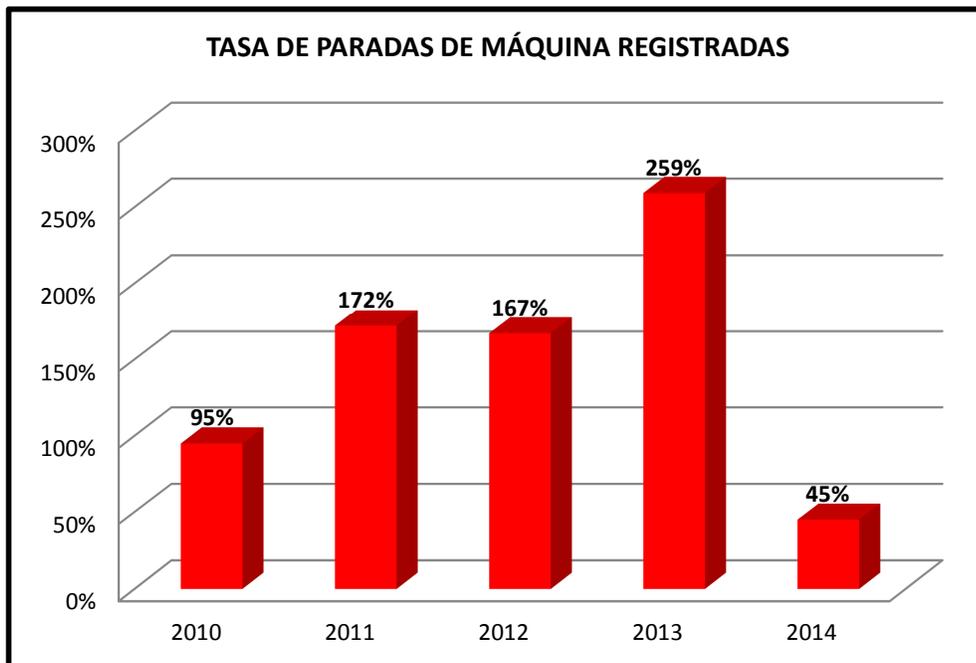


Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

A pesar de la alta tasa de cumplimiento con un promedio del 99.74% en los últimos 6 años, demostrando el alcance de los objetivos y planificaciones mensuales por parte del departamento incluyendo las inspecciones de operatividad, también se demuestra las variaciones y pico en la tasa de paradas de máquina por mantenimiento registradas en el Sistema GSP (*software Grupo Synergy del Pacífico*) con respecto al año 2009 (Gráfico N° 3).

Gráfico N° 3 - Estadística de paradas de máquina.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Estos resultados opuestos que posee el departamento con respecto al cumplimiento de sus indicadores y la improductividad de las unidades generada por paradas de máquina, permite la apertura a que se realice las interrogantes y los cuestionamientos sobre la metodología actual aplicada a sus procesos.

También es importante conocer el alcance de afectación a la producción a causa de la metodología actual utilizada para dicho proceso. Cuando una unidad ingresa a las instalaciones de los talleres para iniciar con su proceso de inspección de operatividad, existe una “inoperatividad justificada por mantenimiento” de 12 hasta 18 horas, el cual también genera pérdidas sustanciales por cada hora o jornada laborable, tanto en el día como en la noche (Tabla N° 1).

Tabla N° 1 - Pérdidas de producción por inoperatividad.

SISTEMA PRODUCTIVO	DÍA	DÍA	NOCHE	NOCHE
	BLS/HORA	BLS/JORNADA	BLS/HORA	BLS/JORNADA
SWAB	6.40	57.61	5.54	49.89
HL	3.73	33.55	3.64	32.73

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Se estima que la empresa por cada hora que la unidad SW está parada por mantenimiento pierde una producción promedio de 5.54 a 6.40 barriles de petróleo.

De igual manera, por cada hora que la unidad HL está parada por mantenimiento pierde una producción promedio de 3.64 a 3.73 barriles de petróleo.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

Demoras en los procesos de inspección de operatividad en las unidades de producción Swab y Herramienta Local de la empresa Pacifpetrol SA.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

Realizar un estudio técnico, aplicando herramientas de ingeniería de métodos, para la optimización de los tiempos en los procesos de inspección de operatividad de las unidades de producción Swab y HL en la empresa Pacifpetrol SA.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar los aspectos generales del estudio técnico de los procesos.
- Conocer la empresa en donde se desarrollan los procesos.
- Analizar la situación actual de los tiempos en los procesos.
- Proponer las mejoras para optimizar los tiempos en los procesos.
- Analizar el costo y beneficio de la propuesta.

1.4. HIPÓTESIS.

Si se realiza un estudio técnico aplicando herramientas de ingeniería de métodos, se podrá optimizar los tiempos en los procesos de inspección de operatividad de las unidades de producción Swab y HL en la empresa Pacifpetrol SA.

1.5. JUSTIFICACIÓN.

La empresa Pacifpetrol SA, es una empresa que forma parte de una asociación certificada por la Norma ISO 9001:2008, por la cual, está sujeta a la continua búsqueda de mejoras dentro de su sistema de gestión de calidad, orientándose

hacia una efectiva implantación de sus procesos, que le permita administrar y mejorar la calidad de su servicio de manera interna y externamente.

El departamento de Mantenimiento de Equipo Pesado y Liviano forma parte de las áreas operativas y de los sectores de la empresa que cumplen con los procesos de apoyo, directamente relacionados con la continuidad e incluso con el alargamiento de la vida útil de más de 73 unidades y equipos, entre cabezales, tanqueros, camionetas, camiones, equipos caminero, motores, bombas, y otros.

La importancia de los procesos de inspección de operatividad en las unidades de producción SW y HL, es el de garantizar las condiciones en las cuales se exponen a los operadores, ayudantes de operadores, al ambiente, a las unidades, a la producción y a terceros, debido a que se inspecciona el correcto funcionamiento y seguridad de las mismas.

La existencia de un desvío (avería, daño, falla, otros.) no detectado en la condición apropiada de operatividad, no solo puede poner en riesgo al medio ambiente (por posibles derrames o liqueos), a la unidad de extracción (por posible daño o avería mayor) o a la producción generada; sino también, la vida del operador, su ayudante, e incluso a terceros, por ser un vehículo de flota pesada que se moviliza a través de calles, avenidas y carreteras dentro de la provincia y sus cantones.

En la actualidad, el departamento, dentro de su Gestión de Sistemas Integrados, posee un instructivo, un acta de conformidad de trabajo, un formato de registros

de control de trabajos realizados en el taller y un formato de registro del programa general de equipo pesado.

Dentro de sus herramientas vigentes se determina que las inspecciones de operatividad o mantenimientos preventivo, si están debidamente programadas, se requiere de un tiempo mínimo necesario de entre 12 a 18 horas (no incluye el tiempo de reparación si lo hubiere, ni de imprevistos), generando la posibilidad de que por el cumplimiento de estos procesos, la unidad de extracción quede inoperativa por más de una jornada operativa laborable.

Con esto se puede analizar, que el departamento desconoce del tiempo real requerido para los procesos de inspección de operatividad, no posee modelos o herramientas que le puedan ayudar en la toma de decisiones y que le permitan medir la eficiencia de cada resultado, todo esto es debido, a que no se posee un verdadero control en los tiempos de los procesos.

Al desconocer con exactitud los recursos necesarios de un proceso, ya sea en el tiempo real requerido o en el número de personal utilizable, estos pueden generar al:

Área de Producción:

- Demoras en los procesos de producción.
- Deficiencias en las planificaciones de producción.
- Improductividad de las unidades de extracción SW y HL.

Área de Mantenimiento:

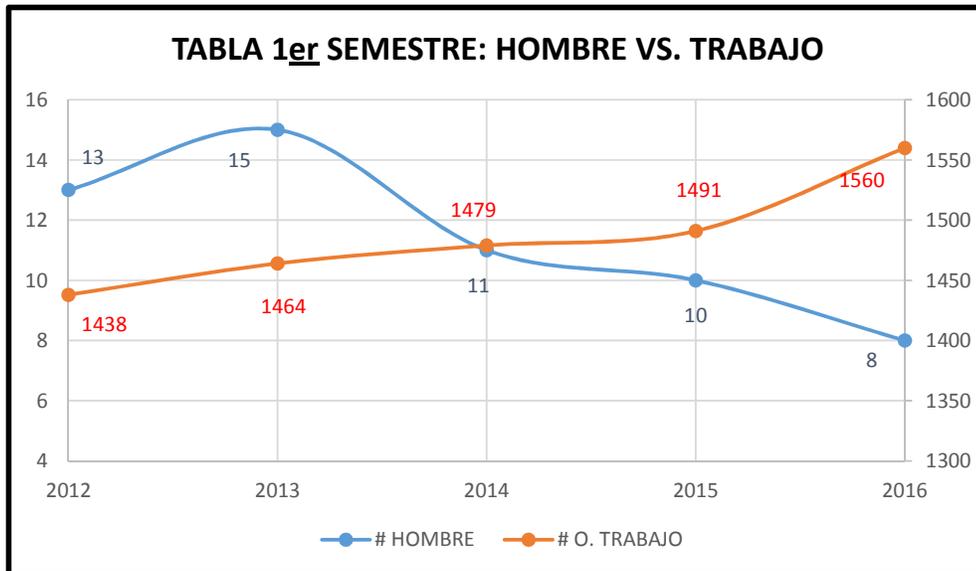
- Demoras en los procesos de mantenimiento.
- Deficiencias en las planificaciones de mantenimiento.
- Improductividad del recurso humano de mantenimiento.

Se ha identificado que a pesar del cumplimiento de los indicadores y de todas las actividades planificadas (plan de mantenimiento mensual y ordenes de trabajo diarias) por parte del personal de mantenimiento de equipo pesado, obteniendo una tasa promedio del 99.74% de satisfacción en los últimos 6 años como se ha mostrado en el gráfico N° 2, existen incrementos, variaciones y pico de la tasa de paradas de máquina por mantenimiento de las unidades de extracción, llegando a tener una tasa del 259% en el 2013 con respecto al 2009, según los registros del Sistema GSP como se ha mostrado en el gráfico N° 3.

Con lo cual, se puede evaluar la existencia de múltiples razones para estas cifras, entre ellas, el incremento de actividades (ordenes de trabajo) realizadas por el personal del departamento y la disminución del recurso humano o mano de obra directa, también llamados mecánicos (Gráfico N° 4) de equipo o flota pesada.

El cumplimiento de las órdenes de trabajo, ya sean de tipo extraordinarias o programadas de todos los equipos y unidades (Gráfico N° 5), se las puede realizar no solo en las instalaciones de los talleres de la empresa, sino también pueden ser realizadas en el campo, todo dependerá del tipo de trabajo, emergencia y posibilidad de corrección del desvío en condiciones no apropiadas.

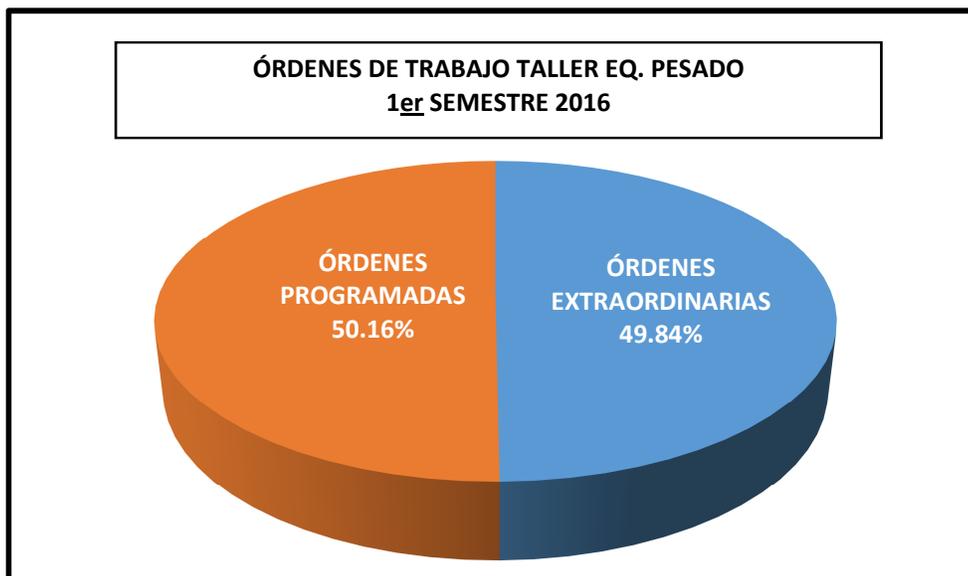
Gráfico N° 4 – Cantidad hombre vs trabajo.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 5 – Estadística de tipos de órdenes.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Este incremento de actividades (Gráfico N° 4) de las cuales no se puede tener un control directo por parte del departamento, exige a que se optimice el tiempo de las actividades planificadas, como es el caso de las inspecciones de operatividad.

Si se tomase en consideración la teoría de la herramienta “O.E.E.” (*Overall Equipment Efficiency*) “Eficiencia General de los Equipos” creada por el “J.I.P.M.” (*Japan Institute of Plant Maintenance*) “Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta” en los años 70 y muy utilizada actualmente como indicador de eficiencia productiva en la aplicación de sistemas de gestión de mantenimiento; podríamos analizar “Las Seis Grandes Pérdidas” en un sistema productivo (Tabla N° 2).

Tabla N° 2 - Las Seis Grandes Pérdidas.

CATEGORÍA O.E.E.	DESCRIPCIÓN	PÉRDIDAS	OBJETIVO
Disponibilidad	Tiempos improductivos	Fallas	Eliminar
		Tiempo de preparación y ajustes	Optimizar
Rendimiento	Deficiencia del proceso	Operatividad por debajo de su capacidad nominal	Eliminar
		Paradas cortas	Eliminar
Calidad	Procesos y Productos defectuosos	Repetición de procesos por defectos	Eliminar
		Puesta en Marcha	Minimizar

Fuente: Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

La primera categoría “Disponibilidad” está directamente relacionada con el área de mantenimiento y sus dos pérdidas están asociadas a los tiempos improductivos de los equipos por mantenimiento.

Para la pérdida número 1 “Fallas”, en el cual se emplea comúnmente el mantenimiento correctivo para ser tratadas, se nos recomienda como objetivo que sean eliminadas mediante el mantenimiento predictivo o mantenimiento total productivo.

Para la pérdida número 2 “Tiempo de preparación y ajuste”, es el que nos interesa como sujeto a estudio, se emplea el mantenimiento preventivo o inspección de operatividad, por ser actividades requeridas constantemente y encontrarse dentro de una planificación, se nos recomienda como objetivo a que se optimice su tiempo total.

La situación económica actual que están padeciendo las empresas del sector petrolero en el país, obliga a que se escoja la opción de la optimización de los procesos, antes que el incremento de personal o cambio de tecnología a una moderna.

Se puede concluir, que existe la necesidad de realizar una optimización de los tiempos en los procesos de inspección de operatividad en las unidades de producción SW y HL, que permita el incremento de la productividad del departamento y de la rentabilidad en la empresa, reflejados directamente en el incremento del nivel de disponibilidad de las unidades y a su vez disminuya la probabilidad de paradas de máquina.

1.6. MARCO TEÓRICO-TÉCNICO.

Para el desarrollo del presente estudio técnico se ha empleado diferentes principios y herramientas de ingeniería de métodos, que permiten observar, registrar, analizar y evaluar las condiciones en que se desarrollan las actividades y los recursos empleados por el departamento.

De igual manera es necesario conocer los conceptos y principios de mantenimiento, los cuales permitirán familiarizarnos con el objeto de estudio, entender e interpretar sus actividades y entorno.

Ingeniería de Métodos: También conocida como Administración de Operaciones es la ciencia que utiliza métodos, técnicas y herramientas para el incremento de la productividad en cualquier sistema productivo, obteniendo como resultado el incremento de producción y/o el decremento de los recursos empleados.

Los beneficios que se obtienen por la aplicación de esta técnica son:

- ✓ Optimizar recursos.
- ✓ Minimizar costos.
- ✓ Incrementar la confiabilidad.
- ✓ Incrementar la disponibilidad.
- ✓ Mejorar la calidad del producto o servicio.
- ✓ Maximizar la seguridad y salud del personal.

Optimización: Es la máxima mejora posible de los resultados en el desempeño de las actividades, mediante la aplicación de metodologías y técnicas para obtener eficiencia, eficacia o efectividad en un proceso.

Tiempo estándar: Es el tiempo requerido o necesario en un sistema productivo [1] en condiciones normales para la obtención de un producto o servicio, y se origina del resultado del estudio de tiempos.

Estudio de tiempos: Es el estudio que permite registrar y evaluar el recurso “tiempo” [2] empleado para la ejecución de una operación, con la finalidad de incrementar la eficiencia del personal operativo o equipo de trabajo al identificar el “tiempo estándar”.

Estudio de movimientos: Es el estudio que permite observar y analizar los movimientos corporales [3] del operador o trabajador durante la ejecución de una operación o actividad, con la finalidad de eliminar los movimientos innecesarios, simplificar y estandarizar los movimientos necesarios y finalmente determinar la secuencia favorable de movimientos necesarios.

Diagrama de Pescado: Característico por su forma, conocido como diagrama “Ishikawa” o “Causa-Efecto” [4], la metodología consiste en la identificación de un suceso a estudio o también llamado “problema” o “efecto”, el cual, es representado como la cabeza del pescado, después se debe identificar los eventos o factores también llamado “causa”, que contribuyen a que se produzca el suceso continuamente, que son representados con cada espina del pescado, que a su vez, se encuentran unidos a la columna vertebral y a la cabeza.

[1] Palacios Acero Luis Carlos - Ingeniería de Métodos: Movimientos y tiempos - 1ra Edición, Ecoe Ediciones, Colombia 2009 - Pág. 190. [2] Pág. 182. [3] Pág. 93.

[4] Niebel Benjamin W. y Freivalds Andris - Ingeniería Industrial: Métodos estándares y diseño del trabajo - 12va Edición, McGraw-Hill, México 2009 - Pág. 19.

Las causas comúnmente se suelen dividir en categorías:

- Mano de obra / hombre.
- Maquinaria / equipo.
- Método de trabajo / proceso.
- Medio ambiente / entorno.
- Material / suministros.
- Medición / inspección.

Pero la metodología no limita o exige solo a las antes mencionadas; y de las cuales se subdividen en sub-causas direccionadas directamente con el problema.

Diagrama de flujo: En la gestión de procesos, el diagrama de flujo o flujograma es una representación gráfica de las distintas operaciones en secuencia cronológica que compone un proceso y que también existe toma de decisiones. Muy utilizado en la aplicación de la reingeniería, posee simbologías [1] estandarizadas por el “ANSI” (*American National Standard Institute*) “Instituto Nacional Americano de Estandarización.

Diagrama de proceso de operación: Es un gráfico que muestra todas las actividades y recursos en un proceso productivo de manera cronológica, desde el ingreso de los recursos hasta la salida del producto, el esquema detalla todo el proceso con solo dos símbolos y dos tipos de conectores:

[1] Hernández Orozco Carlos - Análisis Administrativo: Técnicas y Métodos - 1ra Edición, EUNED, Costa Rica 1996 - Pág. 106.

- Círculo pequeño: Representa una operación.
- Cuadrado pequeño: Representa una inspección.
- Conector vertical: Indica la dirección de flujo o secuencia de actividades.
- Conector horizontal: Son los alimentadores de las líneas de flujo, que indican los recursos generados o adquiridos.

Este diagrama permite visualizar todos los detalles del proceso para identificar procedimientos nuevos o mejorar los existentes, *“alcanzando a reducir normalmente hasta el 30% del tiempo total”* [1].

Diagrama de flujo del proceso: Es un gráfico más detallado que el de proceso de operación. Es por eso que requiere de mayor simbología [2] para su ejecución:

- Círculo: Representa una operación.
- Cuadrado: Representa una inspección.
- Flecha: Representa un transporte.
- Triángulo: Representa un almacenamiento.
- Símbolo “D”: Representa una demora, espera o retraso.

Este diagrama permite registrar las actividades ocultas no productivas, como los movimientos innecesarios (distancias recorridas y repeticiones improductivas) y las demoras (retrasos y esperas), una vez identificados se procede con la eliminación de estas desviaciones generando reducción de tiempos y costos.

[1] Niebel Benjamin W. y Freivalds Andris - Ingeniería Industrial: Métodos estándares y diseño del trabajo - 12va Edición, McGraw-Hill, México 2009 - Pág. 25. [2] Pág. 28.

Diagrama de Pert: (*Program Evaluation and Review Technique*) “Técnica de Revisión y Evaluación de Programa”, también se lo conoce como método de la “ruta crítica” o “diagrama de red” [1], es una representación gráfica de una planeación de manera secuencial y cronológica, las actividades son representadas mediante nodos (círculos) y unidos mediante conectores (flechas).

Por lo general, esta herramienta utiliza tres tiempos (optimista, ideal y pesimista) para cada actividad, lo cual genera una distribución de probabilidad de tiempo total.

El uso del término “ruta crítica” es empleado para identificar las actividades que sumados sus tiempos determinan el tiempo mínimo necesario o requerido de todo el proceso; es decir, cualquier imprevisto (incremento de tiempo) que afecte a una de estas actividades generará un retraso en todo el proceso. Las actividades que no forman parte de la “ruta crítica” poseen flexibilidad en los tiempos de ejecución.

Mantenimiento: Como función según la “AFNOR” (*Asociación Francesa de Normalización*) es el conjunto de acciones involucradas y relacionadas para mantener o corregir un bien a su condición original; y como departamento es el área de servicio responsable de garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, maquinarias e instalaciones de una organización.

[1] Niebel Benjamin W. y Freivalds Andris - Ingeniería Industrial: Métodos estándares y diseño del trabajo - 12va Edición, McGraw-Hill, México 2009 - Pág. 20.

Al cumplir con un conjunto de actividades dentro de un sistema [1] consigue preservar en correcta operatividad los mismos, con la finalidad de que la productividad y los costos no sean afectados.

Entre los objetivos principales del área de mantenimiento podemos encontrar:

- Evitar la inoperatividad o parado de máquina por fallas en la organización.
- Evitar accidentes e incidentes por falla de máquina en la organización.
- Prolongar la vida útil de los equipos y maquinarias en la organización.
- Controlar los costos por mantenimiento de equipos y maquinarias en la organización.

Defecto: Es una imperfección de las características naturales del bien, que no impiden su operatividad, pero si afectará su disponibilidad a mediano o largo plazo.

Falla: Es un daño o ruptura del bien, que impide su operatividad y afecta a su disponibilidad de manera inmediata.

Mantenimiento correctivo: Es el conjunto de acciones sobre un bien para restituirlo a su manera original o similar, y poder eliminar las fallas que ocasionan inoperatividad o los defectos detectados anticipadamente. También suele ser llamado “Mantenimiento Accidental” porque se caracteriza por la acción de respuesta posterior a la avería y de manera no planificada.

[1] Lourival Tavares - Administración Moderna del Mantenimiento - Formato PDF, Brasil 2003.

Mantenimiento preventivo: Es el conjunto de acciones planificadas de manera sistemática y de frecuencia determinada sobre un bien para asegurar su confiabilidad y disponibilidad; estas acciones incluyen: limpieza, inspección, lubricación, ajuste y calibración. También suele ser llamado “Inspección de Operatividad” porque su objetivo principal es detectar defectos que afectan a su correcto funcionamiento u operación.

Mantenimiento predictivo: Considerado por muchos como una filosofía, otros como una actividad complementaria, es el conjunto de acciones planificadas para detectar fallas y defectos de manera anticipada mediante el monitoreo constante de parámetros de funcionamiento; a través de múltiples herramientas como medidores (equipos de medición), registros históricos (fallas potenciales de alta frecuencia), registros de fábrica (defectos de elementos por desgaste) y el estudio del diseño y fabricación del bien. También suele ser llamado por sus siglas en inglés “RCM” (*Reliability Centred Maintenance*) “Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad”.

Mantenimiento productivo total: Es el conjunto de metodologías aplicadas y acciones planificadas para reestructurar globalmente la gestión del mantenimiento en la empresa, involucrando a todas las áreas, en especial a los operadores directos de los bienes, interrelacionando el recurso humano, bienes y empresa, con la finalidad de asegurar la disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad de los bienes. También suele ser llamado por sus siglas en inglés “TPM” (*Total Productive Maintenance*) “Mantenimiento productivo total”; considerado por muchos como la fusión del mantenimiento preventivo y el predictivo.

Disponibilidad: Es la probabilidad medida en porcentaje de que un bien (equipo, maquinaria, unidad o instalación) funcione perfectamente en condiciones normales en cualquier momento que sea necesario su operación. Utilizado como indicador de efectividad [1] en el área de mantenimiento, muchos expertos consideran a la disponibilidad como la combinación entre la mantenibilidad, fiabilidad y logística.

Fiabilidad: Es la probabilidad medida en porcentaje de que un bien (equipo, maquinaria, unidad o instalación) funcione perfectamente en condiciones normales durante un período productivo determinado. Utilizado como indicador de eficacia [1] en el área de mantenimiento, relaciona las paradas de máquina y los fallos históricos para el análisis de las mejoras en los programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

Mantenibilidad: Es la probabilidad medida en porcentaje de que un bien (equipo, maquinaria, unidad o instalación) sea intervenido (mantenimiento preventivo o correctivo) mediante los procedimientos establecidos en la empresa dentro de los tiempos asignados. Utilizado como indicador de eficiencia [1] en el área de mantenimiento, depende de muchos factores como: La accesibilidad al bien (exista el mecanismo), la facilidad del bien (desarmar, reparar o intercambiar) y la gestión (recurso humano calificado, herramientas, instalaciones y repuestos).

[1] Boucly Francis - Gestión del Mantenimiento - 1ra Edición, AENOR, Madrid 1999 y Navarro Luis y Otros - Gestión Integral de Mantenimiento - 1ra Edición, MARCOMBO S.A, Barcelona 1997.

CAPÍTULO II

LA EMPRESA

2.1. RESEÑA HISTÓRICA.

En la Provincia de Santa Elena de Ecuador, se encuentra el Bloque Petrolero N. 2 “Gustavo Galindo Velasco” (Imagen N° 2), también conocido como el Bloque Ancón, el cual está formado por varias áreas terrestres y marítimas, es reconocido por ser el sitio en donde se inició el desarrollo de la actividad petrolera del país al poseer el primer pozo petrolero del Ecuador.

Imagen N° 2 - Mapa de bloques petroleros Zona Sur.



Fuente: Página web de la Secretaría de Hidrocarburos.
Elaborado por: Secretaría de Hidrocarburos.

Este bloque fue descubierto en 1911 con la perforación para exploración del pozo Ancón 001 (Imagen N° 3), y desde entonces el bloque petrolero fue fundado y operado por la compañía inglesa Anglo Ecuadorian Oilfields Limited hasta 1976, alcanzando una producción promedio de 10000 barriles de petróleo por día con sus 2814 pozos perforados y 450 barriles de gasolina natural.

Cabe destacar que la iniciativa de los ingleses surge por las condiciones geológicas y ambientales propicias del petróleo, pero principalmente por la naturaleza con que fluía el mismo de manera natural desde los tiempos de los aborígenes peninsulares, que utilizaban este fluido para sus actividades diarias y lo llamaban “copé” o “copey”.

Imagen N° 3 - Pozo petrolero Ancón 001.



**Fuente: Registros Pacifpetrol.
Elaborado por: Pacifpetrol.**

El Bloque pasó a ser operado por la estatal CEPE (Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana), que después fue conocida como Empresa Pública Petroecuador y por medio de Petroproducción se mantuvo a cargo desde 1976 hasta 1994, período en el cual se perforaron 5 pozos y la producción promedio fue de 780 barriles de petróleo por día y 36 barriles de gasolina natural.

Desde el año 1994 hasta el 2002 la empresa Argentina CGC (Compañía General de Combustibles) opera el Bloque Ancón, perforando 15 pozos y alcanzando una producción promedio de 1000 barriles de petróleo por día y 50 barriles de gasolina natural.

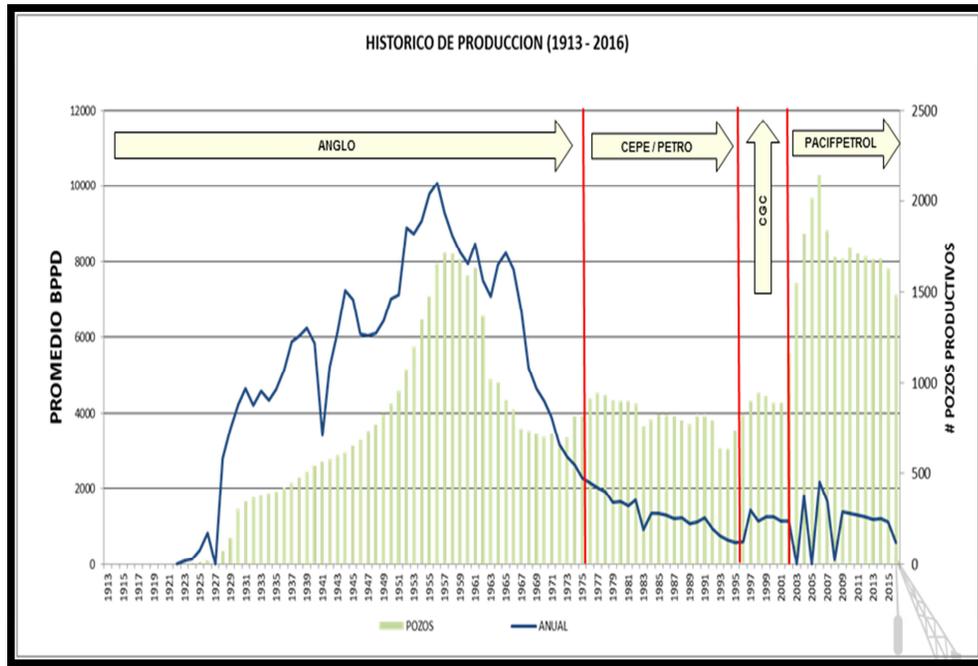
La empresa de capital brasileño Petróleos del Pacífico S.A. Pacifpetrol asume a su cargo el de operar el bloque de 1200 km², de los cuales el 60% es área terrestre (720 km² costa adentro), comenzando su operación desde el año 2002 hasta la fecha, en donde realizó la perforación de 5 pozos y ha alcanzado una producción promedio diaria de 1192 barriles de petróleo de 35.87°API y de 80 barriles de gasolina natural por día.

Actualmente, la Parroquia San José de Ancón conocida inicialmente como Campamento Minero de Ancón y también llamado Ancón, es considerada como Patrimonio Histórico Cultural del Ecuador por su origen, historia, instalaciones y arquitectura inglesa.

Pese a la importancia del lugar como sitio cultural, histórico y turístico; el Bloque N. 2 por su nivel de producción actual de petróleo (Gráfico N° 6) es considerado como un campo menor o también llamado “*campo marginal*”, esto es debido a

que produce menos del 1% de la producción diaria bombeada por el país, es decir por debajo de los 5000 barriles diarios.

Gráfico N° 6 - Histórico de producción de 1913 a 2016.



Fuente: Registros Pacifpetrol.
Elaborado por: Pacifpetrol – Dpto. Producción.

2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

La empresa Pacifpetrol S.A. está ubicada en América del Sur, exactamente en el país de Ecuador, cuenta con su oficina matriz en la ciudad capital de Quito, pero con sus oficinas centrales, campamento, facilidades y base de operación en la Parroquia San José de Ancón Provincia de Santa Elena (Imagen N° 4), situada a

563 pies sobre el nivel del mar con latitud 2°19'18.41"S y longitud 80°51'16.54"O.

Imagen N° 4 - Mapa Geográfico de la Provincia de Santa Elena.



Fuente: Página web de la Cámara de Turismo.

Elaborado por: Cámara de Turismo.

2.3. ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

La empresa Pacifpetrol S.A. pertenece al Grupo Synergy E&P Ecuador y actualmente forma parte de la Asociación Pacifpetrol S.A. Andipetróleos Santa Elena Oil and Gas Corp.

Con forma jurídica de sociedad anónima y con RUC 1791425472001, fue constituida y puesta en operación desde el 19 de mayo de 1999, se encuentra en el sector de las industrias petroleras del tipo de petróleo y gas natural.

Se dedica a las actividades de:

- ✓ Exploración.
- ✓ Explotación.
- ✓ Almacenamiento.
- ✓ Transporte.
- ✓ Comercialización de petróleo crudo.

Mediante la ejecución de diferentes procesos de producción, operación, mantenimiento, control y administración.

2.4. POLÍTICAS DE LA EMPRESA.

Como política general, la empresa Pacifpetrol está comprometida en cumplir con todos los requisitos legales, procedimientos estándares y prácticas aceptadas en la industria petrolera conjugables con el desarrollo sostenible y requeridas por los entes de control.

De igual manera, asume el compromiso de operar el bloque velando por sus trabajadores en la seguridad y salud, manteniendo las buenas relaciones con las comunidades y realizando sus actividades con responsabilidad ambiental, con la finalidad de preservar la integridad de la organización.

La política general empresarial se subdivide en políticas de:

- ✓ Calidad.
- ✓ Seguridad Industrial & Salud Ocupacional.
- ✓ Medio Ambiente.

Las cuales son supervisadas, controladas, evaluadas y mejoradas mediante sus indicadores de gestión.

Sus políticas han surgido de su misión y visión (Imagen N° 5), que están resumidas y representadas en cuatro valores fundamentales (Imagen N° 6), que son la base de la organización formando una “*Cultura de Liderazgo*” en la búsqueda de la mejora continua.

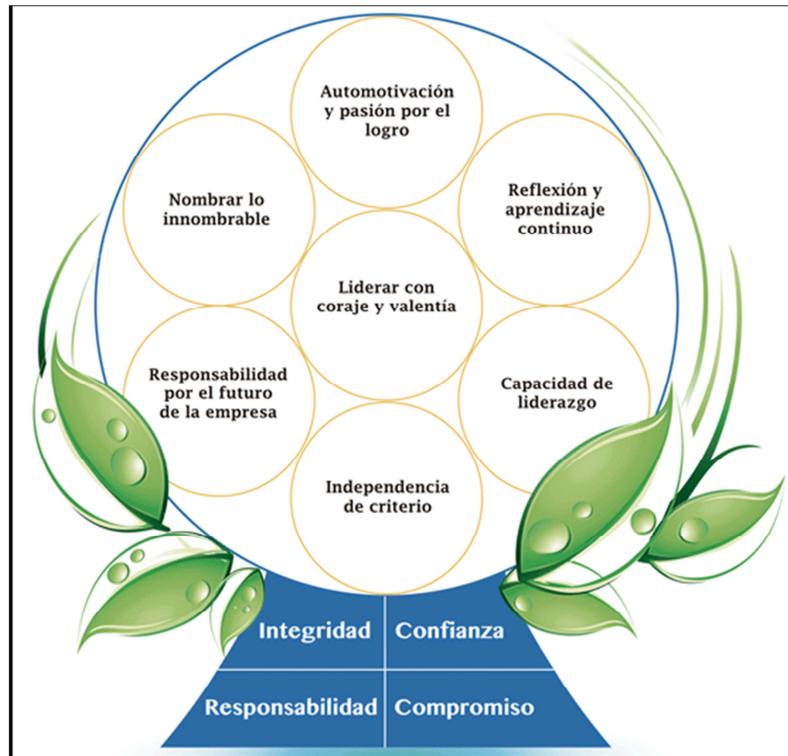
Imagen N° 5 - Filosofía 1 Grupo Synergy.

<p>Misión</p> <p>Producir hidrocarburos trabajando en equipo para generar riqueza sustentable</p>
<p>Filosofía de la Misión</p> <p>Producir hidrocarburos de manera eficiente generando riqueza sustentable bajo condiciones de óptima calidad, comprometidos con la protección del medio ambiente, el desarrollo y bienestar de nuestro grupo humano y la sociedad.</p>
<p>Visión</p> <p>Ser un referente en la industria caracterizado por la rentabilidad, flexibilidad y creatividad, con responsabilidad social y ambiental trabajando en equipo en un excelente clima laboral.</p>

Fuente: Página web de Pacifpetrol.

Elaborado por: Pacifpetrol – Gerencia General.

Imagen N° 6 - Filosofía 2 Grupo Synergy.

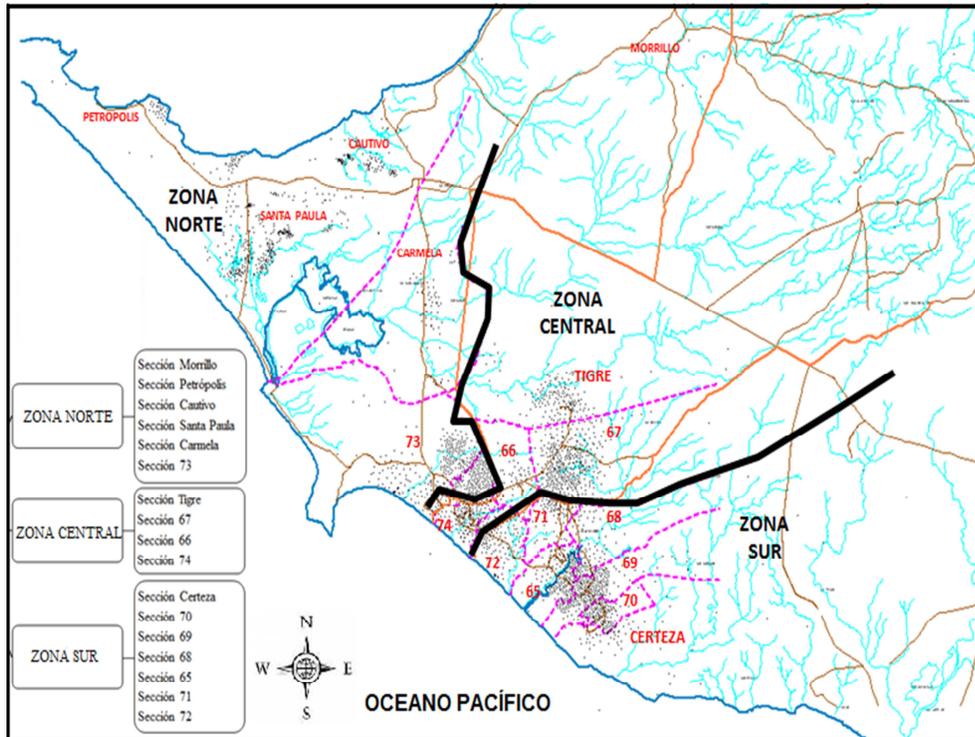


**Fuente: Página web de Pacifpetrol.
Elaborado por: Pacifpetrol – Gerencia General.**

2.5. SISTEMA PRODUCTIVO.

El Bloque N. 2 “Gustavo Galindo Velasco” es considerado un campo petrolero marginal por su bajo nivel de producción, actualmente cuenta con 1582 pozos productivos distribuidos en los 1200 km² que lo compone. El bloque se divide en tres zonas que se subdividen en secciones (Imagen N° 7).

Imagen N° 7 - Mapa administrativo del Bloque GGV.



Fuente: Registros Pacifpetrol.

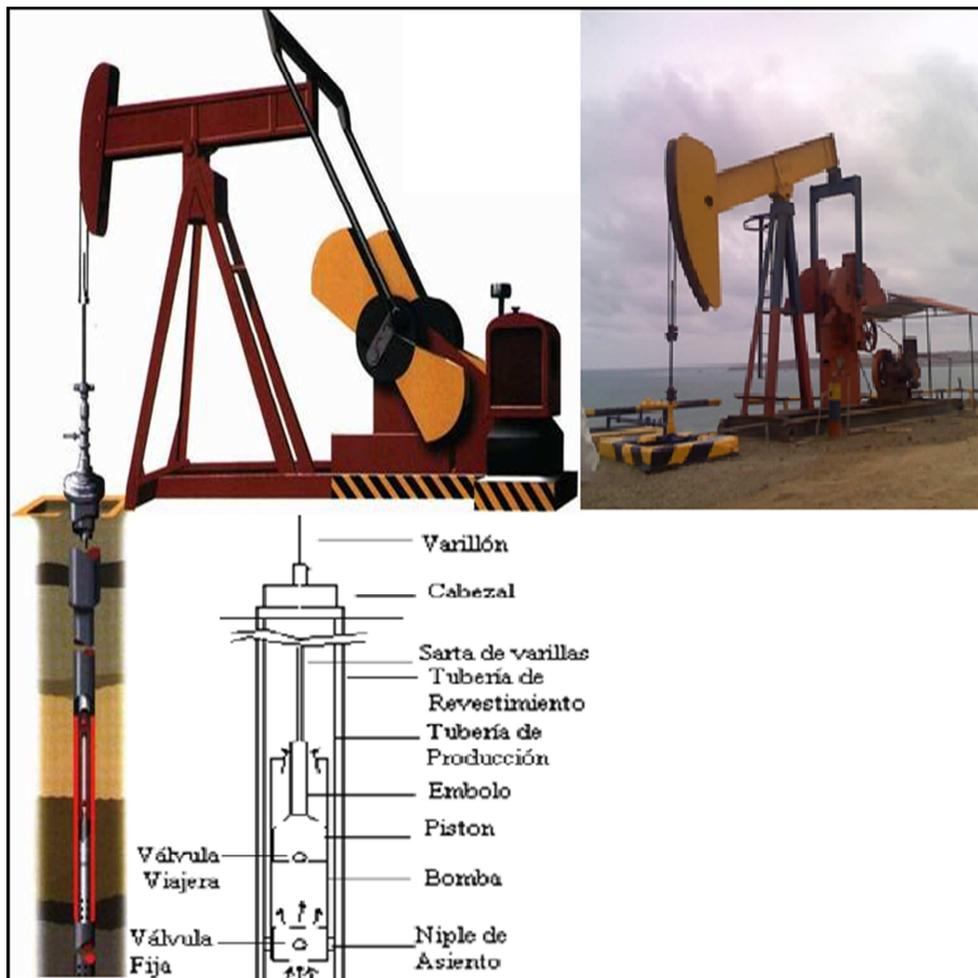
Elaborado por: Pacifpetrol – Dpto. Producción.

Para obtener entre 1100 a 1250 barriles de petróleo crudo por día, la empresa cuenta con los siguientes sistemas de extracción implementados en tierra firme, que varían según el pozo, considerando su nivel de profundidad, sedimentos o tipo de roca, producción, instalación interna y costo-beneficio:

Fluyente (FY): Es el levantamiento natural con el cual obtienen en promedio el 0.97% de la producción diaria, como sistema se puede interpretar que el pozo sin ayuda de ningún mecanismo o intervención produce petróleo debido a la presión intrínseca interna.

Bombeo Mecánico (BM): Es un método de levantamiento artificial con el cual obtienen en promedio el 61.12% de la producción diaria, consiste en la utilización de un sistema de bombeo de acción recíprocante conformado por: Un motor eléctrico o de combustión (fuente de potencia), una caja reductora (regulador de velocidad) y una montura (estructura de balanceo); que opera por medio de un varillón a una bomba mecánica de subsuelo (Imagen N° 8) instalada en el pozo.

Imagen N° 8 - Sistema de Bombeo Mecánico.

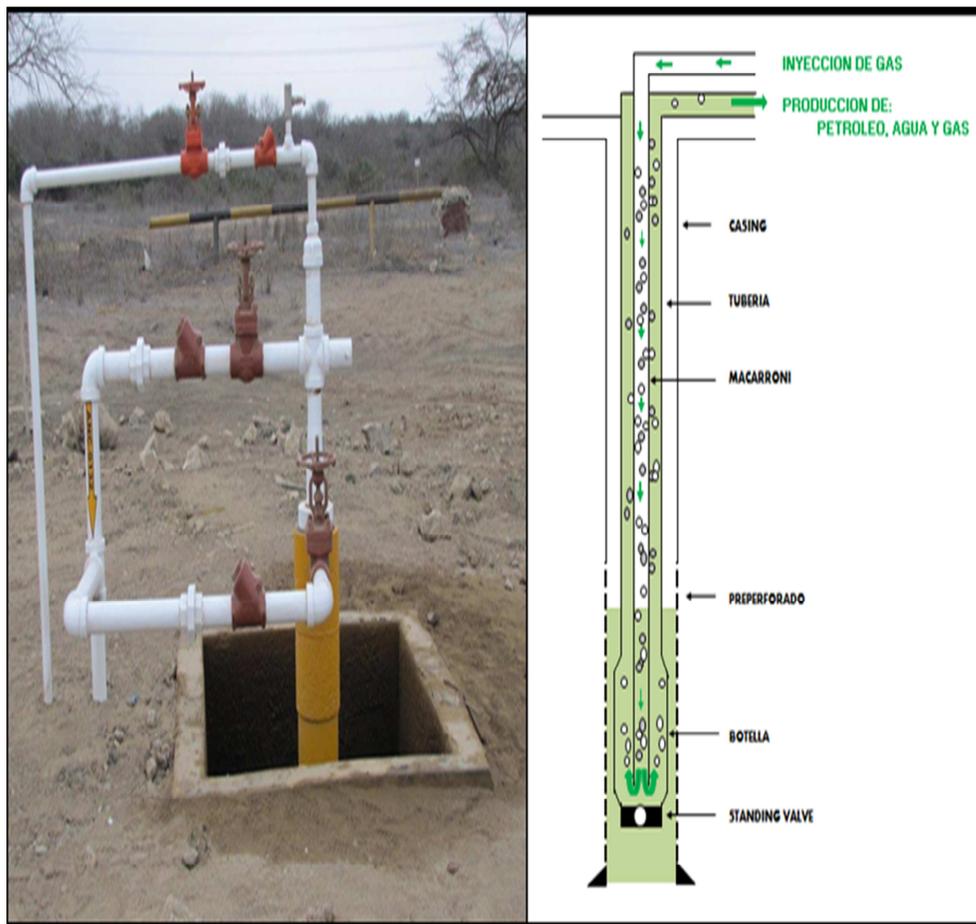


Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Sistema Gas Lift (GL): Es un método de levantamiento artificial con el que obtienen en promedio el 0.34% de la producción diaria, consiste en la inyección de gas al pozo con una presión de 300 a 400 PSI (varía de acuerdo a las condiciones del pozo) por un tubing de gas que se encuentra dentro de un tubing de producción, con la finalidad de reducir la presión hidrostática de la columna de fluido y que pueda salir a superficie (Imagen N° 9).

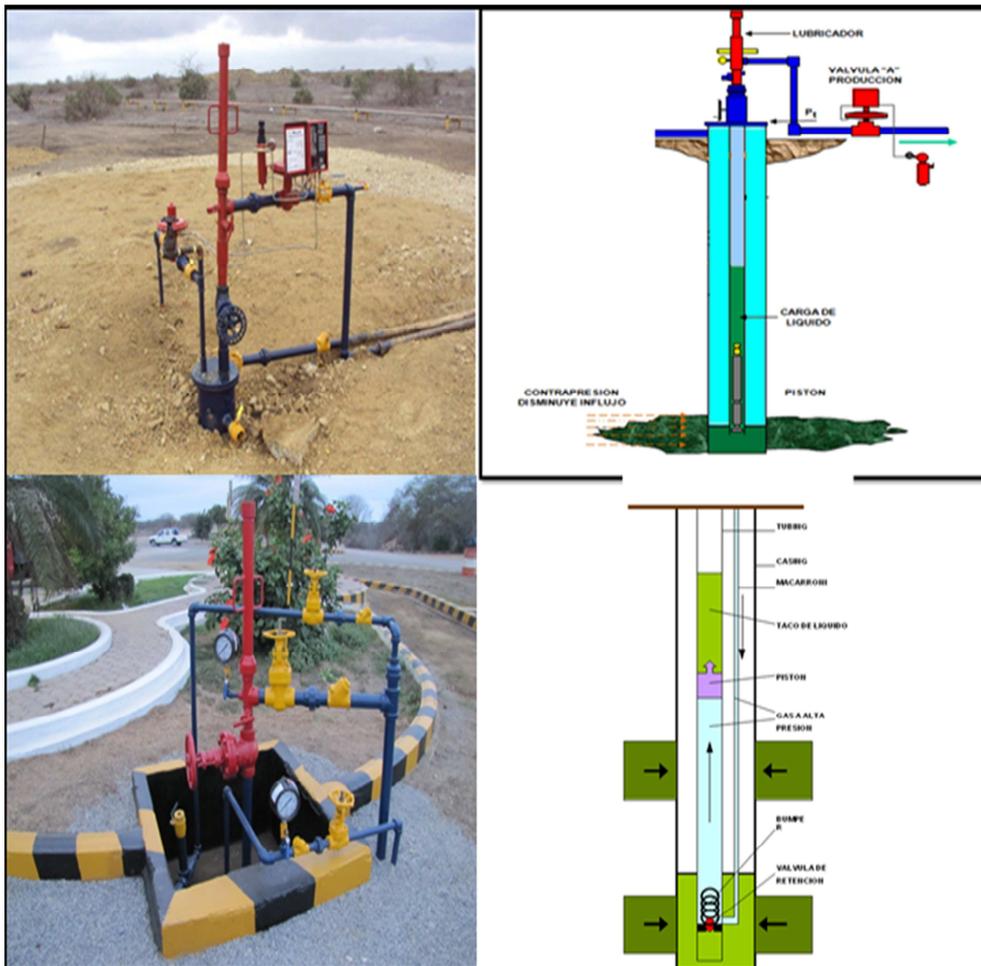
Imagen N° 9 - Sistema de Gas Lift.



Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Sistema Plunger Lift (PL): Es un método de levantamiento artificial con el que obtienen en promedio el 0.53% de la producción diaria, en la forma autónoma se reutiliza el gas acumulado del mismo pozo para elevar el fluido hacia la superficie mediante control de válvulas; y en la forma asistido posee un tubing de gas que va paralelo al tubing de producción, la presión del gas reinyectado proviene de un compresor, el cual permite elevar el fluido acumulado (Imagen N° 10).

Imagen N° 10 - Sistema de Plunger Lift.



Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Sistema de Swab (SW): Es un método móvil de levantamiento artificial con el que obtienen en promedio el 21.19% de la producción diaria, consiste en una unidad móvil modificada que compone de un camión (vehículo), una plataforma que contiene un tanque metálico (acumulador de petróleo), un motor auxiliar de combustión interna (fuente de potencia), un sandril (winche) y un sistema hidráulico de izaje de la pluma con su camisa y herramienta swab (varillón, swivel, mandriles y copas); el mecanismo consiste en conectar la camisa con el pozo, descendiendo y ascendiendo de manera vertical constantemente la herramienta swab por medio de un cable, se consigue generar el efecto de pistoneo para la extracción del petróleo (Imagen N° 11).

Imagen N° 11 - Sistema de Swab o Pistoneo.

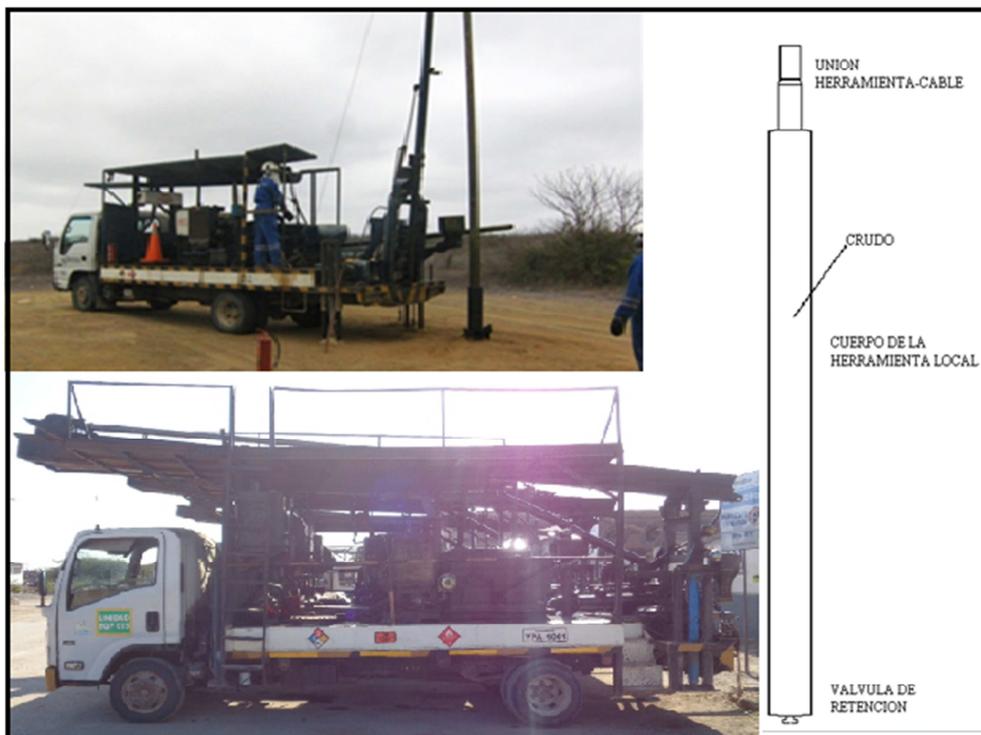


Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Sistema de Herramienta Local (HL): Es un método móvil de levantamiento artificial con el que obtienen en promedio el 15.85% de la producción diaria, consiste en una unidad móvil modificada que compone de un camión (vehículo), una plataforma acumuladora (tanque) que contiene un motor auxiliar de combustión interna (fuente de potencia), un sandril (winche) y un sistema hidráulico de izaje de la pluma con su herramienta de HL (recipiente cilíndrico tipo barril); el mecanismo consiste en descender por medio de un cable la herramienta en el pozo, al abrirse la válvula permite el ingreso del fluido en el barril y al ascender retorna con petróleo en su interior (Imagen N° 12).

Imagen N° 12 - Sistema de Herramienta Local.



**Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.**

El área de producción termina su participación al concluir el proceso de extracción de petróleo con sus diferentes sistemas en los pozos productivos, pero inicia la intervención planificada y coordinada del área de operación.

La producción diaria es acumulada en tanques de almacenamiento temporal con capacidades de 25, 50, 100 y 600 bls que están distribuidos en puntos estratégicos del campo, la asignación de estos tanques dependerá de la producción del sector o zona.

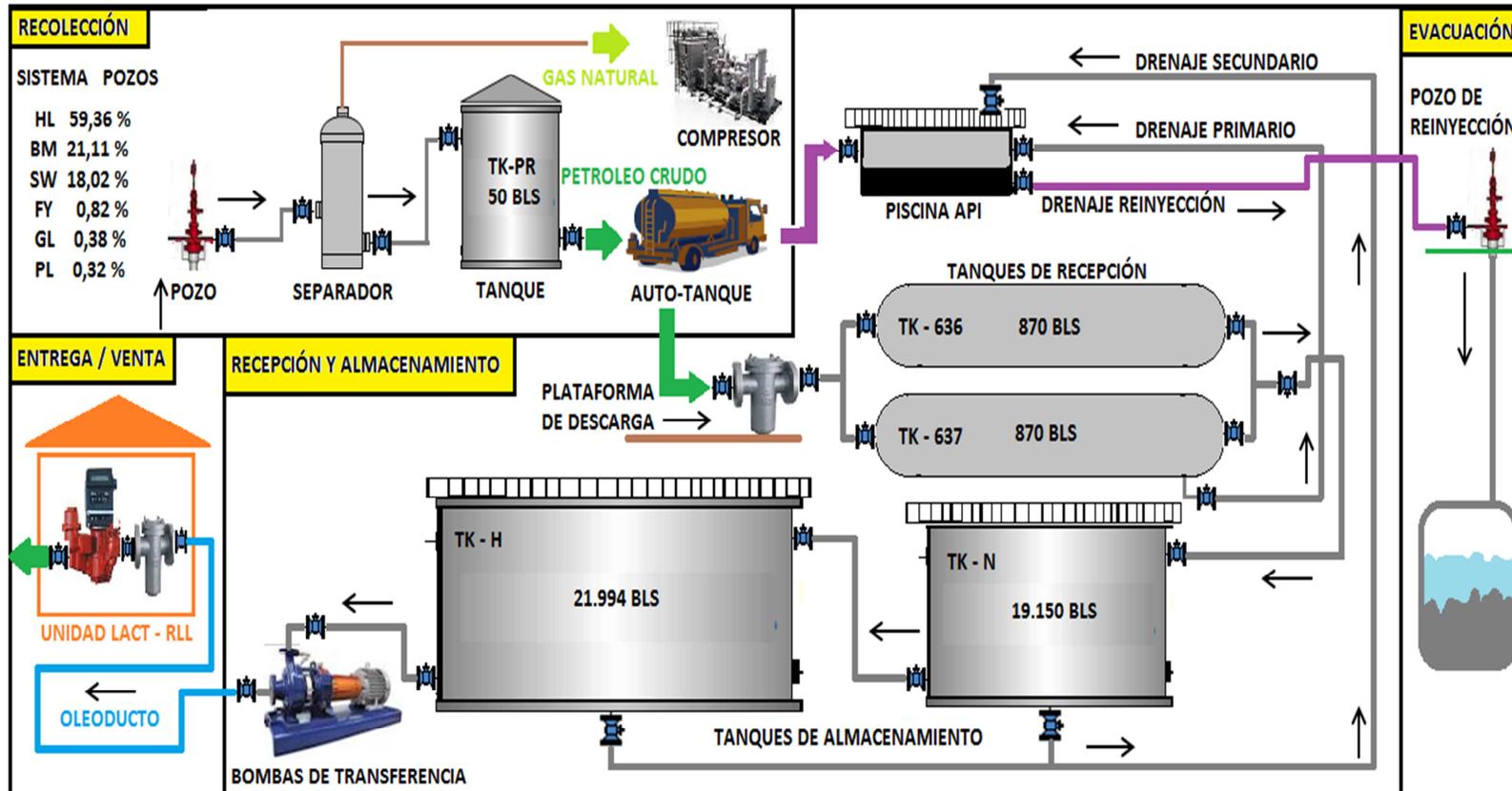
Posteriormente, un tanquero o auto-tanque procede con la succión y carga, transportando la producción hacia la estación de Casa Bomba.

En dicha estación se procede con los procesos de filtración, separación y almacenamiento final, incluyendo con los procesos de control de calidad.

Finalmente, por medio de bombas centrífugas de 250 HP, transfieren la producción a través de un oleoducto de acero de 5 ½" de diámetro y 11.36 km de longitud hasta Unidad Lact ubicada en Refinería La Libertad, lugar donde se controla la transferencia y cuantificación de la producción entregada.

El sistema productivo completo (Gráfico N° 7) compone de los procesos de extracción, recolección, transporte, recepción, procesamiento, almacenamiento, transferencia y entrega.

Gráfico N° 7 – Sistema productivo Pacifpetrol.



Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

2.6. MAPA DE PROCESOS.

El mapa de procesos es considerado como un inventario representado de manera gráfica de todos los procesos involucrados en una organización, identificando los procesos estratégicos (determinan la operación), claves (ejecutan la operación) y de apoyo (aportan para que se ejecute la operación).

El control de esta herramienta es de gran importancia para la organización, porque permite entender los procesos que forman parte del sistema productivo, identificar sus oportunidades como sus amenazas dentro de la competitividad de la industria en los requerimientos estatales y analizar sus fortalezas como sus debilidades al momento de establecer y cumplir con sus objetivos.

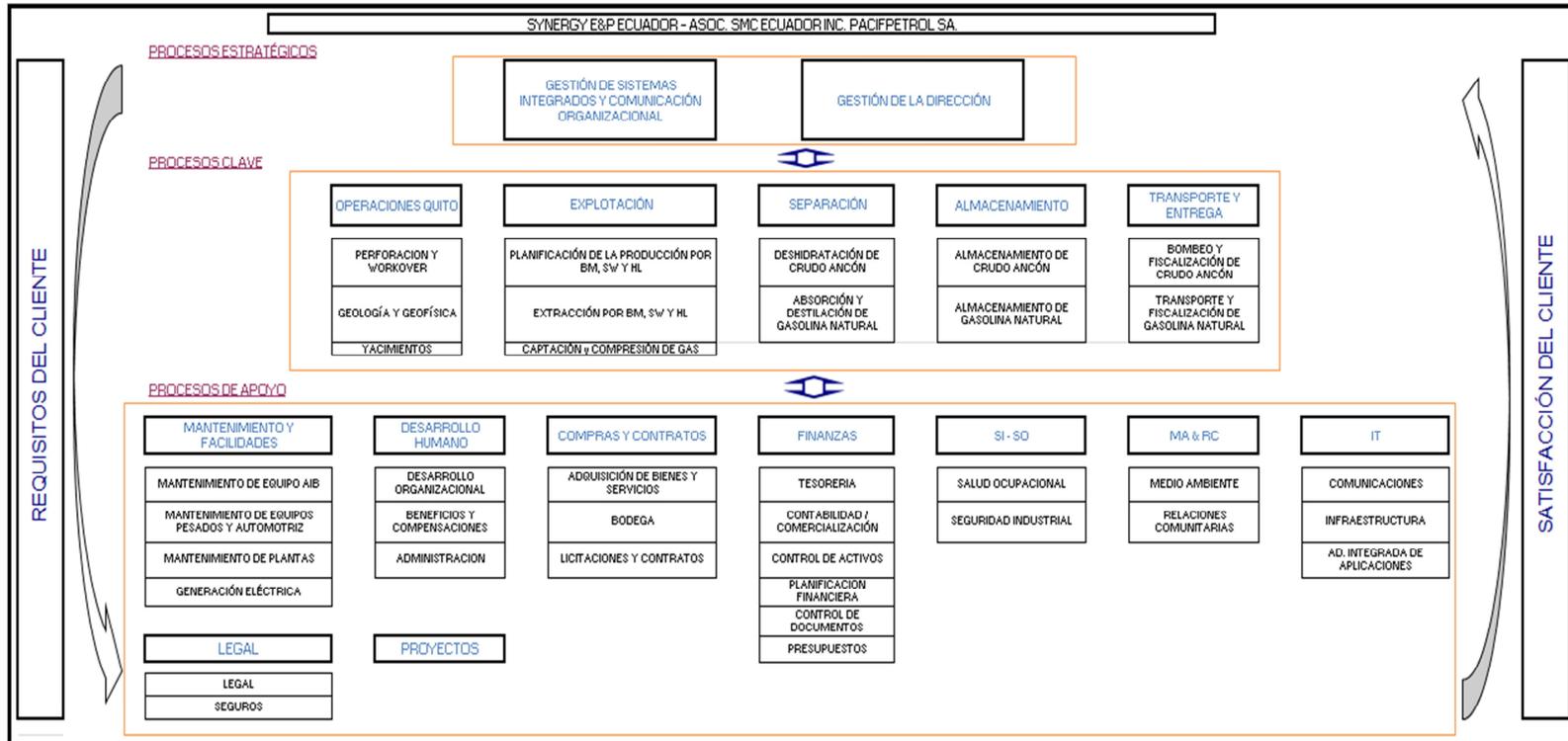
La Asociación Pacifpetrol S.A. Andipetróleos Santa Elena Oil and Gas Corp. al poseer la certificación ISO 9001:2008, tiene identificado dentro de su mapa (Gráfico N° 8) a cada proceso que interviene de manera directa e indirecta en su sistema productivo.

Procesos Estratégicos: Gestión de la Dirección y Gestión de Sistemas Integrados & Comunicación Organizacional.

Procesos Claves: Operaciones Quito, Explotación, Separación, Almacenamiento y Transporte & entrega.

Procesos de Apoyo: Mantenimiento & Facilidades, Desarrollo Humano, Compras & Contratos, Finanzas, SI&SO, MA&RC, IT, Legal y Proyectos.

Gráfico N° 8 – Mapa de procesos Pacifpetrol.



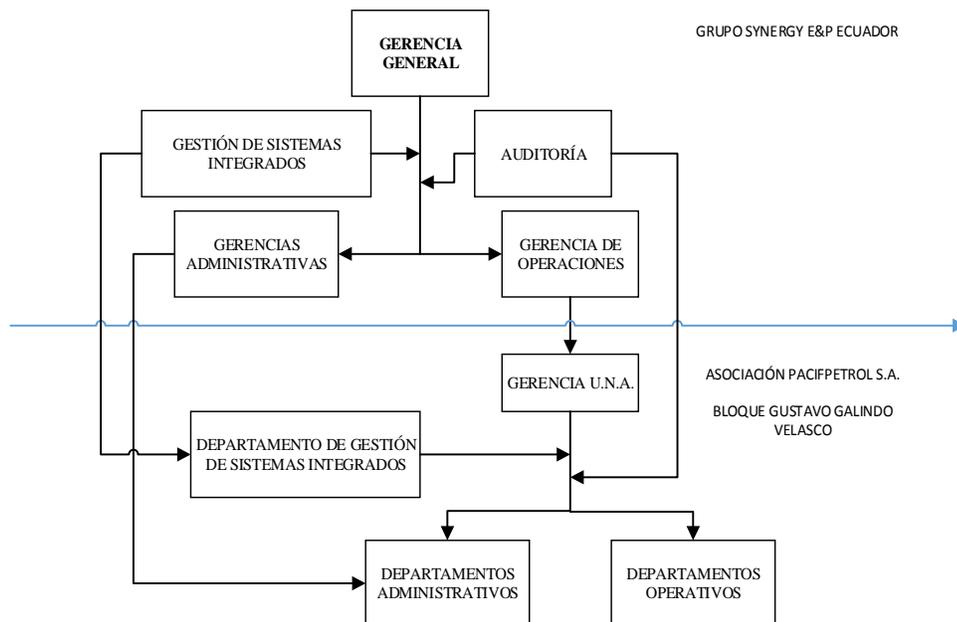
Fuente: Registros Pacifpetrol.

Elaborado por: Pacifpetrol – Dpto. Gestión de Sistemas Integrados.

2.7. ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL.

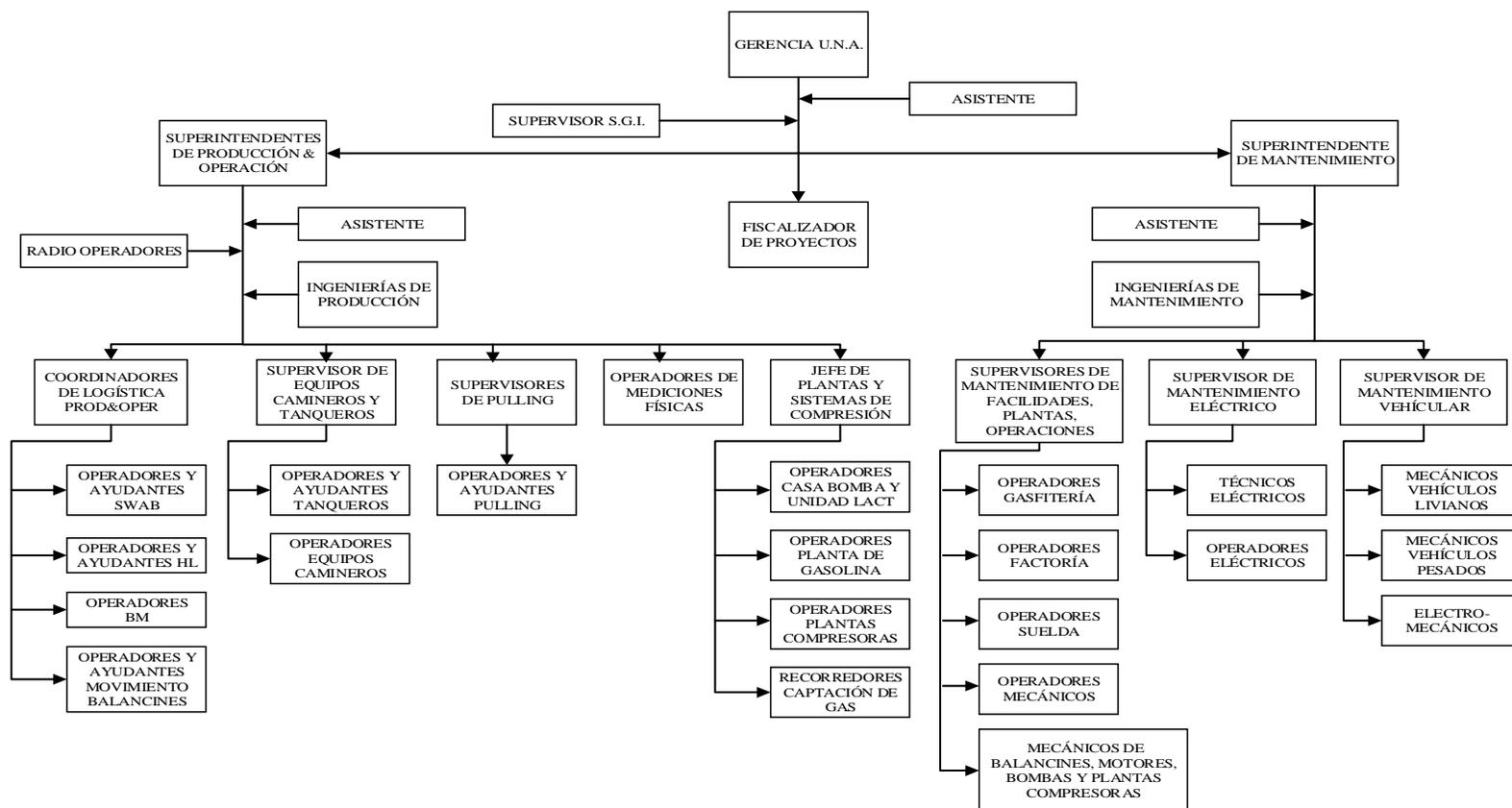
La empresa Petróleos del Pacífico Pacifpetrol S.A. al formar parte de la Asociación Pacifpetrol S.A. Andipetróleos Santa Elena Oil and Gas Corp. y a su vez del Grupo Synergy E&P Ecuador, posee una cadena de mando corporativa, y los cargos laborales o funciones son interactivos entre todas las empresas del grupo, lo cual determina organigramas estructural como Bloque dentro del Grupo (Gráfico N° 9), y a su vez, como bloque con funciones operativas (Gráfico N° 10) y administrativas (Gráfico N° 11).

Gráfico N° 9 – Mapa de organigrama Grupo-Bloque.



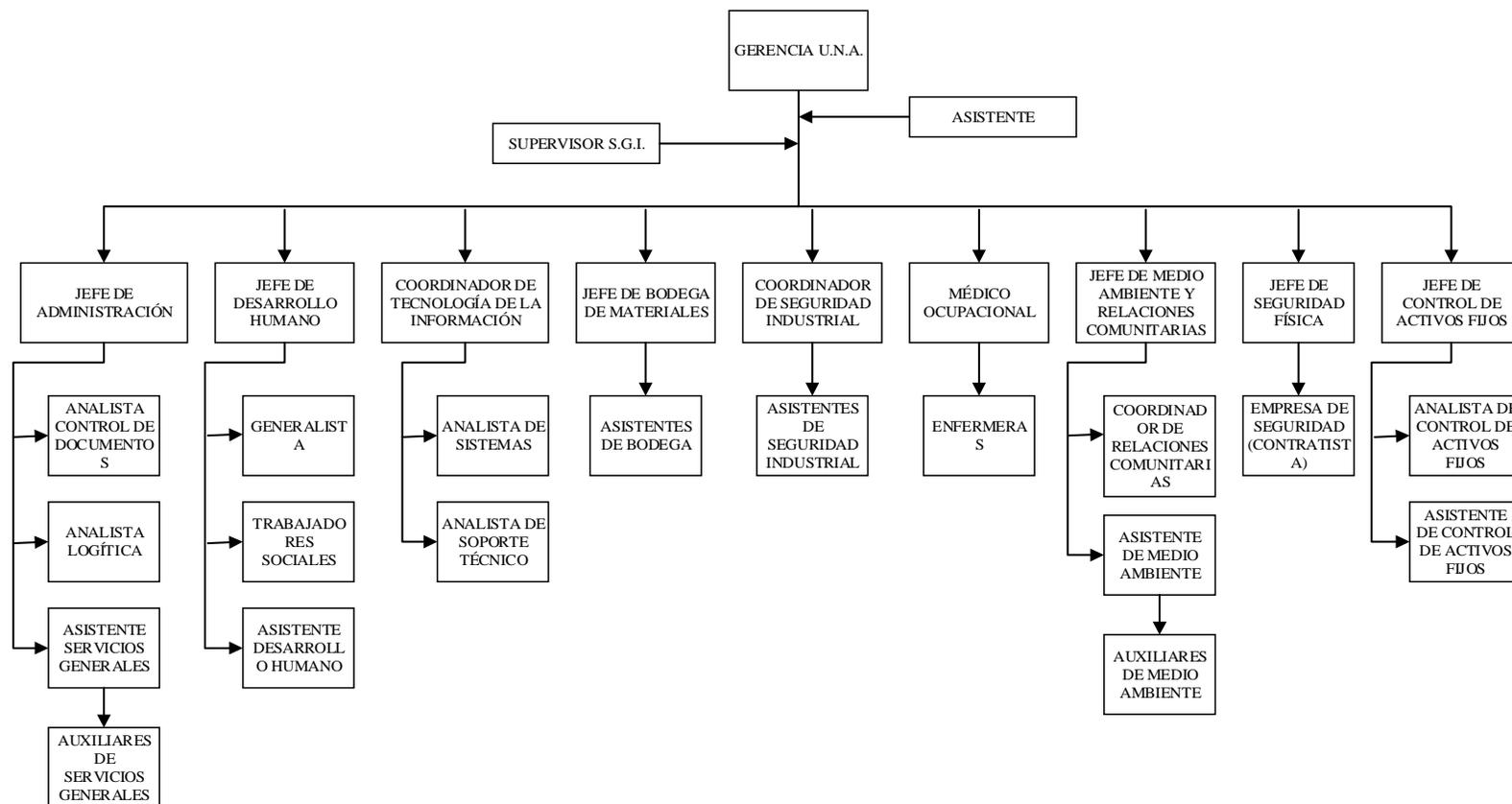
Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 10 – Mapa de Organigrama Operativo Bloque # 2.



**Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.**

Gráfico N° 11 – Mapa de Organigrama Administrativo Bloque # 2.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

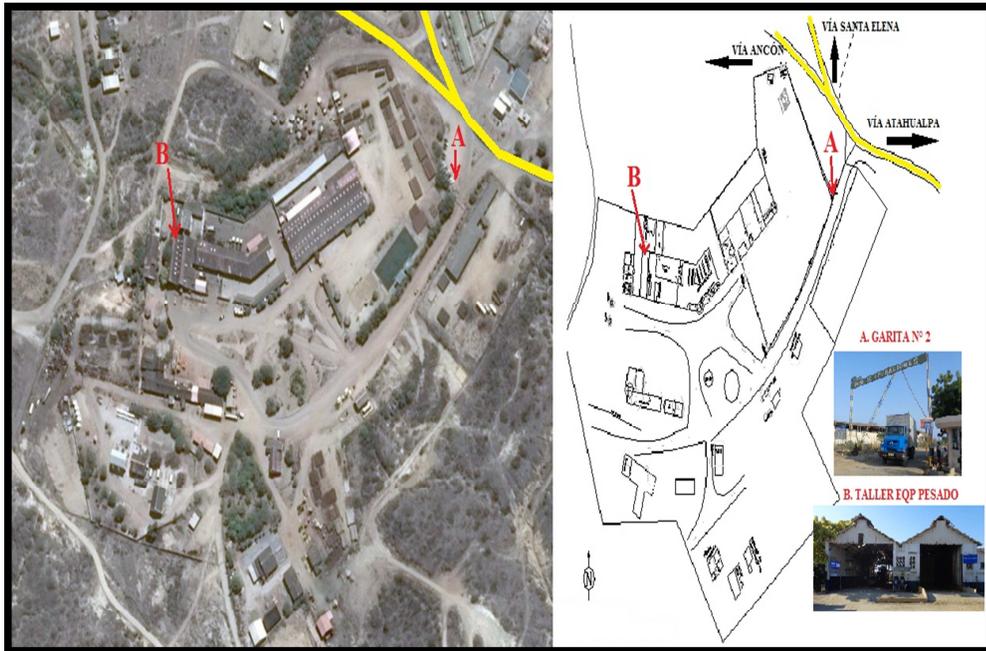
CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS TIEMPOS (PROBLEMÁTICA)

3.1. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA.

En Base de Operaciones (Imagen N° 13) de la empresa Pacifpetrol S.A. se puede localizar algunas oficinas operativas; las bodegas de materiales, el despacho de combustible, las áreas de acopio, las bodegas de repuestos, pero principalmente todos los talleres de mantenimiento.

Imagen N° 13 – Base de Operaciones Pacifpetrol.



Fuente: Google Earth.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

En esta locación se encuentra el Taller de Mantenimiento de Equipo Pesado (Imagen N° 14), en el cual, se desarrollan los procesos de inspección de operatividad de las unidades de producción SW y HL.

Imagen N° 14 – Taller de Mant. Equipo Pesado (vista externa).



Fuente: Propio.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

El área compone de varias secciones utilizadas por el personal que ejecuta los procesos, como son:

- Galpón 2 cuerpos de características constructivas: Estructura interna metálica, piso de hormigón armado y cemento alisado, paredes de mampostería de bloques y techado de planchas de fibrocemento.
- Taller de características constructivas: Piso de hormigón armado y cemento alisado, paredes de mampostería de bloques y techado de planchas de fibrocemento.

- Oficina de características constructivas: Piso de hormigón armado y cerámica, paredes de mampostería de bloques y techado de planchas de fibrocemento.
- Baño-Vestidor de características constructivas: Piso de hormigón armado y cerámica, paredes de mampostería de bloques y techado de planchas de fibrocemento.
- Bodega 1 de características constructivas: Piso de hormigón armado y cerámica, paredes de mampostería de bloques y techado de planchas de fibrocemento.
- Bodega 2 de características constructivas: Piso de hormigón armado y cemento alisado, paredes de mampostería de bloques y techado de planchas de fibrocemento.

Es necesario identificar el tipo de taller automotriz o de equipo pesado en el cual se va a realizar el estudio, considerando su dimensionamiento [1].

La consideración está directamente asociada al área de las instalaciones del taller:

- Taller pequeño: Con un área total $\leq 500 \text{ m}^2$.
- Taller mediano: Con un área total $\geq 501 \text{ m}^2 \leq 1900 \text{ m}^2$.
- Taller grande: Con un área total $> 1.900 \text{ m}^2$.

[1] CESVIMAP - Gestión y logística del mantenimiento en automatización, CESVIMAP, España 2008.

Basados en la consideración del dimensionamiento y la información levantada (Tabla N° 3) en el Dpto. de Mantenimiento de Equipo Pesado, se puede definir que los procesos a estudio se desarrollan en un taller mediano, porque el área total es de 1224.14 m².

Tabla N° 3 – Área de las instalaciones de mantenimiento.

ZONA DIRECTA		
Componentes	Dimensiones (m)	Área (m²)
Galpón 2 cuerpos	32.60 × 18.60	606.36
Taller	24.80 × 18.60	461.28
Total		1067.64
ZONA INDIRECTA		
Componentes	Dimensiones (m)	Área (m²)
Oficina	7 × 4.50	31.50
Baño-Vestidor	(5 × 3) + (12 × 5)	75
Bodega 1	5.50 × 5	27.50
Bodega 2	5 × 4.50	22.50
Total		156.50
TOTAL DE ÁREA DE MANTENIMIENTO		1224.14 m²

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

También es importante tener en consideración las condiciones del entorno (taller) en que los trabajadores desarrollan los procesos.

Las inspecciones continuas y campañas que realizan los departamentos de Seguridad Industrial & Salud Ocupacional y el de Medio Ambiente han logrado que se minimice los riesgos asociadas al entorno en que los trabajadores se exponen al desarrollar sus actividades.

A pesar de las medidas de control correctiva y preventiva que han tomado, debemos evaluar el área (Tabla N° 4) como parte fundamental de las causas que

generan el desempeño actual de los trabajadores al momento de realizar los procesos de inspección de operatividad en las unidades de producción.

Tabla N° 4 – Riesgos de las instalaciones de mantenimiento.

AMBIENTE O ENTORNO (TALLER EQUIPO PESADO)				
N.	RIESGO	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN ESTIMADA	
1	Mecánico	Desplome de paredes, techado o estructura.	Trivial	
2	Mecánico	Piso irregular o resbaladizo.	Moderado	
3	Mecánico	Espacio físico reducido.	Trivial	
4	Mecánico	Incendio.	Tolerable	
5	Mecánico	Explosión.	Trivial	
6	Físico	Exposición a ruidos.	Moderado	
7	Físico	Iluminación insuficiente.	Moderado	
8	Físico	Exposición al contacto eléctrico.	Trivial	
9	Físico	Exposición al contacto térmico.	Moderado	
10	Químico	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.	Moderado	
11	Biológico	Exposición a vectores o agentes patógenos.	Tolerable	
12	Ergonómico	Mal diseño del puesto de trabajo.	Moderado	
13	Psicosocial	Zonas de riesgo de desastres/sabotaje.	Trivial	
ESTIMACIÓN DEL RIESGO:				
		CONSECUENCIA		
		BAJA Valor 1	MEDIO Valor 2	ALTO Valor 3
PROBABILIDAD	BAJA Valor 1	TRIVIAL (T) Valor 1	TOLERABLE (TO) Valor 2	MODERADO (MO) Valor 3
	MEDIA Valor 2	TOLERABLE (TO) Valor 2	MODERADO (MO) Valor 4	IMPORTANTE (IM) Valor 6
	ALTA Valor 3	MODERADO (MO) Valor 3	IMPORTANTE (IM) Valor 6	INTOLERABLE (IN) Valor 9

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS A EVALUAR.

Los procesos de inspección de operatividad de las unidades de producción son planificados, coordinados y desarrollados en la jornada operativa nocturna; es decir, que son ejecutados desde las 18h00 hasta las 6h00 (12 horas), pero según su instructivo vigente dependiendo del tipo de mantenimiento se podría extender hasta las 12h00 (18 horas), sin considerarse las reparaciones, imprevistos o emergentes, los cuales ocasionarían a que se extienda por un tiempo no definido.

El departamento ha clasificado a los procesos de inspección de operatividad en dos tipos:

- Mantenimiento preventivo tipo 1.
- Mantenimiento preventivo tipo 2.

3.2.1. PROCESO TIPO 1.

Según el instructivo SGI-ITRA-MAN-06 y el registro de programa código SGI-REGA-41 de mantenimiento de equipo pesado, que son herramientas vigentes del departamento como parte de la gestión de sistemas integrados.

Es un proceso de inspección de operatividad basado en un programa básico de mantenimiento preventivo que ha sido planificado y justificado la inoperancia de la unidad para un período de tiempo mínimo necesario de 18 horas, en el que no incluye el tiempo de reparación si los hubiere y que se lo realiza cada 350 horas de operación (1 vez por mes aproximadamente), este proceso involucra algunas actividades.

En el vehículo:

- Cambio de aceite.
- Cambio de filtros.
- Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento.
- Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales.
- Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión.
- Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión.
- Control (verificación y ajuste) del sistema de freno.
- Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección.
- Control (verificación y ajuste) del sistema eléctrico.

En el sistema de extracción:

- Cambio de aceite.
- Cambio de filtros.
- Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento.
- Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril.
- Control (verificación y ajuste) de componentes del sandril.
- Control (verificación y ajuste) del sistema hidráulico.
- Control (verificación y ajuste) del sistema eléctrico.

3.2.2. PROCESO TIPO 2.

Según el instructivo SGI-ITRA-MAN-06 y el registro de programa código SGI-REGA-41 de mantenimiento de equipo pesado, que son herramientas vigentes del departamento como parte de la gestión de sistemas integrados.

Es un proceso de inspección de operatividad basado en un programa básico de chequeos rutinarios que ha sido planificado y justificado la inoperancia de la unidad para un período de tiempo mínimo necesario de 12 horas, en el cual no incluye el tiempo de reparación si los hubiere y que se lo realiza 1 vez al mes (15 días posterior del mantenimiento tipo 1 aproximadamente), este proceso involucra algunas actividades principales.

En el vehículo:

- Limpieza de filtro de aire.
- Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento.
- Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales.
- Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión.
- Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión.
- Control (verificación y ajuste) del sistema de freno.
- Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección.
- Control (verificación y ajuste) del sistema eléctrico.

En el sistema de extracción:

- Limpieza de filtro de aire.
- Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento.

- Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril.
- Control (verificación y ajuste) de componentes del sandril.
- Control (verificación y ajuste) del sistema hidráulico.
- Control (verificación y ajuste) del sistema eléctrico.

3.3. ELEMENTOS QUE INTERVIENEN.

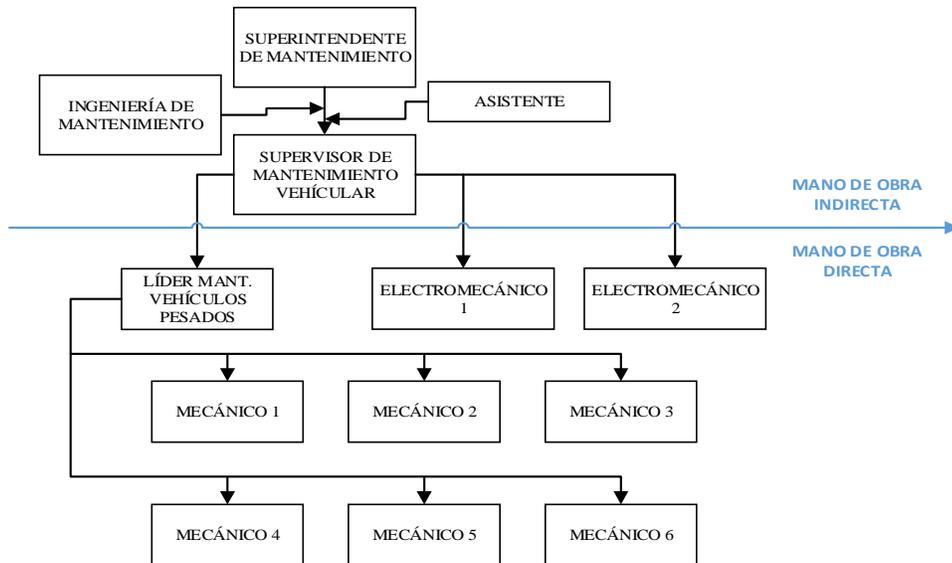
3.3.1. MANO DE OBRA.

El departamento de Mantenimiento de Equipo Pesado (Gráfico N° 12) cuenta con:

- ✓ Un grupo de 9 trabajadores (mano de obra directa) que laboran turnos rotativos (día o noche) de 12 horas de trabajo con períodos activos de 5 días y 2 días pasivos. Su trayectoria está basada con experiencia en mantenimientos a camiones, cabezales y equipos camineros.
- ✓ Un grupo de 4 trabajadores (mano de obra indirecta) que laboran 8 horas en el día y que ayudan a la planificación, coordinación, supervisión, solicitud y control presupuestario de las actividades. Su trayectoria está basada con experiencia en la coordinación y conocimientos técnicos de educación superior.

Cabe indicar que la formación técnica-mecánica de la mano de obra directa se ha realizado mediante la experiencia empírica individual de trabajos similares y de las capacitaciones y/o cursos que la empresa ha invertido en cada uno de ellos.

Gráfico N° 12 – Mapa de Organigrama de Mantenimiento Equipo Pesado.



**Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.**

3.3.2. MAQUINARIAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.

El Departamento posee los implementos (Tabla N° 5) requeridos para la ejecución de los procesos de inspección de operatividad en condiciones aceptables:

Tabla N° 5 – Implementos.

N.	DESCRIPCIÓN	ESTADO
1	Compresor de aire eléctrico 2 pistones 5 Hp con tanque pulmón 250 L.	Bueno
2	Engrasadora móvil de propulsor neumático 8 Bar con tanque 13 Kg.	Regular
3	Pistola neumática de impacto 90 Psi de ½, ¾ y 1”.	Regular
4	Carro porta herramientas.	Regular
5	Set de dados o copas de ½, ¾ y 1”.	Regular
6	Ratchet o matraca de ½, ¾ y 1”.	Regular
7	Set de llaves mixtas.	Regular
8	Llave francesa.	Regular
9	Llave o cinturón ajustable para filtros.	Regular

**Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.**

3.4. ELEMENTOS INTERVENIDOS.

3.4.1. UNIDAD DE PRODUCCIÓN SWAB.

Es una unidad de extracción móvil (Imagen N° 15) que compone de:

- (1) Camión Mack CV713 con motor 6 cilindros en línea a diésel.
- (2) Tanque metálico cilíndrico capacidad 20 bls.
- (3) Motor auxiliar Cummins 6 cilindros en línea a diésel.
- (4) Sandril (cabrestante mecánico).
- (5) Sistema hidráulico de izaje y extracción de petróleo (tipo pistoneo).

Imagen N° 15 – Unidad de producción Swab.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

3.4.2. UNIDAD DE PRODUCCIÓN HL.

Es una unidad de extracción móvil (Imagen N° 16) que compone de:

- (1) Camión Chevrolet NQR con motor 4 cilindros en línea a diésel.
- (2) Tanque metálico prismático capacidad 17 bls.
- (3) Motor auxiliar Shanghai / Cummins 4 cilindros en línea a diésel.
- (4) Sandril (cabrestante mecánico).
- (5) Sistema hidráulico de izaje y extracción de petróleo (tipo cuchara).

Imagen N° 16 – Unidad de producción HL.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

3.5. INFORMACIÓN INICIAL Y CONSIDERACIONES PREVIAS A LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS.

Para aplicar herramientas de ingeniería de métodos requeridas en el presente estudio, se ha tenido en consideración todos los factores (ambientes, condiciones, espacios, esfuerzos, y otros.) que pueden alterar y variar los resultados o concordancias entre cada herramienta a utilizar como se puede visualizar en las imágenes N° 17, 18 y 19; por motivo que cada una está direccionada a una función o utilidad específica, estas requieren de diferente tipo de información o amplitud del detalle.

Imagen N° 17 – Inspección de Operatividad Unidad de Swab.



**Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.**

Imagen N° 18 – Inspección de Operatividad Unidad de HL.



**Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.**

Imagen N° 19 – Taller de Mant. Equipo Pesado (vista interna).



**Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.**

3.5.1. CONDICIONES ACTUALES.

A continuación se determina las condiciones actuales (factores, constantes o comportamientos) que reflejará cada herramienta:

- Los procesos programados a estudio son realizados dentro de las instalaciones del Taller de Equipo Pesado en Base de Operaciones.
- Los procesos se desarrollan en la jornada nocturna (18h00 a 6h00).
- Los procesos son realizados por un solo trabajador (mecánico) de los dos o tres que cubren la guardia nocturna, la selección del mismo es de manera alternada que dependerá de las disponibilidades de cada uno.
- Durante la jornada nocturna los mecánicos de guardia tienen la obligación de priorizar cualquier actividad emergente (reparación, cambio o ajuste) de las unidades de SW o HL que surja de manera imprevista mientras se encuentren operando en el campo; es decir, los procesos pueden y deben ser interrumpidos en cualquier momento.
- No existe estandarización en la secuencia de las actividades para el desarrollo de los procesos a estudio, es decir cada mecánico tiene su propia metodología y administración de tiempo.

3.5.2. CRITERIOS Y PARÁMETROS.

A continuación, se determina los criterios, parámetros o lineamientos que se ha utilizado durante el presente estudio para el levantamiento de información y para implementar herramientas de ingeniería de métodos:

- El estudio se ha iniciado con un levantamiento de información, producto de una muestra, esto ha permitido conocer los tiempos reales de cada actividad, sus secuencias y sus demoras.
- Se ha realizado el estudio con una muestra considerable, su cantidad ha sido determinada por formulación que depende del universo a estudio, esto permite tener un nivel de confianza aceptable con los resultados obtenidos.
- La muestra refleja la productividad de todos los trabajadores, por las condiciones antes mencionadas, no se puede realizar el estudio con un solo mecánico (como es aconsejable), pero esto ha permitido tener una amplitud visual del desempeño de los mecánicos al utilizar su recurso tiempo.
- Los tiempos resultantes son el producto de la media aritmética, debido a que el estudio se ha realizado con la mayoría de los mecánicos y por la utilización de un nivel de confianza aceptable en el número de muestra tomada, se ha marginado la utilización de los tres tiempos (pesimista, real y óptimo) y la evaluación del rendimiento de los trabajadores.
- Se ha estandarizado la secuencia de las actividades producto de su moda, al no existir una secuencia establecida por el departamento, los resultados reflejados han sido ordenados en su secuencialidad, los cuales han dependido de su moda o frecuencia con que las actividades hayan sido realizadas.
- Solo se ha estudiado y evaluado las actividades y productividad de los mecánicos, dentro del proceso existe la actividad del control (verificación

y ajuste) del sistema eléctrico, por ser un actividad realizada por un electromecánico que lo ejecuta paralelamente con las demás actividades de un mecánico, este ha sido marginado porque el tiempo de desarrollo es mínimo y no influye o afecta al tiempo total del proceso.

- Solo se ha tomado en consideración los tiempos productivos del proceso, toda actividad adicional o movimiento ajeno a las actividades anteriormente establecidas de los procesos de inspección de operatividad de una unidad, serán considerados como demoras, esto permite establecer los tiempos improductivos del proceso (tiempos muertos y tiempos suplementarios).

3.5.3. IDENTIFICACIÓN DEL NIVEL DE LA MUESTRA.

En un estudio donde se utilice la metodología del muestreo (selección aleatoria) es importante estar seguro de la cantidad de observaciones necesarias para que los resultados sean lo más confiablemente posible, para poder determinar el nivel de la muestra (cantidad de observaciones), se ha aplicado la siguiente formulación:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{E^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

n = Número de observaciones.

N = Universo (cantidad de elementos de estudio).

Z = Coeficiente de nivel de confianza (constante 1.96).

p = Porcentaje de aceptación de resultados (regularmente 50%).

q = Porcentaje de rechazo de resultados (regularmente 50%).

E = Porcentaje de error de los resultados (regularmente entre 5 a 20%).

Aplicación de la fórmula:

$N = 16$ (8 unidades por 2 procesos cada uno).

$Z = 1.96$

$p = 50\%$

$q = 50\%$

$E = 16\%$

$$n = \frac{16 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.16^2 \times (16 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 11.43 \approx 11$$

Quedando establecido que se requiere de una cantidad de 11 observaciones con un porcentaje de error del 16% y con un porcentaje de aceptación del 50%.

3.5.4. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.

En las tablas N° 6, 7, 8, 9, 10 y 11 se detallan los resultados obtenidos de las 11 observaciones realizadas de los procesos de inspección de operatividad tipo 1 y 2 de las unidades de producción SW y HL (Imagen N° 20).

Imagen N° 20 – Inspección de operatividad en Taller de Equipo Pesado.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Tabla N° 6 – Toma de tiempos operativos proceso tipo 1 Swab.

T.	DESCRIPCIÓN	MUESTRA DE TIEMPOS								ΣT	N	ΣT/N
		N.1	N.3	N.5	N.7	N.9	N.10	N.11				
TIEMPO OPERATIVO	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones	0:04:00	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:01:00	0:01:00	0:02:00	0:14:00	7	0:02:00	
	Preparación de herramientas a utilizar	0:03:00	0:03:00	0:06:00	0:06:00	0:05:00	0:09:00	0:04:00	0:36:00	7	0:05:09	
	Apertura del cárter del motor del vehículo		0:02:00	0:03:00	0:02:00	0:02:00			0:09:00	4	0:02:15	
	Selección de filtros a utilizar en motor de vehículo		0:03:00	0:02:00	0:01:00	0:03:00			0:09:00	4	0:02:15	
	Obtención de diésel para filtros		0:02:00	0:03:00	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:13:00	6	0:02:10	
	Retiro de filtros de fluidos (usados) del motor del vehículo		0:19:00	0:16:00	0:15:00	0:19:00			1:09:00	4	0:17:15	
	Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del vehículo		0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:03:00			0:09:00	4	0:02:15	
	Reemplazo de filtros de fluidos al motor del vehículo		0:17:00	0:15:00	0:12:00	0:11:00			0:55:00	4	0:13:45	
	Preparación de equipo para lubricación	0:03:00	0:02:00	0:04:00	0:02:00	0:02:00	0:01:00	0:01:00	0:15:00	7	0:02:09	
	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del vehículo	0:12:00	0:13:00	0:10:00	0:11:00	0:12:00	0:10:00	0:11:00	1:19:00	7	0:11:17	
	Preparación de herramientas a utilizar	0:04:00		0:02:00		0:01:00			0:07:00	3	0:02:20	
	Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión del vehículo	0:08:00	0:12:00	0:07:00	0:06:00				0:33:00	4	0:08:15	
	Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión del vehículo	0:05:00	0:04:00	0:05:00	0:03:00	0:04:00	0:04:00	0:05:00	0:30:00	7	0:04:17	
	Control (verificación y ajuste) del sistema de freno del vehículo (sistema neumático)	0:08:00	0:07:00	0:03:00			0:04:00	0:05:00	0:27:00	5	0:05:24	
	Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección del vehículo	0:03:00	0:03:00	0:04:00	0:04:00	0:03:00	0:03:00	0:04:00	0:24:00	7	0:03:26	
	Cierre del cárter del motor del vehículo		0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:01:00			0:07:00	4	0:01:45	
	Obtención de aceite (del camión lubricador) para motor del vehículo		0:14:00	0:17:00	0:16:00	0:14:00			1:01:00	4	0:15:15	
	Colocar aceite al motor del vehículo		0:05:00	0:09:00	0:07:00	0:10:00			0:31:00	4	0:07:45	
	Preparación de herramientas a utilizar	0:02:00		0:02:00		0:01:00			0:05:00	3	0:01:40	
	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del motor del vehículo	0:02:00	0:02:00	0:03:00		0:02:00		0:02:00	0:11:00	5	0:02:12	
	Apertura del cárter del motor del sistema				0:03:00	0:01:00	0:02:00	0:01:00	0:07:00	4	0:01:45	
	Selección de filtros a utilizar en motor de sistema				0:01:00	0:03:00	0:02:00	0:02:00	0:08:00	4	0:02:00	
	Retiro de filtros de fluidos (usados) del motor del sistema				0:08:00	0:07:00	0:07:00	0:05:00	0:27:00	4	0:06:45	
	Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del sistema				0:03:00	0:01:00	0:02:00	0:02:00	0:08:00	4	0:02:00	
	Reemplazo de filtros de fluidos al motor del sistema				0:05:00	0:06:00	0:04:00	0:02:00	0:17:00	4	0:04:15	
	Preparación de equipo para lubricación	0:03:00		0:03:00	0:02:00			0:01:00	0:09:00	4	0:02:15	
	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril	0:06:00		0:06:00	0:07:00	0:08:00	0:06:00	0:04:00	0:37:00	6	0:06:10	
	Preparación de herramientas a utilizar	0:02:00		0:02:00					0:04:00	2	0:02:00	
	Control (verificación y ajuste) del sandril	0:06:00		0:10:00		0:04:00	0:05:00	0:07:00	0:32:00	5	0:06:24	
	Control (verificación y ajuste) del sistema hidráulico	0:03:00		0:04:00					0:07:00	2	0:03:30	
	Cierre del cárter del motor del sistema				0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:04:00	4	0:01:00	
	Obtención de aceite (del camión lubricador) para motor del sistema				0:08:00	0:09:00	0:09:00	0:10:00	0:36:00	4	0:09:00	
	Colocar aceite al motor del sistema				0:05:00	0:07:00	0:06:00	0:08:00	0:26:00	4	0:06:30	
Preparación de herramientas a utilizar	0:02:00		0:02:00					0:04:00	2	0:02:00		
Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del motor del sistema	0:02:00		0:02:00			0:02:00	0:02:00	0:08:00	4	0:02:00		
Salida de la unidad al parqueadero de Base de Operaciones	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:03:00	0:15:00	7	0:02:09		

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Tabla N° 7 – Toma de tiempos operativos proceso tipo 2 Swab.

T.	DESCRIPCIÓN	MUESTRA DE TIEMPOS							ΣT	N	ΣT / N
		N.1	N.3	N.5	N.7	N.9	N.10	N.11			
TIEMPO OPERATIVO	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones	0:04:00	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:01:00	0:01:00	0:02:00	0:14:00	7	0:02:00
	Preparación de soplete	0:01:00						0:01:00	0:02:00	2	0:01:00
	Retiro de filtro de aire del motor del vehículo	0:02:00						0:02:00	0:04:00	2	0:02:00
	Limpieza de filtro de aire (sopleteado)	0:02:00						0:02:00	0:04:00	2	0:02:00
	Colocación de filtro de aire del motor del vehículo	0:03:00						0:03:00	0:06:00	2	0:03:00
	Preparación de equipo para lubricación	0:03:00	0:02:00	0:04:00	0:02:00	0:02:00	0:01:00	0:01:00	0:15:00	7	0:02:09
	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del vehículo	0:12:00	0:13:00	0:10:00	0:11:00	0:12:00	0:10:00	0:11:00	1:19:00	7	0:11:17
	Preparación de herramientas a utilizar	0:04:00		0:02:00		0:01:00			0:07:00	3	0:02:20
	Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión del vehículo	0:08:00	0:12:00	0:07:00	0:06:00				0:33:00	4	0:08:15
	Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión del vehículo	0:05:00	0:04:00	0:05:00	0:03:00	0:04:00	0:04:00	0:05:00	0:30:00	7	0:04:17
	Control (verificación y ajuste) del sistema de freno del vehículo (sistema neumático)	0:08:00	0:07:00	0:03:00			0:04:00	0:05:00	0:27:00	5	0:05:24
	Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección del vehículo	0:03:00	0:03:00	0:04:00	0:04:00	0:03:00	0:03:00	0:04:00	0:24:00	7	0:03:26
	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del motor del vehículo	0:02:00	0:02:00	0:03:00		0:02:00		0:02:00	0:11:00	5	0:02:12
	Preparación de soplete	0:01:00							0:01:00	1	0:01:00
	Retiro de filtro de aire del motor del vehículo	0:02:00							0:02:00	1	0:02:00
	Limpieza de filtro de aire (sopleteado)	0:02:00							0:02:00	1	0:02:00
	Colocación de filtro de aire del motor del vehículo	0:02:00							0:02:00	1	0:02:00
	Preparación de equipo para lubricación	0:03:00		0:03:00	0:02:00			0:01:00	0:09:00	4	0:02:15
	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril	0:06:00		0:06:00	0:07:00	0:08:00	0:06:00	0:04:00	0:37:00	6	0:06:10
	Preparación de herramientas a utilizar	0:02:00		0:02:00					0:04:00	2	0:02:00
Control (verificación y ajuste) del sandril	0:06:00		0:10:00		0:04:00	0:05:00	0:07:00	0:32:00	5	0:06:24	
Control (verificación y ajuste) del sistema hidráulico	0:03:00		0:04:00					0:07:00	2	0:03:30	
Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del motor del sistema	0:02:00		0:02:00			0:02:00	0:02:00	0:08:00	4	0:02:00	
Salida de la unidad al parqueadero de Base de Operaciones	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:03:00	0:15:00	7	0:02:09	

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Tabla N° 8 – Toma de tiempos operativos proceso tipo 1 HL.

T.	DESCRIPCIÓN	MUESTRA DE TIEMPOS				ΣT	N	ΣT / N
		N.2	N.4	N.6	N.8			
TIEMPO OPERATIVO	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:08:00	4	0:02:00
	Preparación de herramientas a utilizar	0:02:00	0:04:00	0:05:00	0:03:00	0:14:00	4	0:03:30
	Apertura del cárter del motor del vehículo			0:03:00		0:03:00	1	0:03:00
	Selección de filtros a utilizar en motor de vehículo			0:01:00	0:01:00	0:02:00	2	0:01:00
	Obtención de diésel para filtros	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:08:00	4	0:02:00
	Retiro de filtros de fluidos (usados) del motor del vehículo			0:07:00	0:06:00	0:13:00	2	0:06:30
	Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del vehículo			0:01:00	0:02:00	0:03:00	2	0:01:30
	Reemplazo de filtros de fluidos al motor del vehículo			0:06:00	0:05:00	0:11:00	2	0:05:30
	Preparación de equipo para lubricación	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:02:00	0:05:00	4	0:01:15
	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del vehículo	0:07:00	0:07:00	0:09:00	0:06:00	0:29:00	4	0:07:15
	Preparación de herramientas a utilizar		0:01:00	0:01:00		0:02:00	2	0:01:00
	Control (verificación y ajustes) del sistema de transmisión del vehículo	0:04:00		0:04:00		0:08:00	2	0:04:00
	Control (verificación y ajustes) del sistema de suspensión del vehículo	0:05:00		0:04:00		0:09:00	2	0:04:30
	Control (verificación y ajustes) del sistema de freno del vehículo (sistema neumático)	0:09:00	0:03:00	0:08:00		0:20:00	3	0:06:40
	Control (verificación y ajustes) del sistema de dirección del vehículo	0:02:00	0:03:00	0:09:00	0:04:00	0:18:00	4	0:04:30
	Cierre del cárter del motor del vehículo			0:01:00		0:01:00	1	0:01:00
	Obtención de aceite (del camión lubricador) para motor del vehículo			0:07:00		0:07:00	1	0:07:00
	Colocar aceite al motor del vehículo			0:04:00		0:04:00	1	0:04:00
	Preparación de herramientas a utilizar			0:01:00		0:01:00	1	0:01:00
	Control (verificación y ajustes) del sistema de enfriamiento del motor del vehículo			0:02:00		0:02:00	1	0:02:00
	Apertura del cárter del motor del sistema	0:01:00	0:01:00		0:02:00	0:04:00	3	0:01:20
	Selección de filtros a utilizar en motor de sistema		0:02:00			0:02:00	1	0:02:00
	Retiro de filtros de fluidos (usados) del motor del sistema	0:03:00	0:03:00			0:06:00	2	0:03:00
	Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del sistema	0:02:00	0:02:00			0:04:00	2	0:02:00
	Reemplazo de filtros de fluidos al motor del sistema	0:07:00	0:11:00			0:18:00	2	0:09:00
	Preparación de equipo para lubricación	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:02:00	0:05:00	4	0:01:15
	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:12:00	4	0:03:00
	Preparación de herramientas a utilizar		0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:03:00	3	0:01:00
	Control (verificación y ajustes) del sandril	0:09:00	0:17:00	0:13:00	0:07:00	0:46:00	4	0:11:30
	Control (verificación y ajustes) del sistema hidráulico	0:04:00	0:23:00	0:05:00		0:32:00	3	0:10:40
	Cierre del cárter del motor del sistema	0:01:00	0:02:00		0:01:00	0:04:00	3	0:01:20
	Obtención de aceite (del camión lubricador) para motor del sistema	0:03:00	0:04:00		0:05:00	0:12:00	3	0:04:00
Colocar aceite al motor del sistema	0:02:00	0:03:00		0:04:00	0:09:00	3	0:03:00	
Preparación de herramientas a utilizar		0:01:00		0:01:00	0:02:00	2	0:01:00	
Control (verificación y ajustes) del sistema de enfriamiento del motor del sistema	0:02:00	0:04:00		0:02:00	0:08:00	3	0:02:40	
Salida de la unidad al parqueadero de Base de Operaciones	0:03:00	0:02:00	0:01:00	0:02:00	0:08:00	4	0:02:00	

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Tabla N° 9 – Toma de tiempos operativos proceso tipo 2 HL.

T.	DESCRIPCIÓN	MUESTRA DE TIEMPOS					ΣT	N	ΣT / N
		N.2	N.4	N.6	N.8	EST.			
TIEMPO OPERATIVO	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones	0:02:00	0:02:00	0:02:00	0:02:00		0:08:00	4	0:02:00
	Preparación de soplete				0:03:00		0:03:00	1	0:03:00
	Retiro de filtro de aire del motor del vehículo				0:01:00		0:01:00	1	0:01:00
	Limpieza de filtro de aire (sopleteado)				0:02:00		0:02:00	1	0:02:00
	Colocación de filtro de aire del motor del vehículo				0:02:00		0:02:00	1	0:02:00
	Preparación de equipo para lubricación	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:02:00		0:05:00	4	0:01:15
	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del vehículo	0:07:00	0:07:00	0:09:00	0:06:00		0:29:00	4	0:07:15
	Preparación de herramientas a utilizar		0:01:00	0:01:00			0:02:00	2	0:01:00
	Control (verificación y ajustes) del sistema de transmisión del vehículo	0:04:00		0:04:00			0:08:00	2	0:04:00
	Control (verificación y ajustes) del sistema de suspensión del vehículo	0:05:00		0:04:00			0:09:00	2	0:04:30
	Control (verificación y ajustes) del sistema de freno del vehículo (sistema neumático)	0:09:00	0:03:00	0:08:00			0:20:00	3	0:06:40
	Control (verificación y ajustes) del sistema de dirección del vehículo	0:02:00	0:03:00	0:09:00	0:04:00		0:18:00	4	0:04:30
	Control (verificación y ajustes) del sistema de enfriamiento del motor del vehículo			0:02:00			0:02:00	1	0:02:00
	Preparación de soplete					0:02:00	0:02:00	1	0:02:00
	Retiro de filtro de aire del motor del vehículo					0:01:00	0:01:00	1	0:01:00
	Limpieza de filtro de aire (sopleteado)					0:02:00	0:02:00	1	0:02:00
	Colocación de filtro de aire del motor del vehículo					0:02:00	0:02:00	1	0:02:00
	Preparación de equipo para lubricación	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:02:00		0:05:00	4	0:01:15
	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00		0:12:00	4	0:03:00
	Preparación de herramientas a utilizar		0:01:00	0:01:00	0:01:00		0:03:00	3	0:01:00
	Control (verificación y ajustes) del sandril	0:09:00	0:17:00	0:13:00	0:07:00		0:46:00	4	0:11:30
	Control (verificación y ajustes) del sistema hidráulico	0:04:00	0:23:00	0:05:00			0:32:00	3	0:10:40
	Control (verificación y ajustes) del sistema de enfriamiento del motor del sistema	0:02:00	0:04:00		0:02:00		0:08:00	3	0:02:40
Salida de la unidad al parqueadero de Base de Operaciones	0:03:00	0:02:00	0:01:00	0:02:00		0:08:00	4	0:02:00	

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Tabla N° 10 – Toma de tiempos inoperativos procesos Swab.

T.	DESCRIPCIÓN	MUESTRA DE TIEMPOS						ΣT	N	ΣT / N	
		N.1	N.3	N.5	N.7	N.9	N.10				N.11
TIEMPO INOPERATIVO	Realización de diversas actividades (mantenimientos correctivos emergentes)			0:35:00	1:18:00	0:44:00	0:20:00	0:55:00	3:52:00	5	0:46:24
	Reemplazo de herramientas (no controlada e injustificada)			0:04:00		0:07:00	0:13:00		0:24:00	3	0:08:00
	Drenado de aceite del motor del vehículo			0:07:00		0:14:00			0:21:00	2	0:10:30
	Drenado de aceite del motor del sistema					0:11:00	0:12:00	0:10:00	0:33:00	3	0:11:00
	Realización de diversas actividades dentro de los procesos (injustificados)			1:26:00			0:20:00		1:46:00	2	0:53:00
	Movimientos y traslados injustificados	0:07:00	0:12:00	0:16:00	0:10:00	0:27:00	0:17:00	0:21:00	1:50:00	7	0:15:43
	Realización de diversas actividades (ajenas a los procesos)	0:24:00		0:10:00	1:13:00	0:25:00		0:37:00	2:49:00	5	0:33:48
	Parado por indicaciones de la Supervisión encargada		0:14:00	0:20:00	0:03:00				0:37:00	3	0:12:20
	Parado por alimentación de los trabajadores (merienda)			0:40:00	0:45:00	1:00:00	1:00:00	0:40:00	4:05:00	5	0:49:00
	Parado por cumplimiento de necesidades biológicas	0:02:00							0:02:00	1	0:02:00
Parado por descanso (fatiga, sobre esfuerzo, ergonomía) < 5 minutos								0:00:00	0	0:00:00	

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Tabla N° 11 – Toma de tiempos inoperativos procesos HL.

T.	DESCRIPCIÓN	MUESTRA DE TIEMPOS					ΣT	N	ΣT / N
		N.2	N.4	N.6	N.8	EST.			
TIEMPO INOPERATIVO	Realización de diversas actividades (mantenimientos correctivos emergentes)	2:08:00	0:31:00	0:15:00	0:06:00		3:00:00	4	0:45:00
	Reemplazo de herramientas (no controlada e injustificada)		0:14:00				0:14:00	1	0:14:00
	Realización de diversas actividades dentro de los procesos (injustificados)	1:07:00					1:07:00	1	1:07:00
	Movimientos y traslados injustificados	0:37:00		0:06:00	0:07:00		0:50:00	3	0:16:40
	Realización de diversas actividades (ajenas a los procesos)		0:15:00				0:15:00	1	0:15:00
	Parado por indicaciones de la Supervisión encargada	0:06:00	0:20:00				0:26:00	2	0:13:00
	Parado por alimentación de los trabajadores (merienda)	0:40:00	0:40:00				1:20:00	2	0:40:00
	Parado por cumplimiento de necesidades biológicas		0:15:00				0:15:00	1	0:15:00
	Parado por descanso (fatiga, sobre esfuerzo, ergonomía) < 5 minutos						0:00:00	0	0:00:00

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Como se puede visualizar en las tablas anteriores, generadas como resultado del período de observación y levantamiento de información, se pudo obtener:

- Identificación de actividades realizadas por los trabajadores durante el desarrollo de los procesos.
- Clasificación de actividades en operativas e inoperativas.
- 7 observaciones de los procesos realizados en las unidades de SW.
- 4 observaciones de los procesos realizados en las unidades de HL.
- 1 estimación de tiempo en el proceso tipo 2 para la unidad de HL.
- Tiempos de cada actividad en cada una de las observaciones.
- Tiempos estándar o promedio de cada actividad.

Para obtener el tiempo estándar o promedio, se procedió en aplicar el principio de la media aritmética, mediante la siguiente formulación:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

\bar{X} = Tiempo estándar.

$\sum_{i=1}^n X_i$ = Sumatoria de todos los tiempos observados.

n = Cantidad de observaciones.

ANÁLISIS: Si se revisa detenidamente las tablas, se puede identificar que los procesos no se cumplen al 100% por incumplimiento de actividades.

Si se evalúan los motivos, se puede concluir que la falta de supervisión, la falta de una metodología estandarizada, interrupciones y distracciones generan a que los trabajadores no tengan una continuidad en su trabajo, finalizando con un proceso inconcluso y reportado como cumplido, generando riesgos en la operación.

3.6. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS.

3.6.1. ANÁLISIS POR DIAGRAMA DE FLUJO.

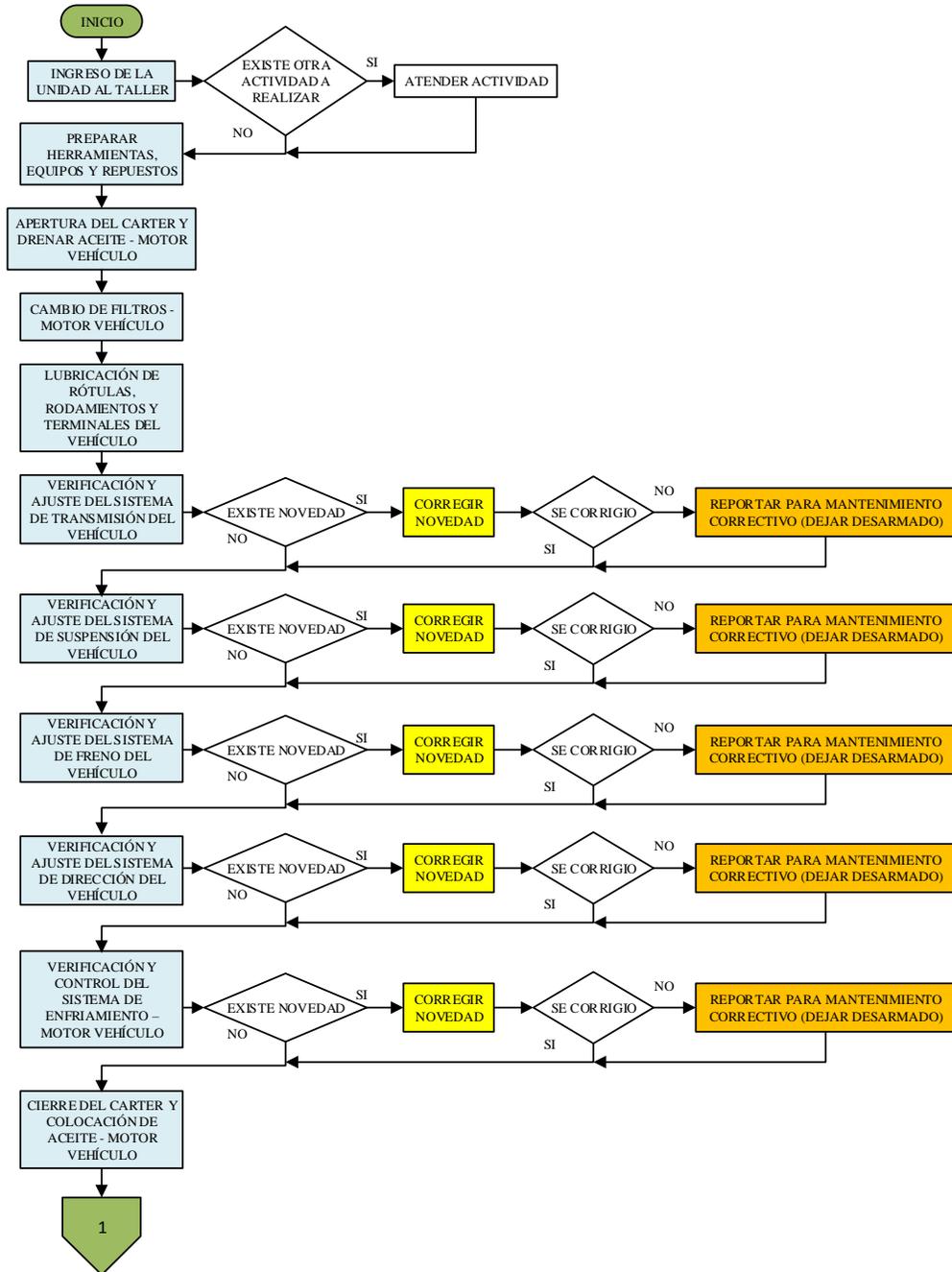
En el presente estudio se ha considerado que la herramienta “diagrama de flujo o flujograma” servirá para:

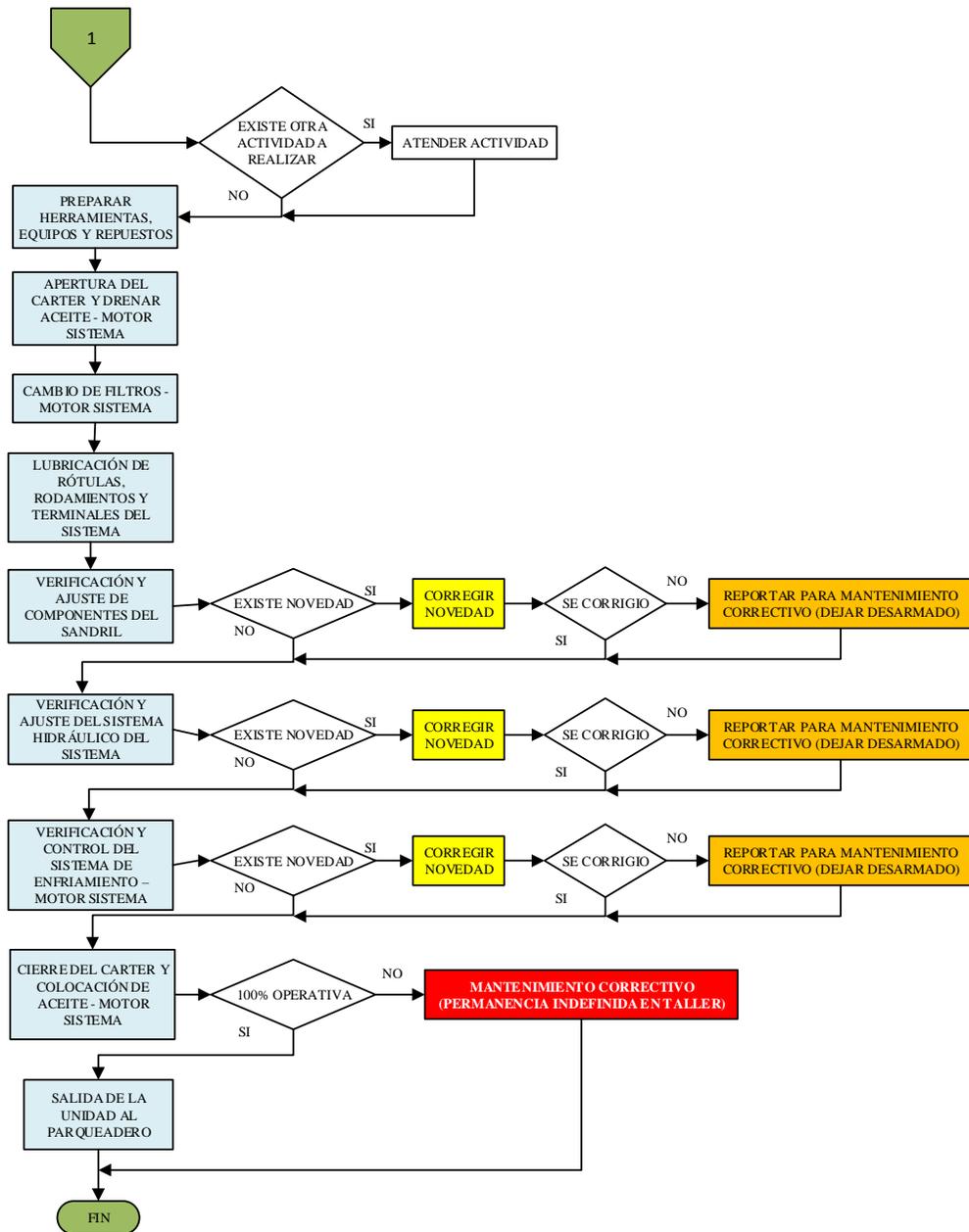
- Estandarizar las actividades dentro del proceso.
- Analizar el comportamiento de los trabajadores en la ejecución del mismo.
- Analizar el comportamiento de los trabajadores en la toma de decisiones.

Al ser una herramienta que no evalúa ni tiempos, ni productividad, sino comportamientos, permite unificar los diagramas de procesos de SW y HL en uno solo para proceso tipo 1 y otro para proceso tipo 2, esto se debe a que dichas unidades poseen amplias similitudes en componentes y su única diferencia operativa es en la capacidad de producción por ser de diferentes proporciones o tamaños.

En los gráficos N° 13 y 14 se puede visualizar que los procesos inician con el ingreso de la unidad al taller y terminan con la salida de la misma para los parqueaderos, también se puede apreciar que existen varias toma de decisiones que pueden comprometer el tiempo total del proceso de uno estimado (entre 12 a 18 horas) a uno indefinido por convertirlo en un proceso de segundo orden de importancia y pasarlo de un mantenimiento preventivo a uno correctivo.

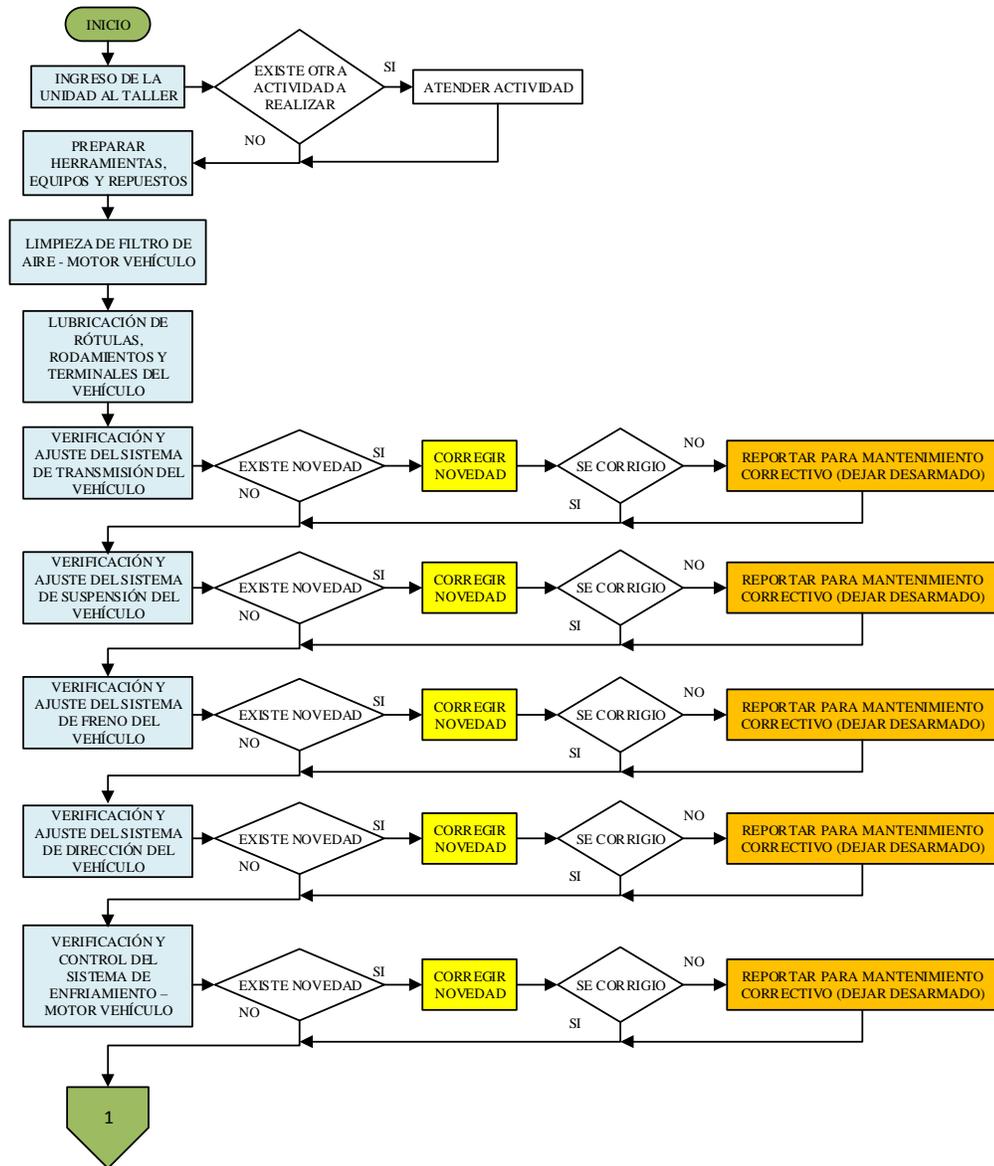
Gráfico N° 13 – Diagrama de flujo tipo 1 SW y HL.

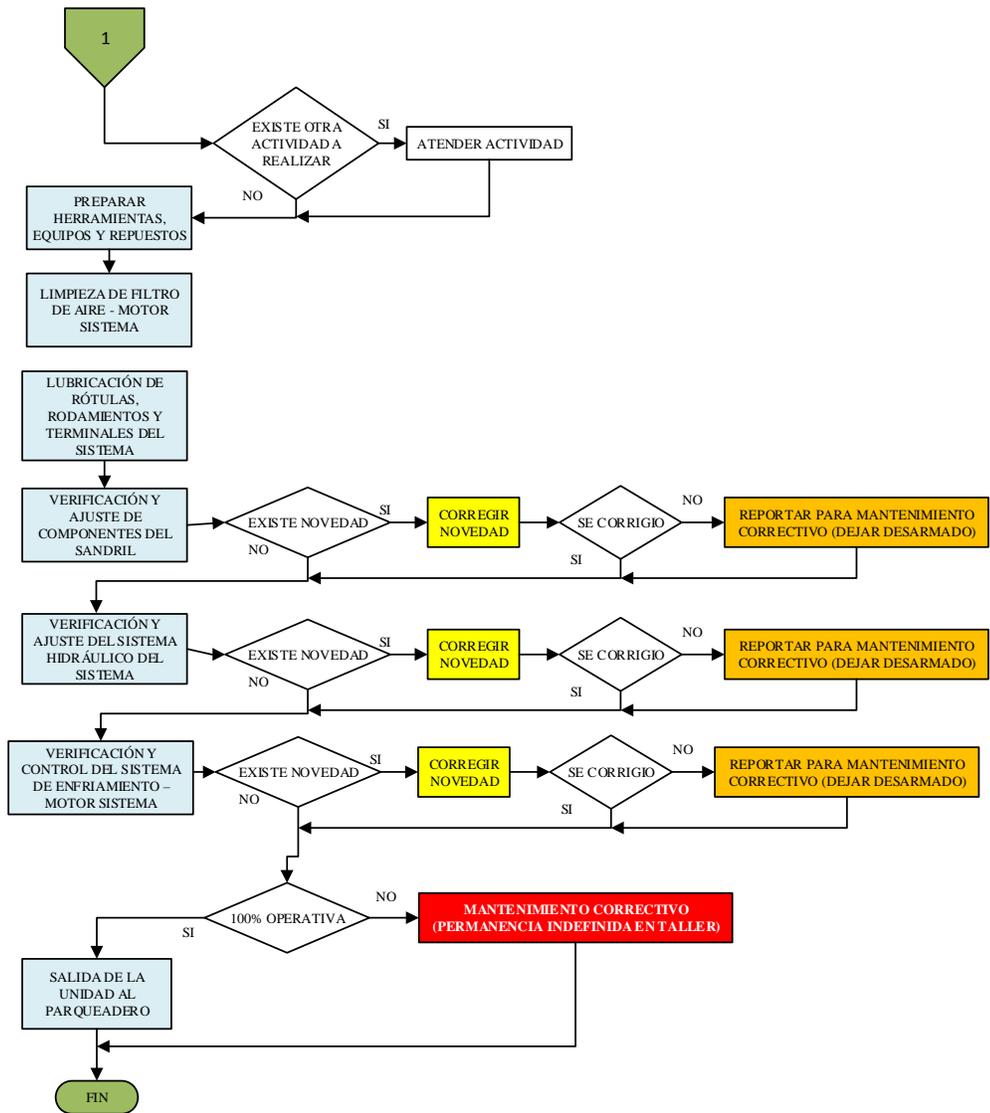




**Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.**

Gráfico N° 14 – Diagrama de flujo tipo 2 SW y HL.





**Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.**

ANÁLISIS: Con la revisión de los gráficos anteriores, se puede concluir que existe un riesgo considerable en que los procesos de inspección de operatividad que inician como una revisión y mantenimiento menor de carácter planificado y controlado, terminen en parados de máquina por sobrepasar los tiempos estimados y que exista la necesidad de utilizar la unidad en la operación.

Este riesgo surge del comportamiento de los trabajadores, producto de la disposición de su jefatura: “En ese período de tiempo inoperativo justificado se deben de realizar todo mantenimiento correctivo (identificado o inesperado) y trabajos programados en las unidades”, junto con el cumplimiento de actividades ajenas a los procesos, como son los trabajos de soldadura del área de suelda.

Obligando a que no se considere por ninguna razón la programación y control de tiempos en cada actividad, porque conforme se inspecciona cada componente de la unidad, se va intentando corregir los desvíos detectados, sin importar:

- La magnitud de gravedad del desvío.
- La existencia de repuestos requeridos y accesibles.
- La existencia del tiempo disponible.
- Las condiciones apropiadas para la corrección del desvío.

Los trabajadores proceden a desarmar el componente para tratar de corregir el desvío.

Generando la posibilidad que termine su guardia sin corregir el desvío y sin terminar el proceso de inspección de operatividad.

3.6.2. ANÁLISIS POR DIAGRAMA DE PROCESOS DE OPERACIÓN.

También se ha considerado en el presente estudio la herramienta “Diagrama de Proceso de Operación”, el cual servirá para:

- Estandarizar las actividades dentro del proceso,
- Analizar la secuencia de las actividades durante la ejecución del mismo,
- Dividir al proceso en más de una parte.

Por ser una herramienta que no fue diseñada para evaluar tiempos, productividad o comportamientos, sino secuencialidad, permite unificar los diagramas de procesos de SW y HL en uno solo para proceso tipo 1 y otro para proceso tipo 2, por las razones antes mencionadas.

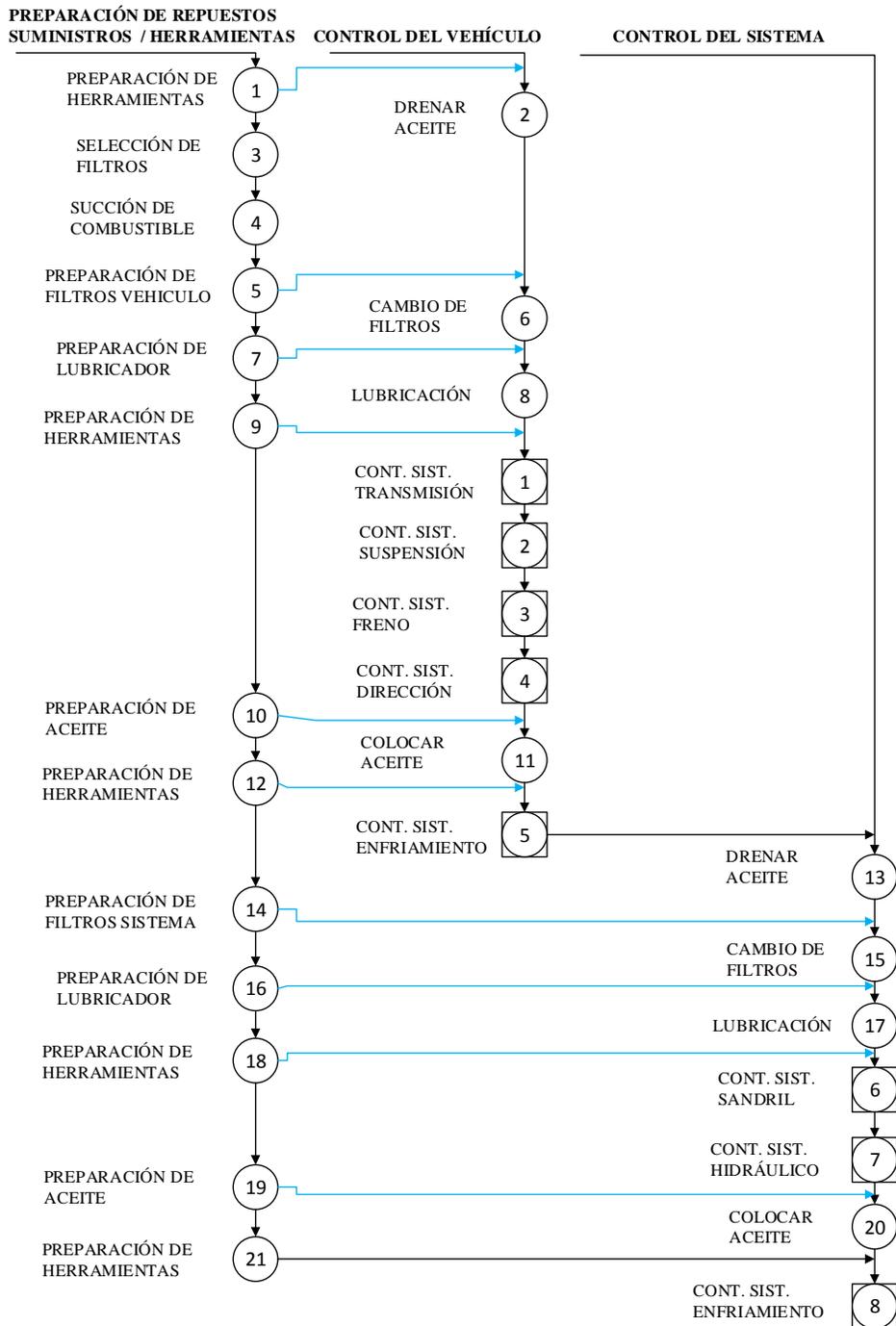
En los gráficos N° 15 y 16 se puede visualizar que la metodología del diagrama ha permitido dividir a los procesos en tres partes:

- El ingreso de los recursos al proceso,
- Un subproceso relacionado al vehículo,
- Un subproceso relacionado al sistema de extracción.

Y a su vez refleja los detalles de ingreso de recursos a los subprocesos, demostrando la independencia entre las actividades asociadas al vehículo y las actividades asociadas al sistema de extracción.

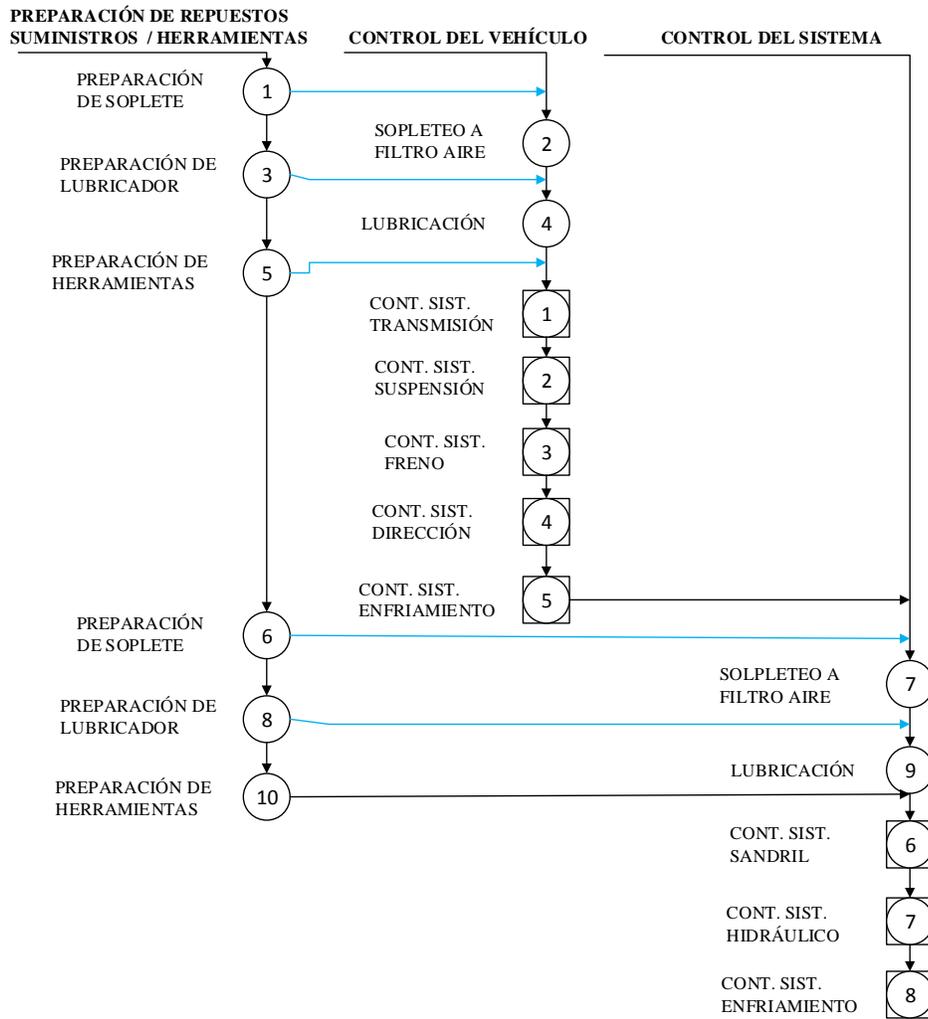
Las actividades han sido representadas mediante las simbologías de la operación y operación-inspección, debido a que el proceso en sí es evaluativo, genera a que todas las actividades deban ser asociadas a las simbologías antes mencionadas.

Gráfico N° 15 – Diagrama de operación tipo 1 SW y HL.



Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 16 – Diagrama de operación tipo 2 SW y HL.



**Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.**

ANÁLISIS: Con la revisión de los gráficos anteriores se puede evidenciar con mayor precisión que existen:

En los procesos tipo 1 de las unidades SW y HL:

- 21 actividades identificadas como operación.
- 8 actividades identificadas como operación-inspección.

En los procesos tipo 2 de las unidades SW y HL:

- 10 actividades identificadas como operación.
- 8 actividades identificadas como operación-inspección.

Se puede determinar que existen actividades que se repiten por la descoordinación o falta de metodología estandarizada, como por ejemplo:

- Preparación de herramientas.
- Preparación de filtros.
- Preparación de equipo lubricador
- Preparación de aceite.

La repetición de dichas actividades, aunque por su naturaleza no son consideradas como demoras o tiempos improductivos dentro del proceso, si se debe tener en consideración que son tiempos que pueden ser reducidos o eliminados con una mejor organización y estandarización de metodología.

Adicional, también se puede evidenciar las actividades que por ninguna razón sus tiempos pueden ser reducidos o eliminados, como las 8 actividades consideradas como operación-inspección debido a que son primordiales en estos procesos.

3.6.3. ANÁLISIS POR DIAGRAMA DE PROCESOS.

Como parte de las herramientas necesarias para el presente estudio, se ha seleccionado el “Diagrama de Procesos”, el cual servirá para:

- Estandarizar las actividades,
- Evaluar los tiempos empleados en cada actividad,
- Identificar las demoras o los tiempos improductivos.

Como es una herramienta que evalúa los tiempos de cada actividad y productividad, exige que cada proceso tenga su propio diagrama; es decir, dos para SW y dos para HL según su tipo de proceso.

En los gráficos N° 17, 18, 19 y 20, se puede visualizar los tiempos promedios o estándares de cada actividad junto con su clasificación simbólica, el cual permite fácilmente identificar si es una operación, operación-inspección, transporte, almacenamiento o es considerado como una demora por no pertenecer directamente al proceso o ser considerado como un tiempo improductivo.

Por medio de estos diagramas, se podrá resumir o eliminar actividades con las justificaciones respectivas e incluso suprimir las demoras con las recomendaciones realizadas.

Por las razones antes manifestadas, posterior a cada diagrama y resumen se procederá con una evaluación individualizada, determinando las posibles demoras y principalmente su origen para disminución o eliminación.

Gráfico N° 17 – Diagrama de procesos tipo 1 Swab.

N.	DESCRIPCIÓN	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				
			○	➔	◻	◻	▽
1	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones	0:02:00	○				
2	Realización de diversas actividades (mantenimientos correctivos emergentes)	0:46:24				◻	
3	Preparación de herramientas a utilizar	0:05:09	○				
4	Apertura del cárter del motor del vehículo	0:02:15	○				
5	Parado por alimentación de los trabajadores (merienda)	0:49:00				◻	
6	Selección de filtros a utilizar en motor de vehículo	0:02:15	○				
7	Obtención de diésel para filtros	0:02:10	○				
8	Movimientos y traslados injustificados	0:03:10				◻	
9	Retiro de filtros de fluidos (usados) del motor del vehículo	0:17:15	○				
10	Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del vehículo	0:02:15	○				
11	Reemplazo de filtros de fluidos al motor del vehículo	0:13:45	○				
12	Movimientos y traslados injustificados	0:04:00				◻	
13	Realización de diversas actividades (ajenas a los procesos)	0:14:00				◻	
14	Preparación de equipo para lubricación	0:02:09	○				
15	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del vehículo	0:11:17	○				
16	Preparación de herramientas a utilizar	0:02:20	○				
17	Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión del vehículo	0:08:15			◻		
18	Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión del vehículo	0:04:17			◻		
19	Control (verificación y ajuste) del sistema de freno del vehículo	0:05:24			◻		
20	Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección del vehículo	0:03:26			◻		
TOTAL		3:20:46	11	0	4	5	0
OBSERVACIONES:						PÁG. # 01/03	

N.	DESCRIPCIÓN	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS					
			○	➔	◻	◻	▽	
1	Movimientos y traslados injustificados	0:05:00					◻	
2	Cierre del cárter del motor del vehículo	0:01:45	○					
3	Obtención de aceite (del camión lubricador) para motor del vehículo	0:15:15	○					
4	Colocar aceite al motor del vehículo	0:07:45	○					
5	Preparación de herramientas a utilizar	0:01:40	○					
6	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del vehículo	0:02:12			◻			
7	Realización de diversas actividades (ajenas a los procesos)	0:10:00					◻	
8	Apertura del cárter del motor del sistema	0:01:45	○					
9	Drenado de aceite del motor del sistema	0:11:00					◻	
10	Selección de filtros a utilizar en motor de sistema	0:02:00	○					
11	Movimientos y traslados injustificados	0:03:00					◻	
12	Retiro de filtros de fluidos (usados) del motor del sistema	0:06:45	○					
13	Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del sistema	0:02:00	○					
14	Reemplazo de filtros de fluidos al motor del sistema	0:04:15	○					
15	Movimientos y traslados injustificados	0:02:00					◻	
16	Realización de diversas actividades (ajenas a los procesos)	0:09:00					◻	
17	Preparación de equipo para lubricación	0:02:15	○					
18	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril	0:06:10	○					
19	Preparación de herramientas a utilizar	0:02:00	○					
20	Control (verificación y ajuste) del sandril	0:06:24			◻			
TOTAL		1:42:11	12	0	2	6	0	
OBSERVACIONES:							PÁG. # 02/03	

N.	DESCRIPCIÓN	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				
			○	➔	⊗	□	▽
1	Control (verificación y ajuste) del sistema hidráulico	0:03:30			⊗		
2	Cierre del cárter del motor del sistema	0:01:00	○				
3	Obtención de aceite (del camión lubricador) para motor del sistema	0:09:00	○				
4	Colocar aceite al motor del sistema	0:06:30	○				
5	Preparación de herramientas a utilizar	0:02:00	○				
6	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del sistema	0:02:00			⊗		
7	Salida de la unidad al parqueadero de Base de Operaciones	0:02:09	○				
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
TOTAL		0:26:09	5	0	2	0	0
OBSERVACIONES:						PÁG. # 03/03	

N.	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO
1	Operación		28	2:17:04
2	Transporte		0	0:00:00
3	Operación-Inspección		8	0:35:28
4	Demora		11	2:36:34
5	Almacenamiento		0	0:00:00
TOTAL			47	5:29:06

Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

ANÁLISIS: Como resultado del diagrama, se ha obtenido un proceso que inicia con el ingreso de la unidad al taller y finaliza con la salida del taller a los parqueaderos con un tiempo total de 5 horas, 29 minutos y 6 segundos.

Según sus procedimientos vigentes, este proceso debería requerir un tiempo mínimo necesario de 18 horas, al no ser evidenciado en ninguna observación el requerimiento de dicho tiempo, se estaría generando un tiempo adicional, holgura o colchón (tiempo improductivo) de 12 horas, 30 minutos y 54 segundos.

Como se puede evidenciar en el diagrama, de las 3 clasificaciones (operación, operación-inspección y demora) detectadas entre las actividades, la que ocupa el 47.57% del tiempo total del proceso es la demora.

Con lo cual se puede determinar la ineficiencia del proceso evaluado por desperdicio del recurso tiempo.

Gráfico N° 18 – Diagrama de procesos tipo 1 HL.

N.	DESCRIPCIÓN	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				
			○	➔	◻	◻	▽
1	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones	0:02:00	○				
2	Realización de diversas actividades (mantenimientos correctivos emergentes)	0:45:00				◻	
3	Preparación de herramientas a utilizar	0:03:30	○				
4	Apertura del cárter del motor del vehículo	0:03:00	○				
5	Parado por alimentación de los trabajadores (merienda)	0:40:00				◻	
6	Selección de filtros a utilizar en motor de vehículo	0:01:00	○				
7	Obtención de diésel para filtros	0:02:00	○				
8	Movimientos y traslados injustificados	0:03:40				◻	
9	Retiro de filtros de fluidos (usados) del motor del vehículo	0:06:30	○				
10	Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del vehículo	0:01:30	○				
11	Reemplazo de filtros de fluidos al motor del vehículo	0:05:30	○				
12	Movimientos y traslados injustificados	0:04:00				◻	
13	Realización de diversas actividades (ajenas a los procesos)	0:06:00				◻	
14	Preparación de equipo para lubricación	0:01:15	○				
15	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del vehículo	0:07:15	○				
16	Preparación de herramientas a utilizar	0:01:00	○				
17	Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión del vehículo	0:04:00			◻		
18	Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión del vehículo	0:04:30			◻		
19	Control (verificación y ajuste) del sistema de freno del vehículo	0:06:40			◻		
20	Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección del vehículo	0:04:30			◻		
TOTAL		2:32:50	11	0	4	5	0
OBSERVACIONES:						PÁG. # 01/03	

N.	DESCRIPCIÓN	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				
			○	➔	⊗	⊐	▽
1	Movimientos y traslados injustificados	0:03:00				⊐	
2	Cierre del cárter del motor del vehículo	0:01:00	○				
3	Obtención de aceite (del camión lubricador) para motor del vehículo	0:07:00	○				
4	Colocar aceite al motor del vehículo	0:04:00	○				
5	Preparación de herramientas a utilizar	0:01:00	○				
6	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del vehículo	0:02:00			⊗		
7	Realización de diversas actividades (ajenas a los procesos)	0:04:00				⊐	
8	Apertura del cárter del motor del sistema	0:01:20	○				
9	Drenado de aceite del motor del sistema	0:07:30				⊐	
10	Selección de filtros a utilizar en motor de sistema	0:02:00	○				
11	Movimientos y traslados injustificados	0:01:00				⊐	
12	Retiro de filtros de fluidos (usados) del motor del sistema	0:03:00	○				
13	Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del sistema	0:02:00	○				
14	Reemplazo de filtros de fluidos al motor del sistema	0:09:00	○				
15	Movimientos y traslados injustificados	0:05:00				⊐	
16	Realización de diversas actividades (ajenas a los procesos)	0:05:00				⊐	
17	Preparación de equipo para lubricación	0:01:15	○				
18	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril	0:03:00	○				
19	Preparación de herramientas a utilizar	0:01:00	○				
20	Control (verificación y ajuste) del sandril	0:11:30			⊗		
TOTAL		1:14:35	12	0	2	6	0
OBSERVACIONES:						PÁG. # 02/03	

N.	DESCRIPCIÓN	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				
			○	➔	⊗	□	▽
1	Control (verificación y ajuste) del sistema hidráulico	0:10:40			⊗		
2	Cierre del cárter del motor del sistema	0:01:20	○				
3	Obtención de aceite (del camión lubricador) para motor del sistema	0:04:00	○				
4	Colocar aceite al motor del sistema	0:03:00	○				
5	Preparación de herramientas a utilizar	0:01:00	○				
6	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del sistema	0:02:40			⊗		
7	Salida de la unidad al parqueadero de Base de Operaciones	0:02:00	○				
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
TOTAL		0:24:40	5	0	2	0	0
OBSERVACIONES:						PÁG. # 03/03	

N.	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO
1	Operación		28	1:21:25
2	Transporte		0	0:00:00
3	Operación-Inspección		8	0:46:30
4	Demora		11	2:04:10
5	Almacenamiento		0	0:00:00
TOTAL			47	4:12:05

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

ANÁLISIS: En el anterior diagrama se ha obtenido como resultado, un proceso que inicia de igual manera con el ingreso de la unidad al taller y finaliza con la salida del taller a los parqueaderos de Base de Operaciones con un tiempo total de 4 horas, 12 minutos y 5 segundos.

Según las herramientas de sus procedimientos vigentes, este proceso también debería requerir de un tiempo mínimo necesario de 18 horas, al no justificarse dicho tiempo, de igual manera se estaría generando un tiempo adicional, holgura o colchón (tiempo improductivo) de 13 horas, 47 minutos y 55 segundos.

Como se puede evidenciar de las 3 clasificaciones detectadas entre las actividades, la que ocupa el mayor porcentaje, con el 49.34% del tiempo total del proceso es la demora.

Se puede concluir que el proceso evaluado es ineficiente por desperdicio del recurso tiempo de los trabajadores.

Gráfico N° 19 – Diagrama de procesos tipo 2 Swab.

N.	DESCRIPCIÓN	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				
			○	➔	◻	◻	▽
1	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones	0:02:00	○				
2	Realización de diversas actividades (mantenimientos correctivos emergentes)	0:46:24				◻	
3	Preparación de soplete	0:01:00	○				
4	Retiro de filtro de aire del motor del vehículo	0:02:00	○				
5	Limpieza de filtro de aire (sopleteado)	0:02:00	○				
6	Colocación de filtro de aire del motor del vehículo	0:03:00	○				
7	Parado por alimentación de los trabajadores (merienda)	0:49:00				◻	
8	Preparación de equipo para lubricación	0:02:09	○				
9	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del vehículo	0:11:17	○				
10	Movimientos y traslados injustificados	0:03:43				◻	
11	Preparación de herramientas a utilizar	0:02:20	○				
12	Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión del vehículo	0:08:15			◻		
13	Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión del vehículo	0:04:17			◻		
14	Control (verificación y ajuste) del sistema de freno del vehículo	0:05:24			◻		
15	Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección del vehículo	0:03:26			◻		
16	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del vehículo	0:02:12			◻		
17	Movimientos y traslados injustificados	0:05:00				◻	
18	Realización de diversas actividades (ajenas a los procesos)	0:14:48				◻	
19	Preparación de soplete	0:01:00	○				
20	Retiro de filtro de aire del motor del vehículo	0:02:00	○				
TOTAL		2:51:15	10	0	5	5	0
OBSERVACIONES:						PÁG. # 01/02	

N.	DESCRIPCIÓN	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				
			○	➔	◻	◐	▽
1	Limpieza de filtro de aire (sopleteado)	0:02:00	○				
2	Colocación de filtro de aire del motor del vehículo	0:02:00	○				
3	Realización de diversas actividades (ajenas a los procesos)	0:10:00				◐	
4	Preparación de equipo para lubricación	0:02:15	○				
5	Movimientos y traslados injustificados	0:04:00				◐	
6	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril	0:06:10	○				
7	Movimientos y traslados injustificados	0:03:00				◐	
8	Preparación de herramientas a utilizar	0:02:00	○				
9	Control (verificación y ajuste) del sandril	0:06:24			◻		
10	Control (verificación y ajuste) del sistema hidráulico	0:03:30			◻		
11	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del motor del sistema	0:02:00			◻		
12	Realización de diversas actividades (ajenas a los procesos)	0:09:00				◐	
13	Salida de la unidad al parqueadero de Base de Operaciones	0:02:09	○				
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
TOTAL		0:54:28	6	0	3	4	0
OBSERVACIONES:						PÁG. # 02/02	

N.	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO
1	Operación		16	0:45:20
2	Transporte		0	0:00:00
3	Operación-Inspección		8	0:35:28
4	Demora		9	2:24:55
5	Almacenamiento		0	0:00:00
TOTAL			33	3:45:43

Fuente: Datos de investigación.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

ANÁLISIS: Como resultado del diagrama de estudio, se tiene un proceso con un tiempo total de 3 horas, 45 minutos y 43 segundos.

Según sus herramientas vigentes de control de gestión, este proceso debería requerir un tiempo mínimo necesario de 12 horas, al no requerirse dicho tiempo, también se estaría generando un tiempo adicional, holgura o colchón (tiempo improductivo) de 8 horas, 14 minutos y 17 segundos.

Como se puede evidenciar en el diagrama, de las 3 clasificaciones detectadas entre las actividades, ocupando el 64.20% y considerado de mayor porcentaje del tiempo total del proceso es la demora.

Por lo cual, también se identifica la ineficiencia del proceso evaluado por desperdicios y mal uso del recurso tiempo.

Gráfico N° 20 – Diagrama de procesos tipo 2 HL.

N.	DESCRIPCIÓN	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				
			○	➔	◻	◻	▽
1	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones	0:02:00	○				
2	Realización de diversas actividades (mantenimientos correctivos emergentes)	0:45:00				◻	
3	Preparación de soplete	0:03:00	○				
4	Retiro de filtro de aire del motor del vehículo	0:01:00	○				
5	Limpieza de filtro de aire (sopleteado)	0:02:00	○				
6	Colocación de filtro de aire del motor del vehículo	0:02:00	○				
7	Parado por alimentación de los trabajadores (merienda)	0:40:00				◻	
8	Preparación de equipo para lubricación	0:01:15	○				
9	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del vehículo	0:07:15	○				
10	Movimientos y traslados injustificados	0:03:40				◻	
11	Preparación de herramientas a utilizar	0:01:00	○				
12	Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión del vehículo	0:04:00			◻		
13	Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión del vehículo	0:04:30			◻		
14	Control (verificación y ajuste) del sistema de freno del vehículo	0:06:40			◻		
15	Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección del vehículo	0:04:30			◻		
16	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del vehículo	0:02:00			◻		
17	Movimientos y traslados injustificados	0:04:00				◻	
18	Realización de diversas actividades (ajenas a los procesos)	0:06:00				◻	
19	Preparación de soplete	0:02:00	○				
20	Retiro de filtro de aire del motor del vehículo	0:01:00	○				
TOTAL		2:22:50	10	0	5	5	0
OBSERVACIONES:						PÁG. # 01/02	

N.	DESCRIPCIÓN	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				
			○	➔	◻	◐	▽
1	Limpieza de filtro de aire (sopleteado)	0:02:00	○				
2	Colocación de filtro de aire del motor del vehículo	0:02:00	○				
3	Realización de diversas actividades (ajenas a los procesos)	0:04:00				◐	
4	Preparación de equipo para lubricación	0:01:15	○				
5	Movimientos y traslados injustificados	0:03:00				◐	
6	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril	0:03:00	○				
7	Movimientos y traslados injustificados	0:06:00				◐	
8	Preparación de herramientas a utilizar	0:01:00	○				
9	Control (verificación y ajuste) del sandril	0:11:30			◻		
10	Control (verificación y ajuste) del sistema hidráulico	0:10:40			◻		
11	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del motor del sistema	0:02:40			◻		
12	Realización de diversas actividades (ajenas a los procesos)	0:05:00				◐	
13	Salida de la unidad al parqueadero de Base de Operaciones	0:02:00	○				
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
TOTAL		0:54:05	6	0	3	4	0
OBSERVACIONES:						PÁG. # 02/02	

N.	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO
1	Operación		16	0:33:45
2	Transporte		0	0:00:00
3	Operación-Inspección		8	0:46:30
4	Demora		9	1:56:40
5	Almacenamiento		0	0:00:00
TOTAL			33	3:16:55

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

ANÁLISIS: Como resultado del diagrama de este proceso evaluado, se tiene un tiempo total de 3 horas, 16 minutos y 55 segundos. Según sus procedimientos o herramientas vigentes, este proceso también requiere de un tiempo mínimo necesario de 12 horas, al no utilizarse dicho tiempo, se estaría de igual manera generando un tiempo adicional y holgura de 8 horas, 43 minutos y 5 segundos.

Como se ha podido evidenciar de las 3 clasificaciones detectadas entre las actividades, el que ocupa el 59.25% del tiempo total del proceso es la demora.

ANÁLISIS GENERAL DE DEMORAS: Las demoras son producto de que:

- Se ingresa la unidad al taller, pero los mecánicos realizan diversas actividades emergentes (mantenimientos correctivos) en otras unidades.
- Al ser un proceso con un tiempo actual extenso, genera fatiga o estrés laboral, obteniendo como resultado que los trabajadores cambien de actividad (movimientos y traslados ajenos, injustificados o innecesarios).
- Aunque la alimentación laboral es un tiempo suplementario y por lo tanto no se puede eliminar o disminuir, si genera un retraso a todo el proceso.

3.6.4. ANÁLISIS POR DIAGRAMA DE PERT.

Como parte de las herramientas que se utilizará en el presente estudio, se ha seleccionado el “Diagrama de Pert”, el cual servirá para:

- Determinar la precedencia de las actividades,
- Determinar el tiempo mínimo necesario del proceso,
- Establecer la ruta crítica del proceso.

Al ser una herramienta que evalúa tiempos y secuencialidad, nos exige que cada proceso tenga su propio diagrama, es decir, dos para SW y dos para HL.

En los gráficos N° 21, 22, 23, y 24 se puede visualizar las actividades estandarizadas de las tablas N° 12 y 13 según la tendencia o moda evidenciada en las observaciones realizadas, esto ha permitido que por medio de la metodología del diagrama, se determine el tiempo mínimo necesario del proceso y a su vez su ruta crítica.

Para el presente estudio es necesario identificar la ruta crítica, determinando las actividades que no pueden ser alteradas en sus tiempos promedio o de lo contrario afectaría el tiempo total de todo el proceso y también a las actividades que no forman parte de la ruta crítica, las cuales poseen holgura e incluso pueden ser realizadas por otro trabajador.

Tabla N° 12 – Actividades procesos tipo 1.

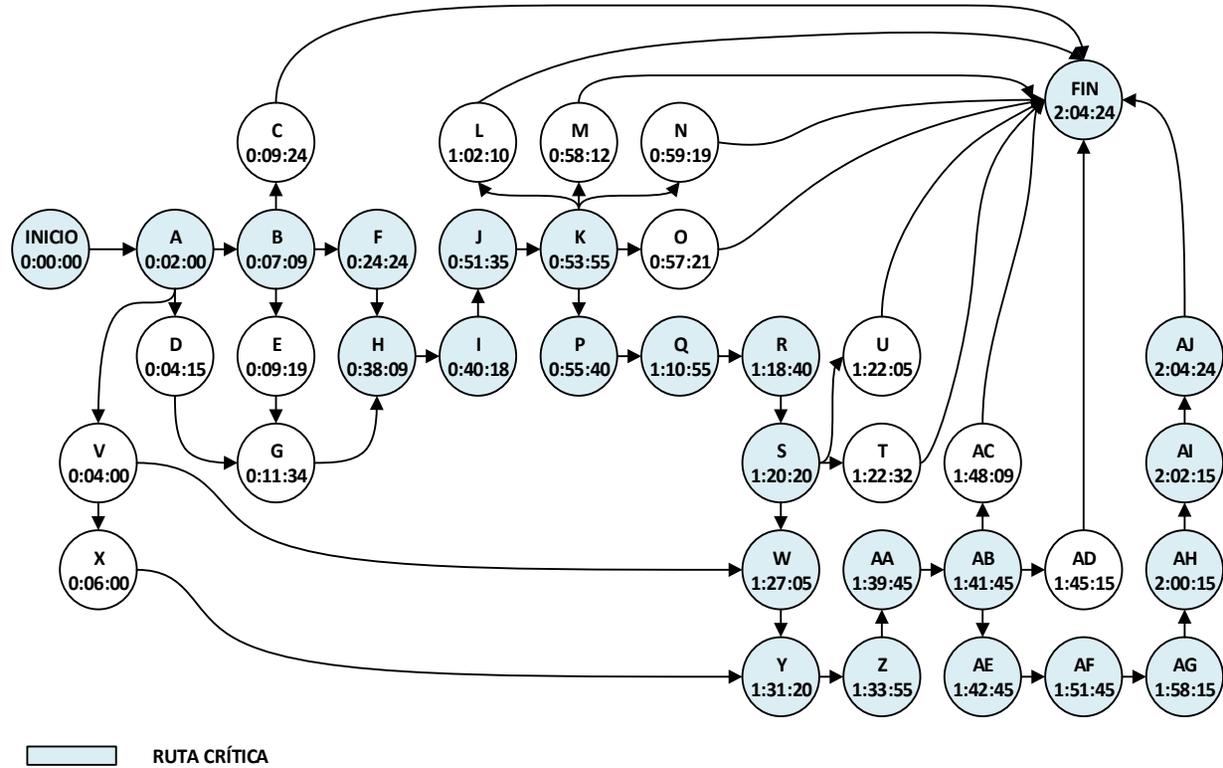
PROCESO TIPO 1	
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones
B	Preparación de herramientas a utilizar
C	Apertura del cárter del motor del vehículo
D	Selección de filtros a utilizar en motor de vehículo
E	Obtención de diésel para filtros
F	Retiro de filtros de fluidos (usados) del motor del vehículo
G	Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del vehículo
H	Reemplazo de filtros de fluidos al motor del vehículo
I	Preparación de equipo para lubricación
J	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del vehículo
K	Preparación de herramientas a utilizar
L	Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión del vehículo
M	Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión del vehículo
N	Control (verificación y ajuste) del sistema de freno del vehículo (sistema neumático)
O	Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección del vehículo
P	Cierre del cárter del motor del vehículo
Q	Obtención de aceite (del camión lubricador) para motor del vehículo
R	Colocar aceite al motor del vehículo
S	Preparación de herramientas a utilizar
T	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del motor del vehículo
U	Apertura del cárter del motor del sistema
V	Selección de filtros a utilizar en motor de sistema
W	Retiro de filtros de fluidos (usados) del motor del sistema
X	Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del sistema
Y	Reemplazo de filtros de fluidos al motor del sistema
Z	Preparación de equipo para lubricación
AA	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril
AB	Preparación de herramientas a utilizar
AC	Control (verificación y ajuste) del sandril
AD	Control (verificación y ajuste) del sistema hidráulico
AE	Cierre del cárter del motor del sistema
AF	Obtención de aceite (del camión lubricador) para motor del sistema
AG	Colocar aceite al motor del sistema
AH	Preparación de herramientas a utilizar
AI	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del motor del sistema
AJ	Salida de la unidad al parqueadero de Base de Operaciones

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 21 – Diagrama de Pert tipo 1 Swab.

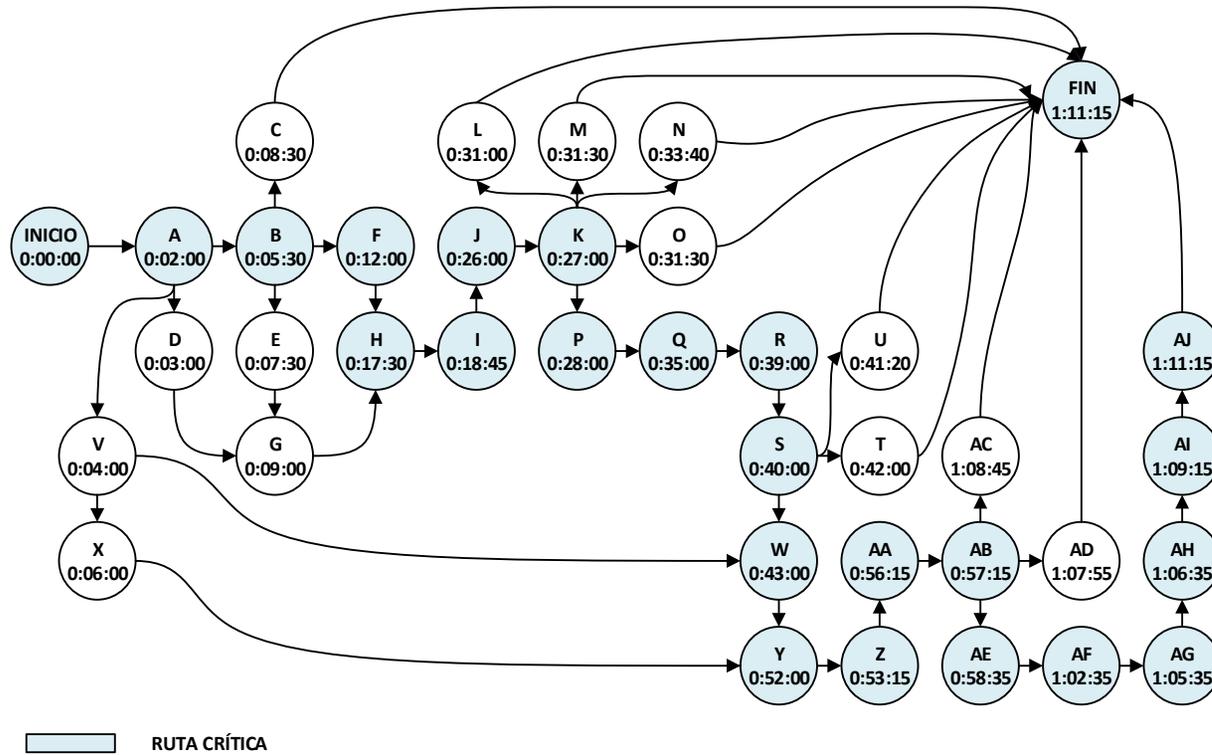
ACTIV.	PRECEDE	TIEMPO
A	-	0:02:00
B	A	0:05:09
C	B	0:02:15
D	A	0:02:15
E	B	0:02:10
F	B	0:17:15
G	D,E	0:02:15
H	G,F	0:13:45
I	H	0:02:09
J	I	0:11:17
K	J	0:02:20
L	K	0:08:15
M	K	0:04:17
N	K	0:05:24
O	K	0:03:26
P	K	0:01:45
Q	P	0:15:15
R	Q	0:07:45
S	R	0:01:40
T	S	0:02:12
U	S	0:01:45
V	A	0:02:00
W	V,S	0:06:45
X	V	0:02:00
Y	X,W	0:04:15
Z	Y	0:02:15
AA	Z	0:06:10
AB	AA	0:02:00
AC	AB	0:06:24
AD	AB	0:03:30
AE	AB	0:01:00
AF	AE	0:09:00
AG	AF	0:06:30
AH	AG	0:02:00
AI	AH	0:02:00
AJ	AI	0:02:09



Fuente: Datos de investigación.
 Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 22 – Diagrama de Pert tipo 1 HL.

ACTIV.	PRECEDE	TIEMPO
A	-	0:02:00
B	A	0:03:30
C	B	0:03:00
D	A	0:01:00
E	B	0:02:00
F	B	0:06:30
G	D,E	0:01:30
H	G,F	0:05:30
I	H	0:01:15
J	I	0:07:15
K	J	0:01:00
L	K	0:04:00
M	K	0:04:30
N	K	0:06:40
O	K	0:04:30
P	K	0:01:00
Q	P	0:07:00
R	Q	0:04:00
S	R	0:01:00
T	S	0:02:00
U	S	0:01:20
V	A	0:02:00
W	V,S	0:03:00
X	V	0:02:00
Y	X,W	0:09:00
Z	Y	0:01:15
AA	Z	0:03:00
AB	AA	0:01:00
AC	AB	0:11:30
AD	AB	0:10:40
AE	AB	0:01:20
AF	AE	0:04:00
AG	AF	0:03:00
AH	AG	0:01:00
AI	AH	0:02:40
AJ	AI	0:02:00



Fuente: Datos de investigación.
 Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Tabla N° 13 – Actividades procesos tipo 2.

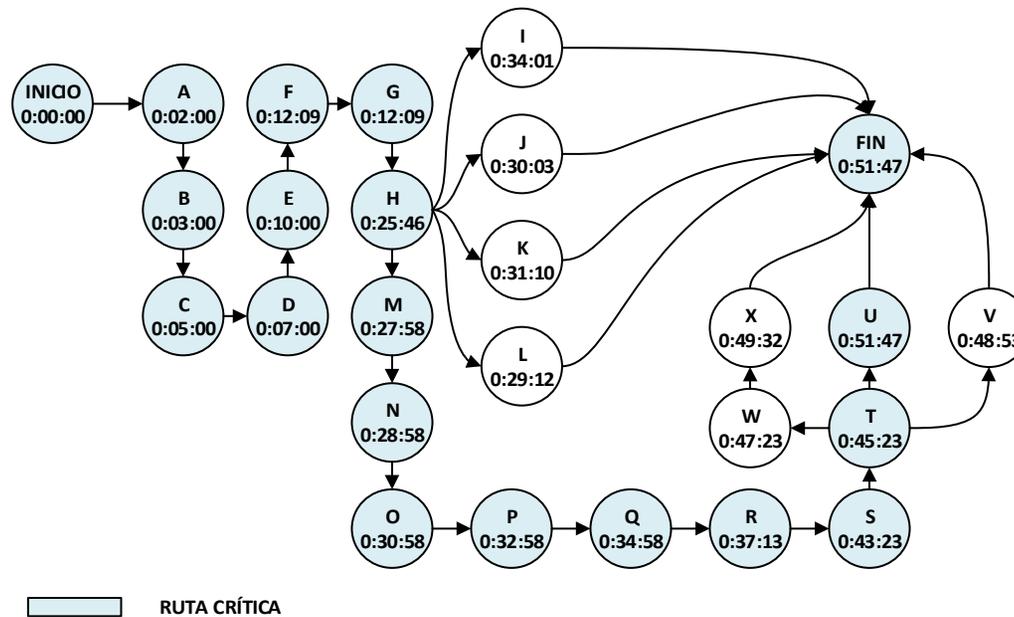
PROCESO TIPO 2	
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones
B	Preparación de soplete
C	Retiro de filtro de aire del motor del vehículo
D	Limpieza de filtro de aire (sopleteado)
E	Colocación de filtro de aire del motor del vehículo
F	Preparación de equipo para lubricación
G	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del vehículo
H	Preparación de herramientas a utilizar
I	Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión del vehículo
J	Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión del vehículo
K	Control (verificación y ajuste) del sistema de freno del vehículo (sistema neumático)
L	Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección del vehículo
M	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del motor del vehículo
N	Preparación de soplete
O	Retiro de filtro de aire del motor del vehículo
P	Limpieza de filtro de aire (sopleteado)
Q	Colocación de filtro de aire del motor del vehículo
R	Preparación de equipo para lubricación
S	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril
T	Preparación de herramientas a utilizar
U	Control (verificación y ajuste) del sandril
V	Control (verificación y ajuste) del sistema hidráulico
W	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del motor del sistema
X	Salida de la unidad al parqueadero de Base de Operaciones

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 23 – Diagrama de Pert tipo 2 Swab.

ACTIV.	PRECEDE	TIEMPO
A	-	0:02:00
B	A	0:01:00
C	B	0:02:00
D	C	0:02:00
E	D	0:03:00
F	E	0:02:09
G	F	0:11:17
H	G	0:02:20
I	H	0:08:15
J	H	0:04:17
K	H	0:05:24
L	H	0:03:26
M	H	0:02:12
N	M	0:01:00
O	N	0:02:00
P	O	0:02:00
Q	P	0:02:00
R	Q	0:02:15
S	R	0:06:10
T	S	0:02:00
U	T	0:06:24
V	T	0:03:30
W	T	0:02:00
X	W	0:02:09

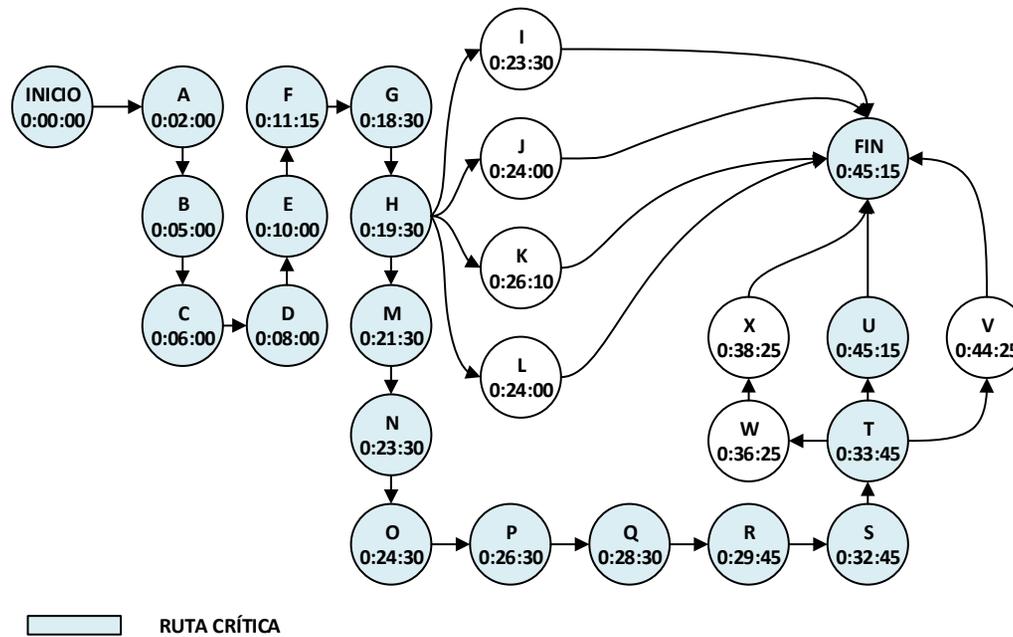


Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 24 – Diagrama de Pert tipo 2 HL.

ACTIV.	PRECEDE	TIEMPO
A	-	0:02:00
B	A	0:03:00
C	B	0:01:00
D	C	0:02:00
E	D	0:02:00
F	E	0:01:15
G	F	0:07:15
H	G	0:01:00
I	H	0:04:00
J	H	0:04:30
K	H	0:06:40
L	H	0:04:30
M	H	0:02:00
N	M	0:02:00
O	N	0:01:00
P	O	0:02:00
Q	P	0:02:00
R	Q	0:01:15
S	R	0:03:00
T	S	0:01:00
U	T	0:11:30
V	T	0:10:40
W	T	0:02:40
X	W	0:02:00



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

ANÁLISIS: Mediante las anteriores gráficas de los procesos a estudio en las unidades de SW y HL, se ha obtenido los siguientes tiempos mínimos necesarios:

- Tipo 1 Swab: 2 horas, 4 minutos y 24 segundos.
- Tipo 1 HL: 1 hora, 11 minutos y 15 segundos.
- Tipo 2 Swab: 51 minutos y 47 segundos.
- Tipo 2 HL: 45 minutos y 15 segundos.

Con la elaboración de estos gráficos se ha determinado que bajo la metodología actual de los trabajadores los procesos no pueden ser realizados en un tiempo mínimo necesario inferior a los obtenidos.

Esto es producto a que actualmente los procesos son realizados por un solo mecánico de turno, obligando a que las actividades aunque no tengan relación o secuencialidad, se encuentren atadas unas a las otras por medio de la precedencia obligatoria, generando una ruta crítica considerablemente extensa.

Según las herramientas vigentes del control de gestión del departamento, estos indican que para realizar los procesos a estudio requieren de un tiempo mínimo necesario de 18 horas para el tipo1 y de 12 horas para el tipo 2. Con lo cual, se puede comparar los tiempos determinados por el departamento y los generados en el presente estudio.

Se puede concluir que los tiempos determinados por el departamento no justifica con ninguna razón con los tiempos requeridos para el desarrollo y cumplimiento de los procesos a estudio.

3.7. MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD.

Actualmente, el departamento de Mantenimiento de Equipo Pesado mide la eficiencia de sus procesos con las formulaciones de: Disponibilidad y Confiabilidad. Estas herramientas son muy utilizadas en el área de mantenimiento de casi todas las empresas, pero al considerar la existencia de una programación de horas de producción deficiente y teniendo en consideración que en promedio sus indicadores siempre están por encima del 95%, no se evaluará por medio de dichas herramientas. En el presente estudio es necesario medir y determinar la productividad actual de los procesos, con la finalidad de obtener un punto de partida o referencia inicial con la cual se pueda comparar posteriormente al optimizar sus tiempos.

La formulación de productividad que se ha empleado es:

$$Productividad = \frac{Producción\ obtenida}{Recurso\ utilizado}$$

Aplicación de la fórmula:

$$Prod. Tipo 1 SW = \frac{1\ proceso}{5.48\ horas\ hombre} = 0.1825\ p/hh$$

$$Prod. Tipo 1 HL = \frac{1\ proceso}{4.02\ horas\ hombre} = 0.2488\ p/hh$$

$$Prod. Tipo 2 SW = \frac{1\ proceso}{3.75\ horas\ hombre} = 0.2667\ p/hh$$

$$Prod. Tipo 2 HL = \frac{1\ proceso}{3.27\ horas\ hombre} = 0.3058\ p/hh$$

3.8. APLICACIÓN DE TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN (ENCUESTA).

Para el desarrollo y análisis del presente estudio se ha considerado la utilización de la “Encuesta” como técnica de investigación, con la cual permita evidenciar de los trabajadores:

- Información general de la población involucrada con los procesos.
- Nivel de información y experiencia que poseen sobre los procesos.
- Criterio u opinión para mejorar los tiempos de los procesos.

El formato (Anexo N° 1) utilizado para el desarrollo de la encuesta, el cual ha sido generado exclusivamente para el presente trabajo investigativo, contiene 10 preguntas con respuesta de selección múltiple.

Los resultados obtenidos provienen de 8 trabajadores del departamento, es decir, el 80% de la mano de obra involucrada directamente con los procesos a estudio:

- 1 supervisor.
- 1 líder de grupo.
- 6 mecánicos.

El 20% restante conforman los electromecánicos (2 trabajadores), que no forman parte de la presente evaluación como se ha determinado previamente (3.5.2. Criterios y Parámetros).

Con lo cual, mediante la tabulación de los resultados, se refleja los criterios del 80% de la mano de obra en las siguientes tablas y gráficos:

Pregunta N° 1 ¿Qué rango determina su edad (años)?

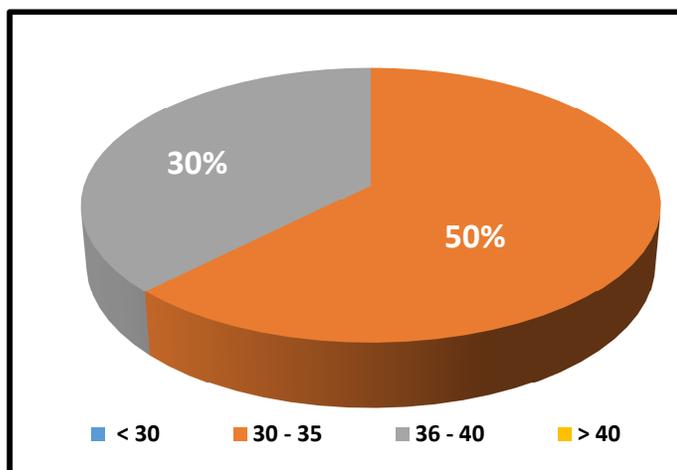
Tabla N° 14 – Edad de fuerza laboral.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
< 30	0	0%
30 - 35	5	50%
36 - 40	3	30%
> 40	0	0%
Total	8	80%

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 25 – Edad de fuerza laboral.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Análisis: Como se muestra en la tabla N° 14 y gráfico N° 25, ningún trabajador evaluado supera los 40 años de edad, esto se debe a que las actividades que se desarrollan en el departamento requieren no solo de conocimiento y experiencia, sino también, de esfuerzo físico para operar, manipular, movilizar y transportar maquinarias, equipos y herramientas de peso considerable.

Pregunta N° 2 ¿Qué nivel de formación académica posee?

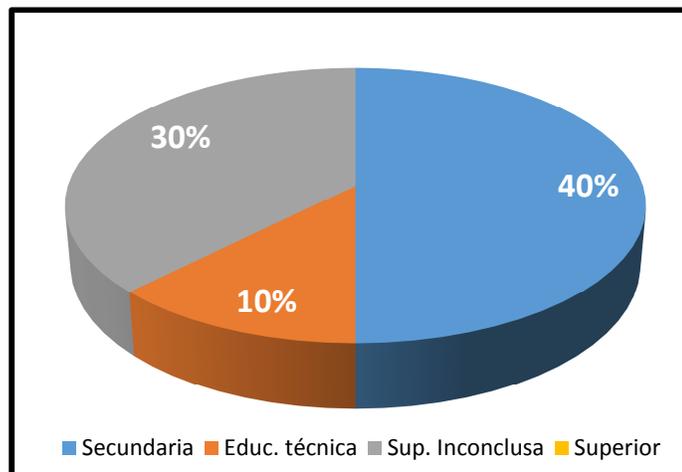
Tabla N° 15 – Formación académica de fuerza laboral.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Secundaria	4	40%
Educ. técnica	1	10%
Sup. Inconclusa	3	30%
Superior	0	0%
Total	8	80%

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 26 – Formación académica de fuerza laboral.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Análisis: Como se sustenta en la tabla N° 15 y gráfico N° 26, los trabajadores evaluados solo poseen el bachillerato como nivel de educación concluido, esto se debe a que las empresas contratan y evalúan a los mecánicos por el nivel de experiencia que posean dentro de su formación laboral y no por el nivel académico, generando poco interés en el crecimiento del mismo.

Pregunta N° 3 ¿Qué rango determina su tiempo en el departamento (años)?

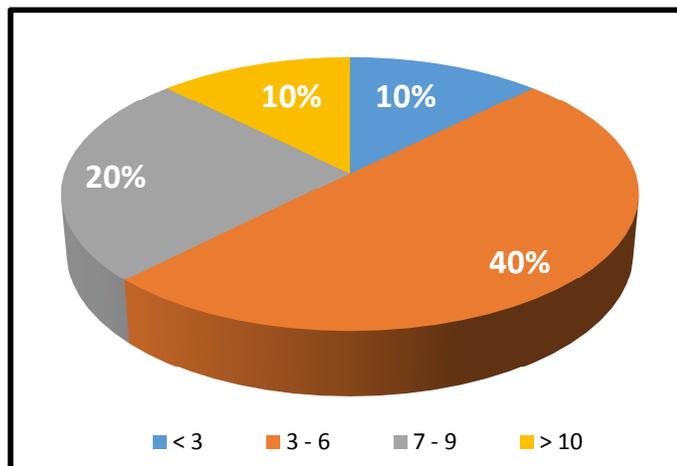
Tabla N° 16 – Experiencia interna de fuerza laboral.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
< 3	1	10%
3 - 6	4	40%
7 - 9	2	20%
> 10	1	10%
Total	8	80%

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 27 – Experiencia interna de fuerza laboral.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Análisis: Como se evidencia en la tabla N° 16 y gráfico N° 27, la mayoría de la mano de obra evaluada posee experiencia considerable en el departamento, esto se debe a que la empresa genera contratos indefinidos y garantiza la estabilidad laboral a los trabajadores que se alinean a las políticas organizacionales y que demuestran un alto rendimiento y desempeño en sus funciones.

Pregunta N° 4 ¿Cuánto tiempo se requiere para el proceso tipo 1 SW (horas)?

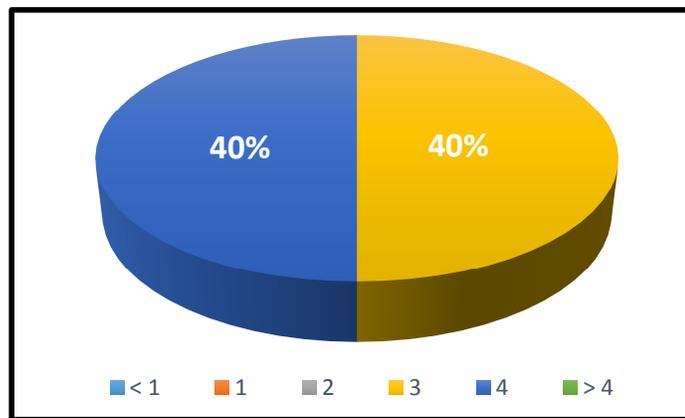
Tabla N° 17 – Tiempo estimado tipo 1 SW.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
< 1	0	0%
1	0	0%
2	0	0%
3	4	40%
4	4	40%
> 4	0	0%
Total	8	80%

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 28 – Tiempo estimado tipo 1 SW.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Análisis: Como se argumenta en la tabla N° 17 y gráfico N° 28, la división de los resultados en la opinión del tiempo requerido para el proceso mencionado, se debe a las metodologías individuales e independientes que aplican los trabajadores, producto del poco interés en los tiempos de ejecución de los procesos a estudio.

Pregunta N° 5 ¿Cuánto tiempo se requiere para el proceso tipo 1 HL (horas)?

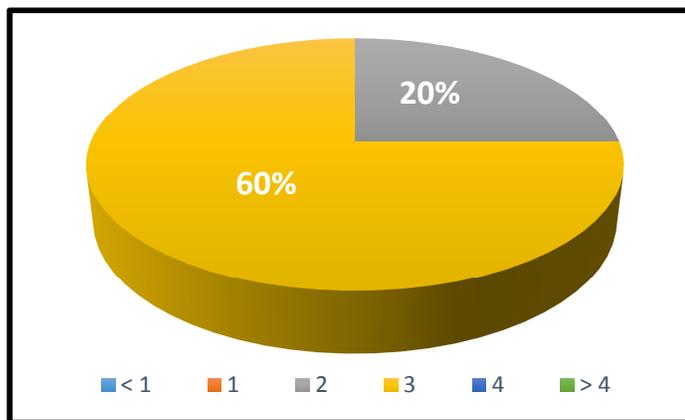
Tabla N° 18 – Tiempo estimado tipo 1 HL.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
< 1	0	0%
1	0	0%
2	2	20%
3	6	60%
4	0	0%
> 4	0	0%
Total	8	80%

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 29 – Tiempo estimado tipo 1 HL.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Análisis: Como se justifica en la tabla N° 18 y gráfico N° 29, la mayoría de los trabajadores evaluados consideran que se requiere de un tiempo de 3 horas para la ejecución del proceso, debido a que está involucrado un solo trabajador al mismo y el tamaño de la unidad exige mayor maniobra y posturas dificultosas.

Pregunta N° 6 ¿Cuánto tiempo se requiere para el proceso tipo 2 SW (horas)?

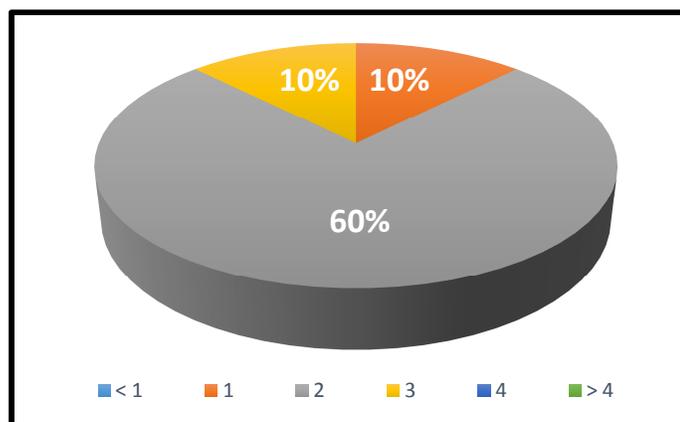
Tabla N° 19 – Tiempo estimado tipo 2 SW.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
< 1	0	0%
1	1	10%
2	6	60%
3	1	10%
4	0	0%
> 4	0	0%
Total	8	80%

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 30 – Tiempo estimado tipo 2 SW.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Análisis: Como se demuestra en la tabla N° 19 y gráfico N° 30, toda la mano de obra evaluada considera que se requiere de un tiempo inferior a lo que indican sus procedimientos, debido a la falta de actualización de los mismos con argumento técnico y soporte investigativo.

Pregunta N° 7 ¿Cuánto tiempo se requiere para el proceso tipo 2 HL (horas)?

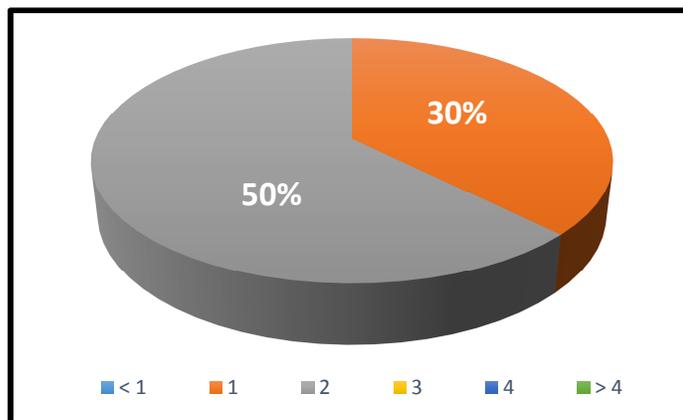
Tabla N° 20 – Tiempo estimado tipo 2 HL.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
< 1	0	0%
1	3	30%
2	5	50%
3	0	0%
4	0	0%
> 4	0	0%
Total	8	80%

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 31 – Tiempo estimado tipo 2 HL.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Análisis: Como se indica en la tabla N° 20 y gráfico N° 31, la existencia de diferencias de opiniones en el tiempo mínimo requerido, es debido a que no existe un tiempo estándar determinado por un estudio técnico para el desarrollo de los procesos.

Pregunta N° 8 ¿Qué factor disminuiría el tiempo en los procesos?

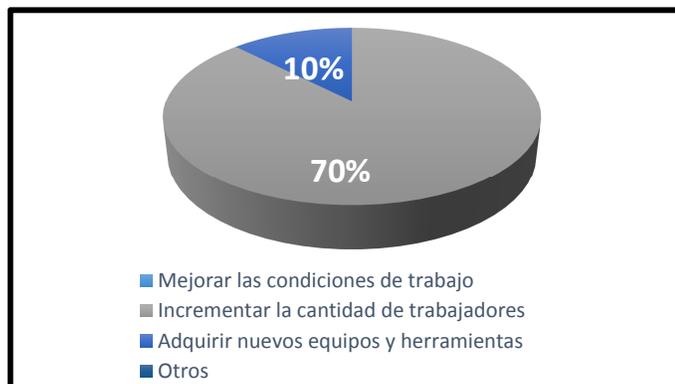
Tabla N° 21 – Dependencia para optimizar tiempos.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Mejorar las condiciones de trabajo	0	0%
Incrementar la cantidad de trabajadores	7	70%
Adquirir nuevos equipos y herramientas	1	10%
Otros	0	0%
Total	8	80%

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 32 – Dependencia para optimizar tiempos.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Análisis: Como se muestra en la tabla N° 21 y gráfico N° 32, la mayoría de los trabajadores consideran que se debe incrementar la mano de obra; esto se debe a que argumentan que el tiempo de un proceso depende de la cantidad de trabajadores que lo desarrollen.

Pregunta N° 9 ¿De dónde proviene la metodología que aplica para los procesos?

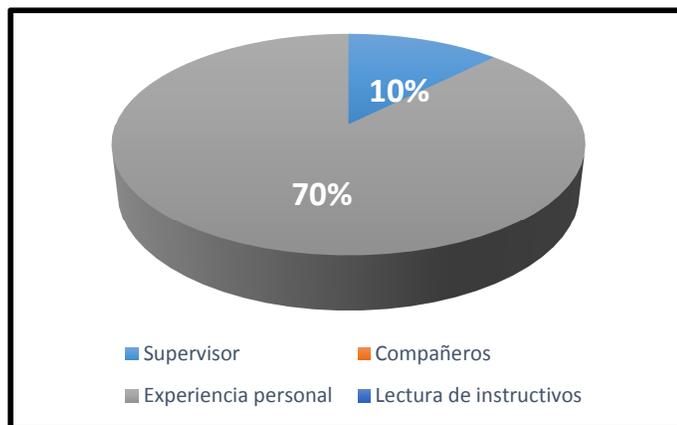
Tabla N° 22 – Origen metodológico actual.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Supervisor	1	10%
Compañeros	0	0%
Experiencia personal	7	70%
Lectura de instructivos	0	0%
Total	8	80%

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 33 – Origen metodológico actual.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Análisis: Como se evidencia en la tabla N° 22 y gráfico N° 33, la mayoría de los trabajadores evaluados manifiestan que la metodología utilizada proviene de su experiencia personal, esto es debido a que nunca se ha realizado capacitaciones de los procesos mencionados en el departamento.

Pregunta N° 10 ¿Reconocería herramientas de ingeniería de métodos o administración de operaciones como: Flujogramas, diagrama de operaciones, procesos, etc.?

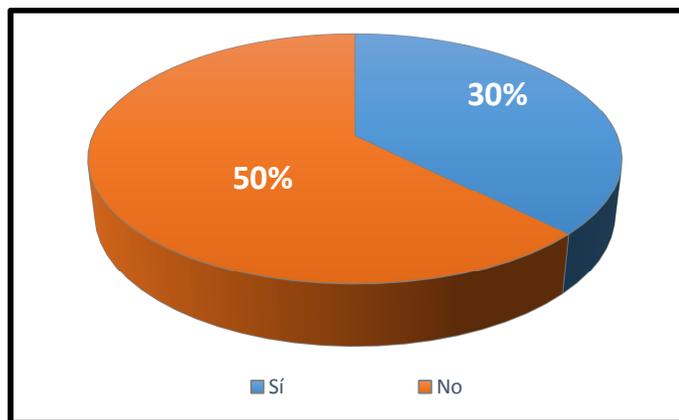
Tabla N° 23 – Reconocimiento de herramientas de control de procesos.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Sí	3	30%
No	5	50%
Total	8	80%

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 34 – Reconocimiento de herramientas de control de procesos.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Análisis: Como se justifica en la tabla N° 23 y gráfico N° 34, menos de la mitad reconocería herramientas como gráficos y diagramas para orientación y control de procesos, a pesar que en la oficina del departamento existen flujogramas, esto se debe a su nivel académico y el poco interés de sus líderes en que los trabajadores estén concientizados de la toma de decisiones en los procesos del departamento.

ANÁLISIS GENERAL: Con el análisis individual de cada resultado obtenido en la encuesta sobre el 80% de la mano de obra involucrada, se puede definir que:

- El departamento cuenta con un equipo de trabajo joven dentro de la etapa de la adultez, esto permite que todos tengan similitud en su rendimiento físico y ritmo de trabajo ante cualquier metodología implantada.
- Solo la mitad del recurso humano posee instrucción académica adicional a la de bachillerato, con lo cual, se justifica la aplicación de metodologías empíricas para la elaboración de los procedimientos del departamento y desarrollo de los procesos a estudios.
- La mayoría del recurso humano posee el conocimiento necesario y la experiencia individual suficiente para justificar sus criterios en el presente estudio y respaldar los tiempos actuales empleados para los procesos.
- Todos los trabajadores evaluados no están de acuerdo con los tiempos mínimos necesarios determinados en sus procedimientos, pero tampoco poseen las herramientas ni el fundamento teórico-técnico para objetarlos.
- La mayoría de los trabajadores evaluados considera que la solución de las demoras es el incremento de la fuerza laboral, demostrando el desconocimiento sobre sus deficiencias en la organización grupal.
- La mayoría de la mano de obra evaluada manifiesta que las metodologías utilizadas provienen de sus experiencias individuales, demostrando falta de liderazgo, comunicación y trabajo en equipo.
- Todos los trabajadores requieren de capacitación y seguimiento ante cualquier metodología implantada debido a sus limitaciones académicas.

3.9. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

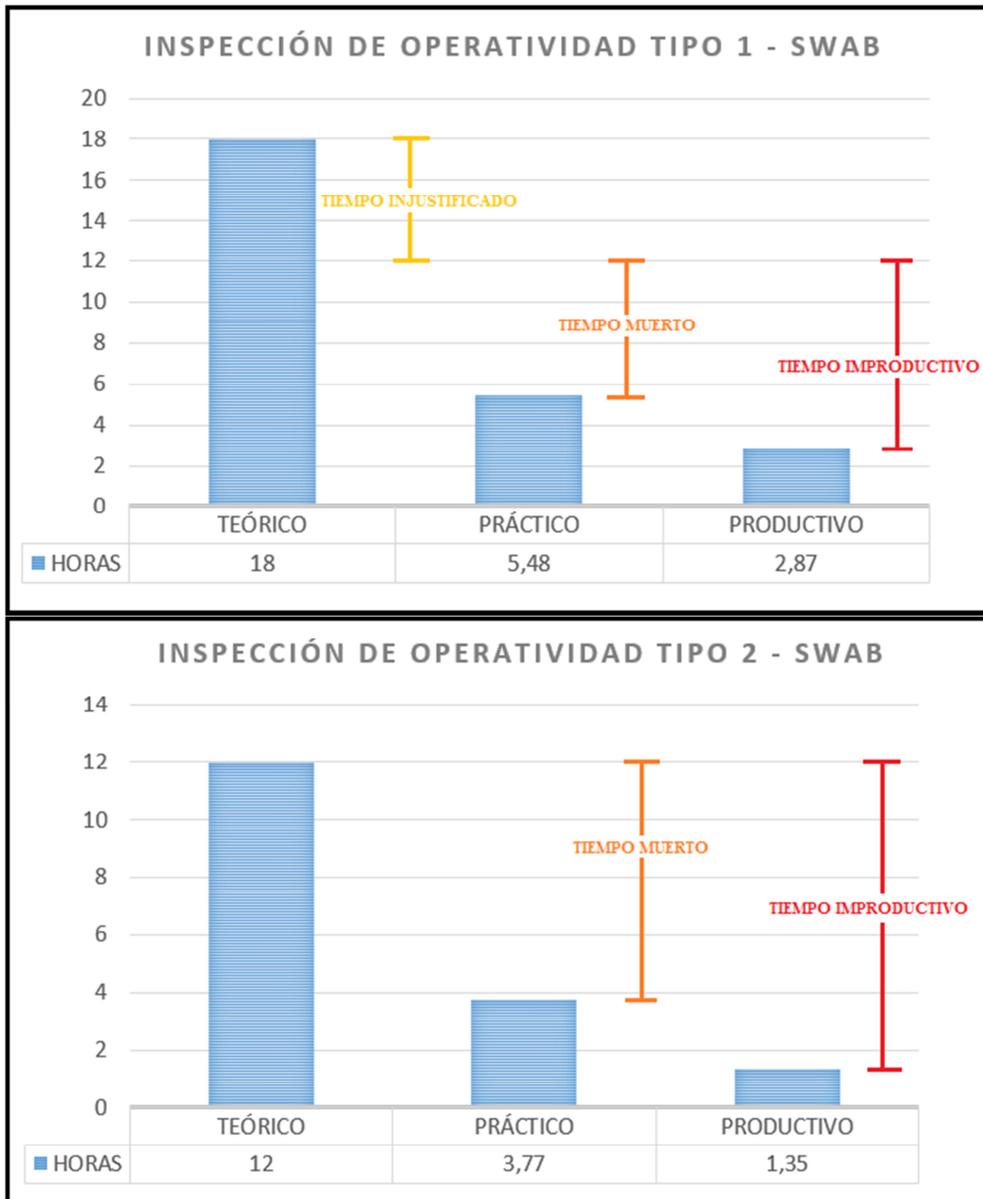
En base a los resultados obtenidos en el presente estudio mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos, se puede determinar que el Dpto. de Mantenimiento de Equipo Pesado de la empresa Pacifpetrol S.A. cuenta con procesos de inspección de operatividad deficientes y como resultado estaría afectando de manera indirecta a una planificación de producción por horas de parada de máquina (Gráfico N° 35 y 36).

Este resultado es producto de diversos factores que han aportado a que se pierda el control en los tiempos de los procesos y que se ha podido constatar durante el período de observación, entre los más representativos se puede mencionar:

- Hasta ahora, nunca se había realizado un estudio técnico de tiempos, por consiguiente no se conocía el tiempo real necesario para el desarrollo de los procesos a estudio.
- No poseen ninguna metodología estandarizada para la ejecución de los procesos a estudio, permitiendo que existan demoras.
- Poseen herramientas de gestión (instructivo, registros y acta) con contenido y formatos desactualizados desde el año 2010, a pesar que los procesos han sufrido constantes cambios desde ese año hasta ahora.
- No existe supervisión durante la ejecución de los procesos a estudio en la jornada nocturna, ni tampoco validación de información con que se llenan los registros, los cuales sirven como información histórica de mantenimiento de las unidades de producción.

Como parte final del diagnóstico de los procesos, se ha realizado representaciones gráficas de los tiempos en los procesos de inspección de operatividad:

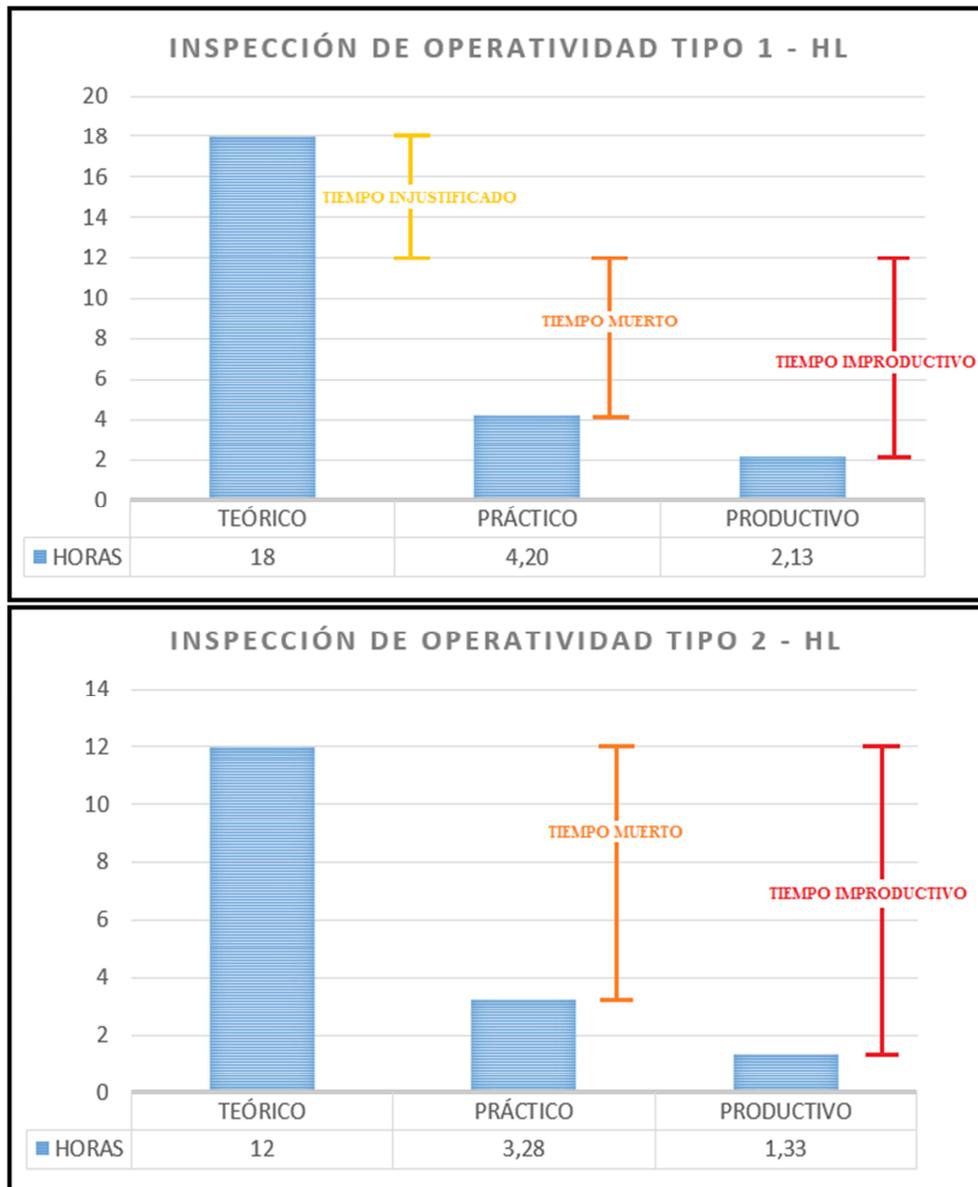
Gráfico N° 35 – Inspección de operatividad Swab.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 36 – Inspección de operatividad Herramienta Local.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Estos gráficos representan los márgenes de tiempos improductivos (situación actual) en los procesos a estudio, que deben ser eliminados mediante una metodología estandarizada que optimice los tiempos.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS (SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA)

4.1. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN.

4.1.1. CONSIDERACIONES PREVIAS.

Para generar la propuesta metodológica que optimice los tiempos de los procesos de inspección de operatividad en las unidades de producción SW y HL, realizadas por el departamento de Mantenimiento de Equipo Pesado, se ha realizado el estudio técnico de los tiempos actuales (Tabla N° 24).

Tabla N° 24 – Tiempos actuales de procesos de inspección de operatividad.

PROCESO	UNIDAD	TIEMPO
Tipo 1	SWAB	5:29:06
	HL	4:12:05
Tipo 2	SWAB	3:45:43
	HL	3:16:55

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

El cual ha permitido identificar dentro de cada proceso los tiempos improductivos por:

- Repetición de actividades por metodología.
- Desarrollo de actividades paralelamente a los procesos a estudio.
- Desarrollo de actividades ajenas a los procesos a estudio.

- Desarrollo de actividades suplementarias justificadas.

Como se muestra en la tabla N° 25, se ha determinado los rangos de tiempo en porcentajes de las actividades justificadas como una “operación”, pero por realizarlas de manera repetitiva y descontrolada, pueden convertirse en tiempos improductivos.

Tabla N° 25 – Actividades operativas improductivas.

OPERACIÓN	TIEMPO
	%
Preparación o cambio de herramientas	3.65 - 6.12
Preparación de equipo para lubricación	1.28 - 2.14
TOTAL	4.93 - 8.26

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Como se ha demostrado en la tabla anterior, si se suma los porcentajes de tiempo dentro de los procesos a estudio de las actividades de preparación y cambios de herramientas o equipos, pueden acaparar hasta el 8.26% del tiempo total.

De igual manera, como se muestra en la tabla N° 26, se ha identificado los rangos de tiempo en porcentajes de las actividades determinadas como una “demora”.

Tabla N° 26 – Actividades improductivas.

DEMORA	TIEMPO
	%
Actividades justificadas	27.09 - 35.58
Actividades injustificadas	5.12 - 8.25
Actividades suplementarias	15 - 21.94
TOTAL	47.57 - 64.20

Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Dentro de la clasificación de “Actividades justificadas” se puede encontrar:

- Mantenimientos correctivos emergentes en otra unidad.
(Cuando de manera imprevista llega al taller una unidad que se encontraba operativa en el campo y presentó fallas).
- Mantenimientos correctivos planificados en otra unidad.
(Cuando se ha programado un mantenimiento de una unidad que requiere que sea atendida durante la jornada nocturna).

Dentro de la clasificación de “Actividades injustificadas” se puede encontrar:

- Movimientos y traslados injustificados.
(Cuando el trabajador posee fatiga por cansancio, monotonía o estrés, tiende a realizar movimientos y traslados alrededor de las instalaciones que no aportan a los procesos).

Dentro de la clasificación de “Actividades suplementarias” se puede encontrar:

- Alimentación nocturna (merienda) de trabajadores.
(Aunque no es considerado técnicamente como una demora, sino como una actividad de naturaleza suplementaria y totalmente justificada, no se puede negar que es una actividad que retrasa a los procesos a estudio).

Como se ha demostrado en la tabla anterior, estas actividades que por su naturaleza retrasan el desarrollo normal de los procesos a estudio pueden acaparar hasta el 64.20% del tiempo total de un proceso y el porcentaje puede incrementar dependiendo de las “Actividades justificadas”.

También es necesario considerar el ciclo productivo del departamento reflejado en el gráfico N° 37, que muestra el comportamiento del departamento durante la jornada nocturna.

Gráfico N° 37 – Ciclo productivo nocturno actual Dpto. Mant. E.P.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Como se evidencia en el gráfico anterior, los trabajadores (mecánicos) ingresan a las 18H00 y en promedio utilizan 30 minutos para equiparse, para la revisión de la planificación y designación de actividades.

Posteriormente, proceden a realizar todos los mantenimientos programados, junto con los emergentes que surgen durante el período operativo de campo y paralelamente realizan los procesos de inspección de operatividad, para finalizar con el reporte o ingreso de las actividades realizadas en el sistema interno, hasta que termine su jornada laborable a las 06H00.

De igual manera, para desarrollar una metodología de tiempo óptimo que no solo beneficie al área de Mantenimiento, sino también al área de Operaciones & Producción, es necesario considerar el ciclo de operación nocturna de las unidades de SW y HL (Gráfico N° 38).

Gráfico N° 38 – Ciclo de operación nocturna SW y HL.



Fuente: Datos de investigación.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Como se puede visualizar en el gráfico anterior, las unidades de producción deben operar en la jornada nocturna desde las 18H30 hasta las 03H30, debido a que a las 04H00 los operadores salen del trabajo y todas las unidades se mantienen en parado por 2 horas y 30 minutos, hasta el ingreso de la siguiente guardia de operadores a las 06H00 en la que dedican 30 minutos para inspección y preparación de las unidades y herramientas.

En una situación ideal, deben operar 6 unidades en campo, existiendo 1 unidad en el taller para la realización del proceso de inspección de operatividad (tipo 1 o 2) y 1 unidad estacionada en los parqueaderos como back up (para reemplazo).

Pero en la realidad, suelen operar 6 unidades en campo, existiendo 1 unidad en el taller para la realización del proceso de inspección de operatividad (tipo 1 o 2), 1 unidad en el taller por mantenimiento correctivo emergente o programado y dejando inexistente la unidad de back up (para reemplazo), esto suele empeorar si otra unidad presenta fallas previas durante la operación.

4.1.2. PROPUESTA METODOLÓGICA.

Como se muestra en la gráfica N° 39, la metodología propuesta para la optimización de tiempos en los procesos de inspección de operatividad en las unidades de producción SW y HL consiste en modificar:

- ✓ **Mano de obra directa:** Es necesario que en los procesos intervengan mínimo 2 mecánicos.
- ✓ **Mano de obra indirecta:** Es necesario que los procesos sean evidenciados, validados y registrados por 1 supervisor o líder.
- ✓ **Procedimiento:** Es necesario que los mecánicos cumplan con el nuevo procedimiento generado (secuencialidad y tiempo) por medio de los diagramas propuestos y que no se realice ninguna actividad ajena a los procesos durante su ejecución.
- ✓ **Periodo de ejecución:** Es necesario que los procesos sean realizados entre las 03H30 y 05H30 (período de parado o reposo obligatorio de todas las unidades de producción y baja actividad emergente en el Dpto.).

Gráfico N° 39 – Ciclo productivo nocturno optimizado Dpto. Mant. E.P.



Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

4.1.3. REQUERIMIENTOS DE PROPUESTA METODOLÓGICA.

Para poder implementar la metodología propuesta en los procesos de inspección de operatividad en las unidades de producción, es necesario que:

- ✓ El supervisor del área tenga conocimiento de las herramientas de ingeniería de métodos aplicados en los procesos y sea socializado sobre los resultados del presente estudio técnico.
- ✓ Exista una asesoría profesional para que las herramientas de control de gestión (instructivo, actas, registros, otros.) del departamento sean actualizadas con la metodología propuesta.
- ✓ Los mecánicos comprendan los gráficos de ingeniería generados con la metodología propuesta y sean socializados sobre la actualización de las herramientas de control de gestión del departamento.
- ✓ Todos los trabajadores del departamento sean concientizados de la importancia para el área y la empresa del presente estudio técnico y de sus metodologías generadas.
- ✓ Exista una consultoría durante la supervisión calificada de al menos 3 jornadas laborables de cada grupo de mecánicos, para evaluar y orientar la aplicación de la metodología propuesta.

Para ello, se ha desarrollado un plan de capacitaciones que permitirán que la propuesta generada sea autosustentable en el departamento:

- ✓ Para el supervisor del departamento (Tabla N° 27).
- ✓ Para los mecánicos (Tabla N° 28).

Tabla N° 27 – Plan de capacitaciones a supervisor.

PERSONAL	MÓDULO	TEMAS	DÍA	HORAS
Supervisor	1 : Importancia de la productividad y métodos de trabajos	Importancia del trabajo en equipo y la comunicación en las industrias	1ro	8
		Importancia de la productividad en las industrias		
		Importancia de los métodos, movimientos y tiempos estándares de trabajo		
		Importancia del seguimiento y medición de los procesos		
		Distribución de planta y puesto de trabajo		
		Las 5'S		
Supervisor	2 : Herramientas de métodos	Diagrama de Ishikawa	2do	8
		Diagrama de Gantt		
		Diagrama de Flujo		
		Diagrama de Proceso de Operación		
		Diagrama de Procesos		
		Diagrama de Pert		
Supervisor	3: Estudio técnico	Optimización en los tiempos de los procesos de inspección de operatividad	3ro	4
TOTAL			3	20

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Como se muestra en la tabla N° 27, cada tema del plan de capacitaciones propuesto tiene la finalidad de proveer información teórica-técnica al supervisor del departamento, esto ayudará en el crecimiento de su formación laboral y permitirá que la metodología propuesta sea revisada y analizada desde una perspectiva calificada, que sea aplicada, mantenida, supervisada e incluso actualizada a futuro conforme cambien las condiciones y criterios de desarrollo de los procesos a estudio.

Tabla N° 28 – Plan de capacitaciones a mecánicos.

PERSONAL	MÓDULO	TEMAS	DÍA	HORAS
Líder y Mecánicos	1 : Importancia de la productividad y métodos de trabajos	Políticas de calidad de la empresa	1ro	3,50
		Importancia del trabajo en equipo y la comunicación en las industrias		
		Importancia de la productividad en las industrias		
		Importancia de los métodos, movimientos y tiempos estándares de trabajo		
Líder y Mecánicos	2 : Herramientas de métodos	Importancia de las 5`S en las industrias	2do	2,5
		Lectura de Diagramas de Flujo		
		Lectura de Diagramas de Proceso de Operación		
		Lectura de Diagramas de Proceso		
Supervisor, Líder y Mecánicos	3 : Procesos y metodologías	Difusión de instructivo del departamento	3ro	3
		Difusión de herramientas de control de gestión del departamento		
		Difusión de metodología propuesta en los procesos de inspección de operatividad		
TOTAL			3	9

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

De igual manera, en la tabla N° 28 están reflejados los temas del plan de capacitaciones propuesto para los mecánicos del departamento, esto complementará su formación laboral con conocimientos teóricos-técnicos y les permitirá aplicar y mantener la metodología propuesta no solo por disposiciones sino por el conocimiento adquirido.

Así mismo, poseerán los recursos y justificativos necesarios para argumentar posibles mejoras a futuro de la metodología propuesta, conforme cambien las condiciones de los procesos de inspección de operatividad.

4.2. DIAGRAMAS PROPUESTOS.

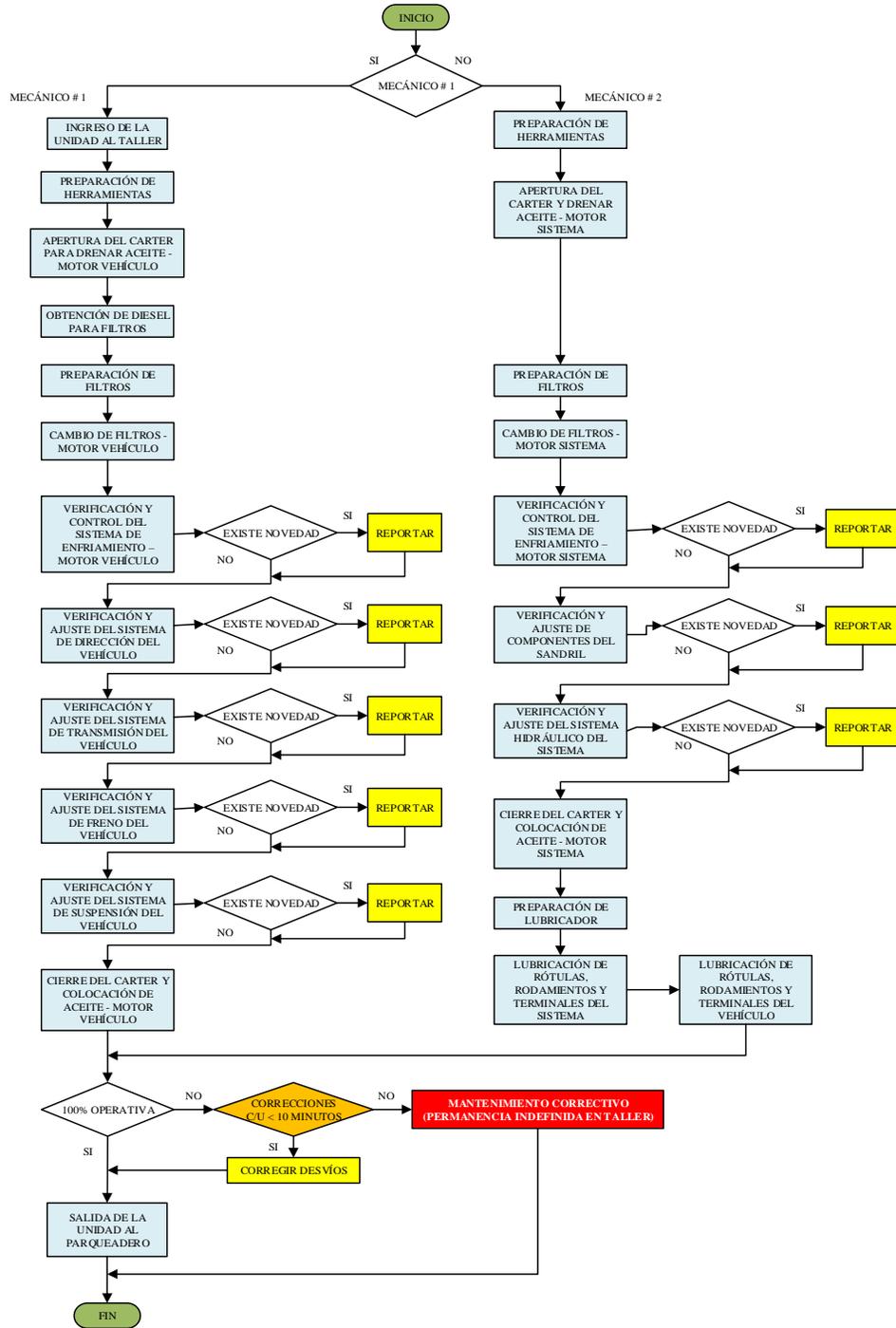
4.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO.

Teniendo en consideración la metodología propuesta en el presente estudio técnico, se ha desarrollado el gráfico N° 40 para los procesos tipo 1 y el gráfico N° 41 para los procesos tipo 2, los cuales permiten desarrollar un comportamiento estándar en la toma de decisiones de los trabajadores.

Entre las principales diferencias que se puede evidenciar con los gráficos generados con la metodología actual son:

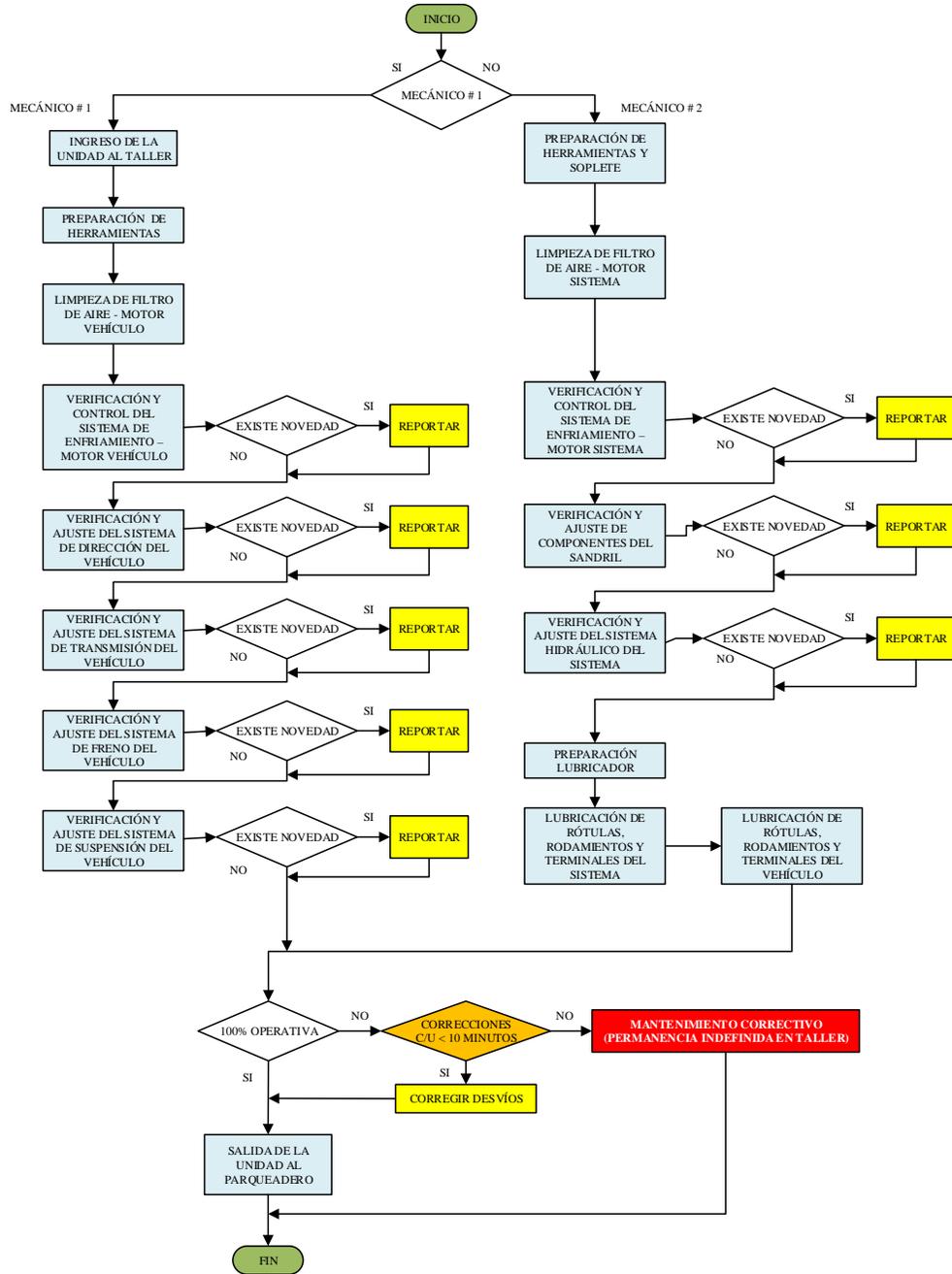
- ✓ Los gráficos están desarrollados para la ejecución de los procesos entre dos mecánicos de manera paralela e interactiva.
- ✓ Las operaciones o actividades están planteadas en un orden, con el cual, se minimice la repetición de actividades y la improductividad.
- ✓ Los gráficos de la metodología no permiten el desarrollo de actividades ajenas o complementarias dentro de los procesos, cualquier actividad que se requiera efectuar en el rango establecido para dichos procesos, se lo realizará al finalizar el 100% con la inspección de operatividad.
- ✓ Los desvíos detectados durante la inspección, serán evaluados al finalizar el proceso, considerando que si se requiere de un tiempo mínimo necesario superior a los 10 minutos, este se lo considerará como mantenimiento correctivo, el cual será de criterio del supervisor si es necesario la corrección inmediata o la planificación para una próxima intervención.

Gráfico N° 40 – Diagrama de flujo propuesto tipo 1 SW y HL.



Fuente: Autor.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 41 – Diagrama de flujo propuesto tipo 2 SW y HL.



Fuente: Autor.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

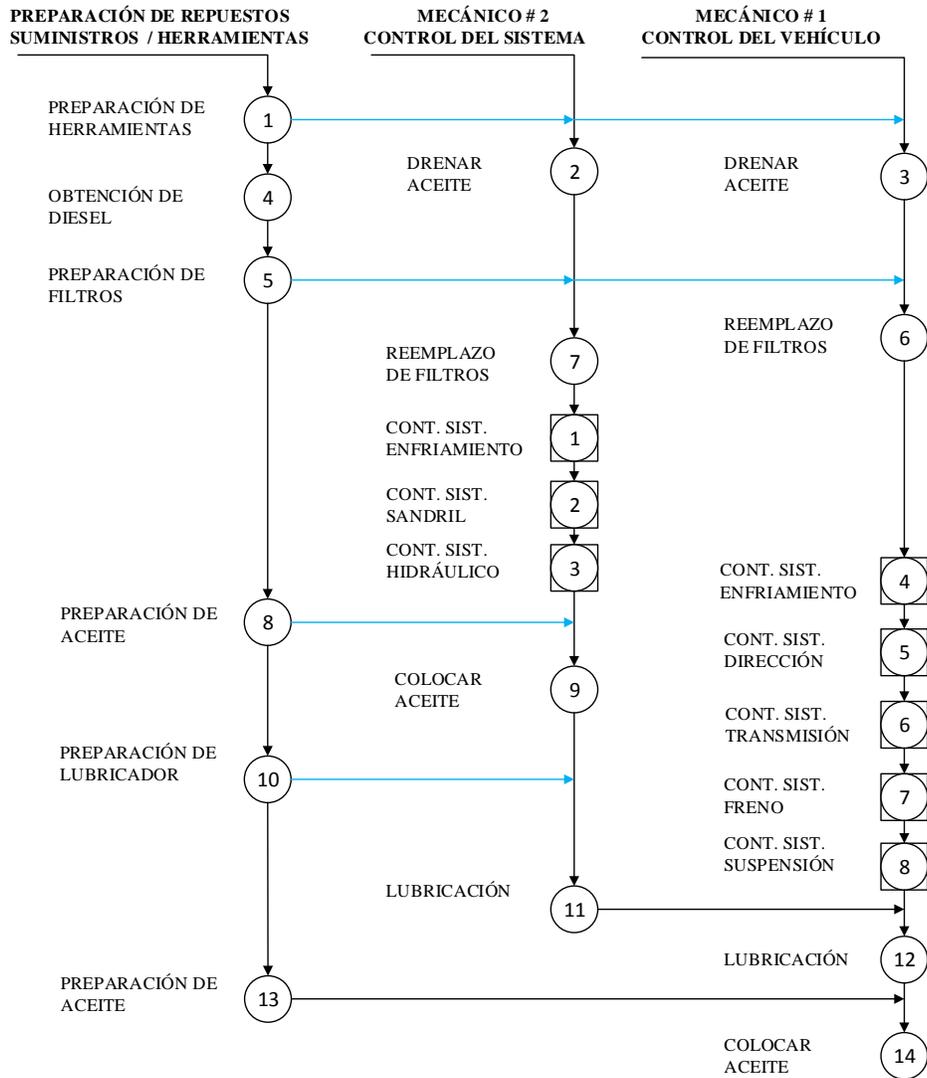
4.2.2. DIAGRAMA DE PROCESOS DE OPERACIÓN PROPUESTO.

De igual manera, considerando la metodología propuesta en el presente estudio técnico, se ha desarrollado el gráfico N° 42 para los procesos tipo 1 y el gráfico N° 43 para los procesos tipo 2, que permiten visualizar el subproceso relacionado a cada mecánico, la interrelación entre ambos y el ingreso de los recursos a cada subproceso.

Así mismo, se puede resaltar las modificaciones más representativas con los gráficos de la metodología actual:

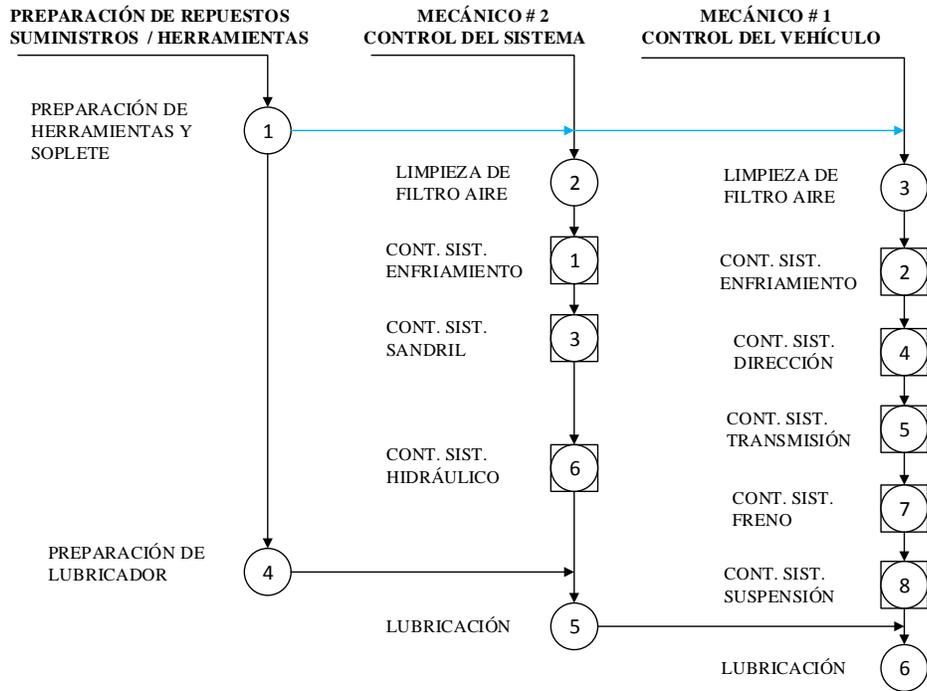
- ✓ El subproceso relacionado a la inspección del sistema de extracción está dirigida para que la realice el mecánico # 2 y el subproceso relacionado a la inspección del vehículo está dirigida para que la realice el mecánico # 1.
- ✓ Con la finalidad de eliminar la improductividad y disminuir la repetición de actividades, existe la disponibilidad para que el mecánico # 2 sea quien realice las actividades de lubricación en el vehículo posterior a realizarlo en el sistema de extracción.
- ✓ A pesar de que se ha incrementado a un segundo mecánico a los procesos, la cantidad de actividades (operación y operación-inspección) han podido ser disminuidas al mínimo necesario:
 - Proceso tipo 1: de 21 operaciones y 8 operaciones-inspecciones actualmente a 14 operaciones y 8 operaciones-inspecciones.
 - Proceso tipo 2: de 10 operaciones y 8 operaciones-inspecciones actualmente a 6 operaciones y 8 operaciones-inspecciones.

Gráfico N° 42 – Diagrama de operación propuesto tipo 1 SW y HL.



Fuente: Autor.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 43 – Diagrama de operación propuesto tipo 2 SW y HL.



Fuente: Autor.
Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

4.2.3. DIAGRAMA DE PROCESOS PROPUESTO.

Con las mismas consideraciones metodológicas de la propuesta y la secuencialidad e interacción entre las actividades de los gráficos anteriores, se ha desarrollado los gráficos N° 44 y 45 para los procesos tipo 1, junto con los gráficos N° 46 y 47 para los procesos tipo 2, los cuales permiten visualizar de manera secuencial las actividades desarrolladas por cada mecánico, la interrelación entre ambos y los tiempos necesarios para las mismas.

Aunque se ha realizado una comparación de manera individual de cada gráfico, se puede destacar de manera general las modificaciones más representativas con los gráficos de la metodología actual:

- ✓ Los gráficos están elaborados para el cumplimiento de las actividades de manera secuencial y coordinada entre 2 mecánicos.
- ✓ No existen actividades o acciones consideradas como “demoras” durante el desarrollo de los procesos.
- ✓ No existen repetición de actividades para cada mecánico.
- ✓ Las actividades están ordenadas de manera que no existan desperdicios de tiempo entre las mismas.
- ✓ Al optimizar el tiempo total de los procesos, se disminuye la probabilidad de generarse fatiga en los trabajadores por monotonía o estrés, permitiendo la sustentabilidad de la metodología propuesta.
- ✓ No existen actividades suplementarias por alimentación, debido al período de ejecución de la metodología propuesta.

Gráfico N° 44 – Diagrama de procesos propuesto tipo 1 Swab.

N.	ACTIVIDAD - MECÁNICO # 1	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				TIEMPO PROM.	ACTIVIDAD - MECÁNICO # 2				
			○	◻	○	◻		○	◻	○	◻	
1	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones	0:02:00	○		○		0:02:19			○		Preparación de herramientas
2	Preparación de herramientas	0:03:05	○		○		0:12:45			○		Apertura del cárter del motor del sistema y drenado de aceite
3	Apertura del cárter del motor del vehículo	0:02:15	○		○		0:04:00			○		Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del sistema
4	Obtención de diésel para filtros	0:02:10	○		○		0:11:00			○		Reemplazo de filtros de fluidos al motor del sistema
5	Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del vehículo	0:04:30	○			◻	0:02:00			○		Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del sistema
6	Reemplazo de filtros de fluidos al motor del vehículo	0:31:00	○			◻	0:06:24			○		Control (verificación y ajuste) del sandril
7	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del vehículo	0:02:12		◻		◻	0:03:30			○		Control (verificación y ajuste) del sistema hidráulico
8	Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección del vehículo	0:03:26		◻		○	0:16:30			○		Cierre de cárter y colocar aceite al motor del sistema
9	Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión del vehículo	0:08:15		◻		○	0:02:00			○		Preparación de equipo lubricador
10	Control (verificación y ajuste) del sistema de freno del vehículo	0:05:24		◻		○	0:06:10			○		Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril
SUBTOTAL		1:04:17	6	4	7	3	1:06:38	○	13	◻	7	
OBSERVACIONES:			PÁG. # 01/02	TT	2:10:55	○	1:39:44	○	1:39:44	◻	0:31:11	

N.	ACTIVIDAD - MECÁNICO # 1	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				TIEMPO PROM.	ACTIVIDAD - MECÁNICO # 2					
			○	◻	○	◻		○	◻	○	◻		
1	Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión del vehículo	0:04:17		◻	○	○	0:11:17						
2	Cierre de cárter y colocar aceite al motor del vehículo	0:24:45	○										
3	Salida de la unidad al parqueadero de Base de Operaciones	0:02:09	○										
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
SUBTOTAL		0:31:11	2	1	1	0	0:11:17	○	3	◻	1		
OBSERVACIONES:			PÁG. # 02/02		TT	0:42:28	○	0:38:11	◻	0:04:17			

N	DESCRIPCIÓN	SÍMB.	MECÁNICO # 1		MECÁNICO # 2		TOTAL	
			CANT.	TIEMP.	CANT.	TIEMP.	CANT.	TIEMP.
1	Operación		8	1:11:54	8	1:06:01	16	2:17:55
2	Transporte		0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00
3	Operación- Inspección		5	0:23:34	3	0:11:54	8	0:35:28
4	Demora		0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00
5	Almacenamiento		0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00
TOTAL			13	1:35:28	11	1:17:55	24	2:53:23

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Como se puede visualizar en el cuadro resumen anterior, la propuesta metodológica implantada en el proceso tipo 1 de la unidad de Swab ha generado que:

- ✓ La cantidad de actividades disminuya al 51.06% de lo actual, aunque se incremente la mano de obra directa al proceso, pasando de 47 actividades realizadas por 1 mecánico a 24 actividades realizadas por 2 mecánicos.
- ✓ Se elimine las 11 actividades consideradas como demoras, a pesar que se promueve la interacción de un segundo mecánico, no se generará la repetición de actividades, cuellos de botella, ni tiempos suplementarios.
- ✓ El tiempo operativo disminuya el 70.80%, pasando de 5 horas con 29 minutos a 1 hora con 35 minutos.
- ✓ Disminuya teóricamente el 91.22% el tiempo mínimo necesario requerido por los procedimientos vigentes, pasando de 18 a 1.58 horas.

Gráfico N° 45 – Diagrama de procesos propuesto tipo 1 HL.

N.	ACTIVIDAD - MECÁNICO # 1	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				TIEMPO PROM.	ACTIVIDAD - MECÁNICO # 2					
			○	◻	○	◻		○	◻	○	◻		
1	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones	0:02:00	○		○		0:02:10						
2	Preparación de herramientas	0:03:30	○		○		0:09:50						
3	Apertura del cárter del motor del vehículo	0:03:00	○		○		0:03:30						
4	Obtención de diésel para filtros	0:02:00	○		○		0:12:00						
5	Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del vehículo	0:03:30	○			◻	0:02:40						
6	Reemplazo de filtros de fluidos al motor del vehículo	0:12:00	○			◻	0:06:15						
7	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del vehículo	0:02:40		◻		◻	0:03:30						
8	Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección del vehículo	0:04:30		◻		○	0:09:20						
9	Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión del vehículo	0:07:00		◻		○	0:02:00						
10	Control (verificación y ajuste) del sistema de freno del vehículo	0:06:00		◻		○	0:05:15						
SUBTOTAL		0:46:10	6	4	7	3	0:56:30	○	13	◻	7		
OBSERVACIONES:			PÁG. # 01/02	TT	1:42:40	○	1:10:05	○		◻	0:32:35		

N.	ACTIVIDAD - MECÁNICO # 1	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				TIEMPO PROM.	ACTIVIDAD - MECÁNICO # 2			
			○	◻	○	◻		○	◻	○	
1	Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión del vehículo	0:05:30		◻	○	○	0:08:00	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del vehículo			
2	Cierre de cárter y colocar aceite al motor del vehículo	0:14:00	○								
3	Salida de la unidad al parqueadero de Base de Operaciones	0:02:00	○								
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
SUBTOTAL		0:21:30	2	1	1	0	0:08:00	○	3	◻	1
OBSERVACIONES:			PÁG. # 02/02		TT	0:29:30	○	0:24:00	◻	0:05:30	

N	DESCRIPCIÓN	SÍMB.	MECÁNICO # 1		MECÁNICO # 2		TOTAL	
			CANT.	TIEMP.	CANT.	TIEMP.	CANT.	TIEMP.
1	Operación		8	0:42:00	8	0:52:05	16	1:34:05
2	Transporte		0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00
3	Operación- Inspección		5	0:25:40	3	0:12:25	8	0:38:05
4	Demora		0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00
5	Almacenamiento		0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00
TOTAL			13	1:07:40	11	1:04:30	24	2:12:10

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

De igual manera, como se puede visualizar en el cuadro resumen anterior, la propuesta metodológica establecida para el proceso tipo 1 de la unidad de HL ha generado:

- ✓ La disminución al 51.06% de la cantidad de actividades actualmente realizadas, aunque se adicione una mano de obra directa al proceso, pasando de 47 actividades efectuadas por 1 mecánico a 24 actividades realizadas por 2 mecánicos.
- ✓ La eliminación de las 11 actividades consideradas como demoras, a pesar que se incremente la interacción de un segundo mecánico, no se generará la repetición de actividades, tiempos suplementarios, ni cuellos de botella.
- ✓ La disminución operativa del 73.10% del tiempo total, aunque se cumple el desarrollo completo del proceso, pasando de 4 horas con 12 minutos a 1 hora con 7 minutos.
- ✓ El decremento teórico del 93.78% del tiempo total requerido en sus procedimientos actuales, pasando de 18 a 1.12 horas.

Gráfico N° 46 – Diagrama de procesos propuesto tipo 2 Swab.

N.	ACTIVIDAD - MECÁNICO # 1	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				TIEMPO PROM.	ACTIVIDAD - MECÁNICO # 2					
			○	◻	○	◻		○	◻	○	◻		
1	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones	0:02:00	○		○		0:03:19						
2	Preparación de herramientas	0:03:05	○		○		0:05:00						
3	Limpieza de filtro de aire del motor del vehículo	0:05:00	○			◻	0:02:00						
4	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del vehículo	0:02:12		◻		◻	0:06:24						
5	Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección del vehículo	0:03:26		◻		◻	0:03:30						
6	Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión del vehículo	0:08:15		◻		○	0:02:00						
7	Control (verificación y ajuste) del sistema de freno del vehículo	0:05:24		◻		○	0:06:10						
8	Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión del vehículo	0:04:17		◻		○	0:11:17						
9						○	0:02:09						
10													
SUBTOTAL		0:33:39	3	5	6	3	0:41:49	○	9	◻	8		
OBSERVACIONES:			PÁG. # 01/02		TT	1:15:28	○	0:40:00	◻	0:35:28			

N	DESCRIPCIÓN	SÍMB.	MECÁNICO # 1		MECÁNICO # 2		TOTAL	
			CANT.	TIEMP.	CANT.	TIEMP.	CANT.	TIEMP.
1	Operación		3	0:10:05	6	0:29:55	9	0:40:00
2	Transporte		0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00
3	Operación-Inspección		5	0:23:34	3	0:11:54	8	0:35:28
4	Demora		0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00
5	Almacenamiento		0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00
TOTAL			8	0:33:39	9	0:41:49	17	1:15:28

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

En el cuadro resumen anterior, se puede visualizar que la propuesta metodológica establecida para el proceso tipo 2 de la unidad de Swab ha generado:

- ✓ La disminución al 51.52% de la cantidad de actividades que actualmente se realiza, a pesar que se aumente una mano de obra directa al proceso, pasando de 33 actividades realizadas por 1 mecánico a 17 actividades realizadas por 2 mecánicos.
- ✓ La supresión de 9 actividades consideradas como demoras, a pesar que se fomente la interacción de un segundo mecánico, no existirá los tiempos suplementarios, repetición de actividades, ni cuellos de botella.
- ✓ La exclusión operativa del 81.33% del tiempo total, aunque se cumple el desarrollo completo del proceso de manera normal, pasando de 3 horas con 45 minutos a 41 minutos.
- ✓ La eliminación teórica del 94.33% del tiempo mínimo requerido en sus procedimientos actuales, pasando de 12 a 0.68 horas.

Gráfico N° 47 – Diagrama de procesos propuesto tipo 2 HL.

N.	ACTIVIDAD - MECÁNICO # 1	TIEMPO PROM.	SÍMBOLOS				TIEMPO PROM.	ACTIVIDAD - MECÁNICO # 2					
			○	◻	○	◻		○	◻	○	◻		
1	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones	0:02:00	○		○		0:03:10						
2	Preparación de herramientas	0:03:30	○		○		0:04:00						
3	Limpieza de filtro de aire del motor del vehículo	0:04:00	○			◻	0:02:40						
4	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del vehículo	0:02:40		◻		◻	0:06:15						
5	Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección del vehículo	0:04:30		◻		◻	0:03:30						
6	Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión del vehículo	0:07:00		◻		○	0:02:00						
7	Control (verificación y ajuste) del sistema de freno del vehículo	0:06:00		◻		○	0:05:15						
8	Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión del vehículo	0:05:30		◻		○	0:08:00						
9						○	0:02:00						
10													
SUBTOTAL		0:35:10	3	5	6	3	0:36:50	○	9	◻	8		
OBSERVACIONES:			PÁG. # 01/01		TT	1:12:00	○	0:33:55	◻	0:38:05			

N	DESCRIPCIÓN	SÍMB.	MECÁNICO # 1		MECÁNICO # 2		TOTAL	
			CANT.	TIEMP.	CANT.	TIEMP.	CANT.	TIEMP.
1	Operación		3	0:09:30	6	0:24:25	9	0:33:55
2	Transporte		0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00
3	Operación-Inspección		5	0:25:40	3	0:12:25	8	0:38:05
4	Demora		0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00
5	Almacenamiento		0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00
TOTAL			8	0:35:10	9	0:36:50	17	1:12:00

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

El cuadro resumen anterior refleja los resultados obtenidos con la propuesta metodológica implantada en el proceso tipo 2 de la unidad de HL, el cual ha generado que:

- ✓ La cantidad de actividades que actualmente se realiza disminuya al 51.52%, a pesar que se incremente la mano de obra directa al proceso, pasando de 33 actividades efectuadas por 1 mecánico a 17 actividades realizadas por 2 mecánicos.
- ✓ Se suprima las 11 actividades identificadas como demoras, a pesar que se promueve la participación de un segundo mecánico, no habrá cuellos de botella, repetición de actividades, ni tiempos suplementarios.
- ✓ El tiempo total operativo disminuya el 81.65% de lo actual, pasando de 3 horas con 16 minutos a 36 minutos.
- ✓ Se decremente teóricamente el 95% del tiempo mínimo necesario requerido por los procedimientos vigentes, pasando de 12 a 0.60 horas.

4.2.4. DIAGRAMA DE PERT PROPUESTO.

Manteniendo las mismas consideraciones metodológicas de la propuesta y de las actividades de los anteriores gráficos (tiempos, secuencialidad e interacción), se ha desarrollado los gráficos N° 48 y 49 con su tabla N° 29 para los procesos tipo 1 y los gráficos N° 50 y 51 con su tabla N° 30 para los procesos tipo 2, los cuales permiten visualizar de manera secuencial las actividades desarrolladas por cada mecánico, la interrelación entre ambos y los tiempos mínimos necesarios para el desarrollo de los procesos junto con la identificación de sus rutas críticas.

Se puede destacar las modificaciones más representativas con los gráficos de la metodología actual:

- ✓ Para los procesos tipo 1, se demuestra la optimización en el ordenamiento de las actividades, generando la eliminación visual del 100% de incertidumbre y la disminución del 45.45% de actividades en su ruta crítica y el decremento de los tiempos mínimos necesarios del 25.12% para las unidades de SW y del 6.78% para las unidades de HL.
- ✓ Para los procesos tipo 2, se evidencia la optimización en el ordenamiento de las actividades, generando la eliminación visual del 100% de incertidumbre y la disminución del 47.06% de actividades en su ruta crítica y el decremento de los tiempos mínimos necesarios del 20% para las unidades de SW y del 17.33% para las unidades de HL.

Tabla N° 29 – Actividades procesos tipo 1 propuesto.

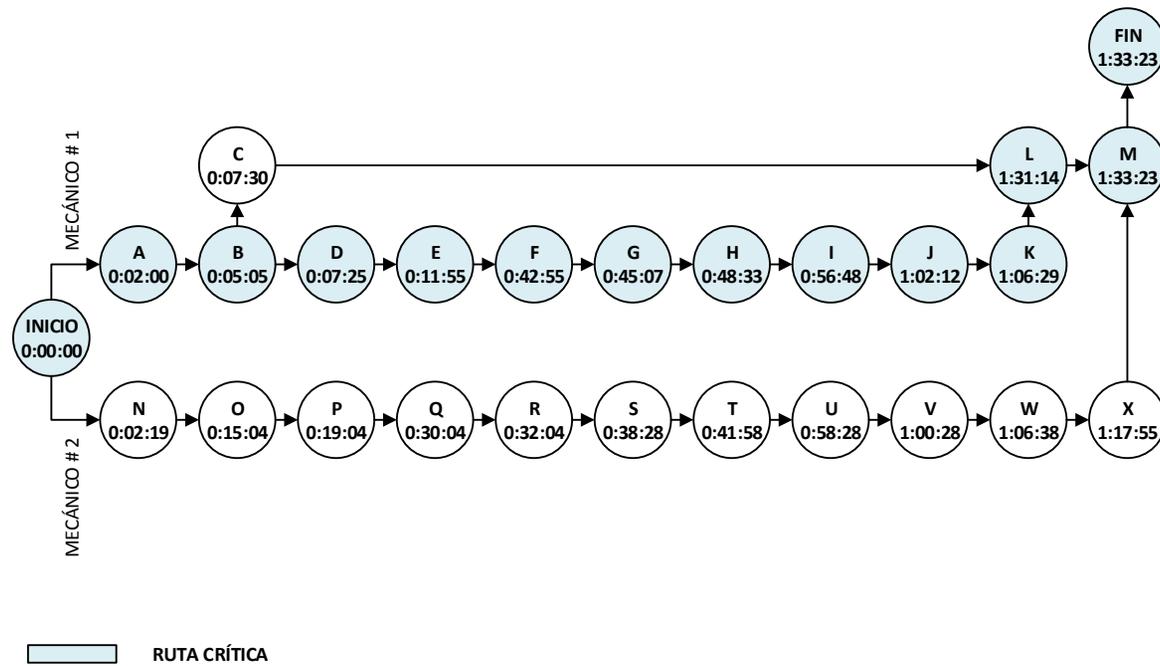
PROCESO TIPO 1	
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones
B	Preparación de herramientas mecánico N. 1
C	Apertura del cárter del motor del vehículo
D	Obtención de diésel para filtros
E	Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del vehículo
F	Reemplazo de filtros de fluidos al motor del vehículo
G	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del vehículo
H	Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección del vehículo
I	Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión del vehículo
J	Control (verificación y ajuste) del sistema de freno del vehículo
K	Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión del vehículo
L	Cierre de cárter y colocar aceite al motor del vehículo
M	Salida de la unidad al parqueadero de Base de Operaciones
N	Preparación de herramientas mecánico N. 2
O	Apertura del cárter del motor del sistema y drenado de aceite
P	Preparación de filtros de fluidos (nuevos) del motor del sistema
Q	Reemplazo de filtros de fluidos al motor del sistema
R	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del sistema
S	Control (verificación y ajuste) del sandril
T	Control (verificación y ajuste) del sistema hidráulico
U	Cierre de cárter y colocar aceite al motor del sistema
V	Preparación de equipo lubricador
W	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril
X	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del vehículo

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 48 – Diagrama de Pert propuesto tipo 1 Swab.

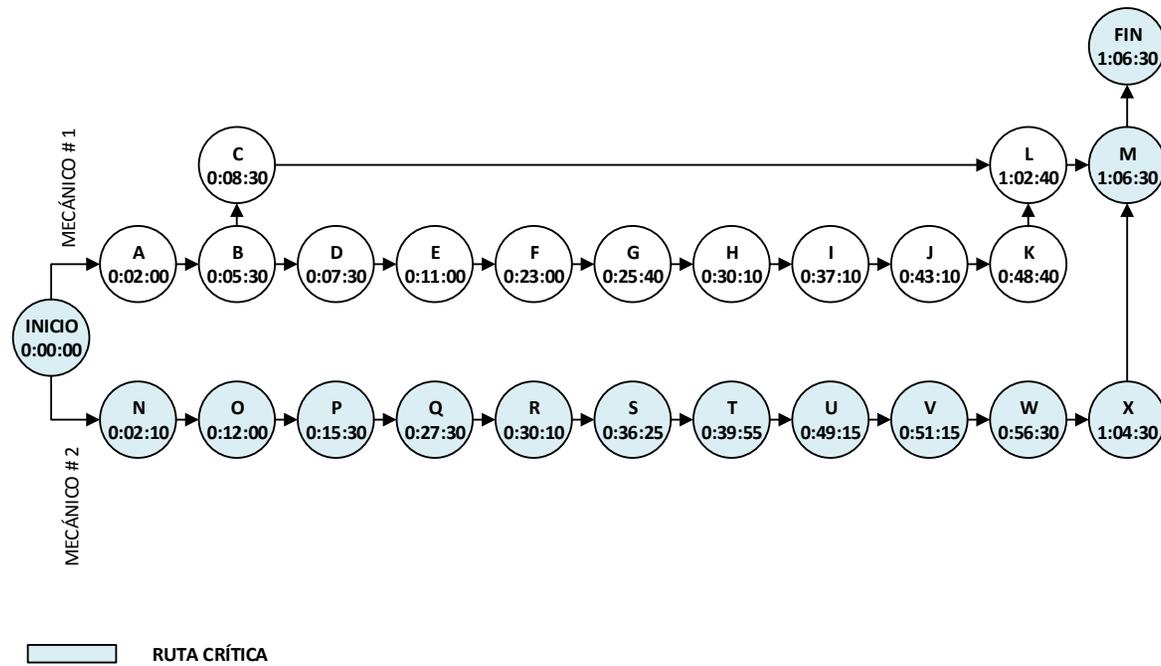
ACTIVID.	PRECEDE	TIEMPO
A	-	0:02:00
B	A	0:03:05
C	B	0:02:15
D	B	0:02:10
E	D	0:04:30
F	E	0:31:00
G	F	0:02:12
H	G	0:03:26
I	H	0:08:15
J	I	0:05:24
K	J	0:04:17
L	C, K	0:24:45
M	L, X	0:02:09
N	-	0:02:19
O	N	0:12:45
P	D, O	0:04:00
Q	P	0:11:00
R	Q	0:02:00
S	R	0:06:24
T	S	0:03:30
U	T	0:16:30
V	U	0:02:00
W	V	0:06:10
X	W	0:11:17



Fuente: Autor.
 Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 49 – Diagrama de Pert propuesto tipo 1 HL.

ACTIVID.	PRECEDE	TIEMPO
A	-	0:02:00
B	A	0:03:30
C	B	0:03:00
D	B	0:02:00
E	D	0:03:30
F	E	0:12:00
G	F	0:02:40
H	G	0:04:30
I	H	0:07:00
J	I	0:06:00
K	J	0:05:30
L	C, K	0:14:00
M	L, X	0:02:00
N	-	0:02:10
O	N	0:09:50
P	D, O	0:03:30
Q	P	0:12:00
R	Q	0:02:40
S	R	0:06:15
T	S	0:03:30
U	T	0:09:20
V	U	0:02:00
W	V	0:05:15
X	W	0:08:00



Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Tabla N° 30 – Actividades procesos tipo 2 propuesto.

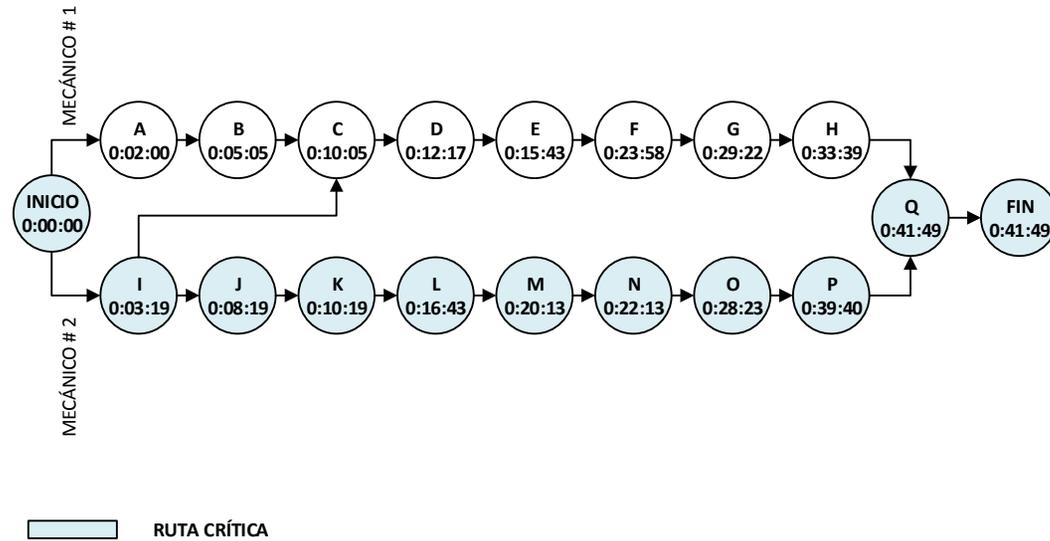
PROCESO TIPO 2	
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Ingreso de la unidad al taller de Base de Operaciones
B	Preparación de herramientas mecánico N. 1
C	Limpieza de filtro de aire del motor del vehículo
D	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del vehículo
E	Control (verificación y ajuste) del sistema de dirección del vehículo
F	Control (verificación y ajuste) del sistema de transmisión del vehículo
G	Control (verificación y ajuste) del sistema de freno del vehículo
H	Control (verificación y ajuste) del sistema de suspensión del vehículo
I	Preparación de herramientas y soplete mecánico N. 2
J	Limpieza de filtro de aire del motor del sistema
K	Control (verificación y ajuste) del sistema de enfriamiento del sistema
L	Control (verificación y ajuste) del sandril
M	Control (verificación y ajuste) del sistema hidráulico
N	Preparación de equipo lubricador
O	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del sandril
P	Lubricación de rótulas, rodamientos, puertos o terminales del vehículo
Q	Salida de la unidad al parqueadero de Base de Operaciones

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 50 – Diagrama de Pert propuesto tipo 2 Swab.

ACTIVID.	PRECEDE	TIEMPO
A	-	0:02:00
B	A	0:03:05
C	B,I	0:05:00
D	C	0:02:12
E	D	0:03:26
F	E	0:08:15
G	F	0:05:24
H	G	0:04:17
I	-	0:03:19
J	I	0:05:00
K	J	0:02:00
L	K	0:06:24
M	L	0:03:30
N	M	0:02:00
O	N	0:06:10
P	O	0:11:17
Q	H, P	0:02:09

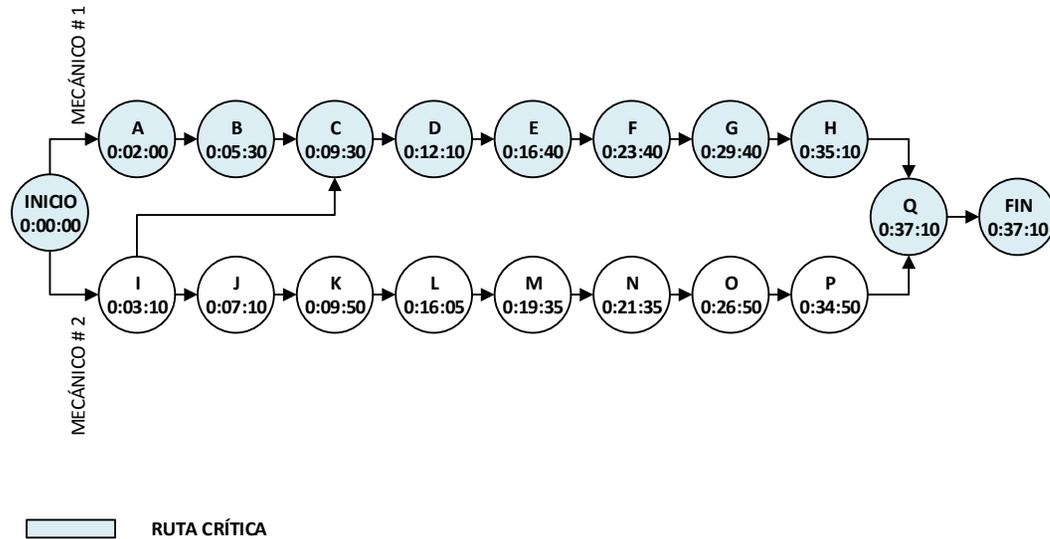


Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Gráfico N° 51 – Diagrama de Pert propuesto tipo 2 HL.

ACTIVID.	PRECEDE	TIEMPO
A	-	0:02:00
B	A	0:03:30
C	B,I	0:04:00
D	C	0:02:40
E	D	0:04:30
F	E	0:07:00
G	F	0:06:00
H	G	0:05:30
I	-	0:03:10
J	I	0:04:00
K	J	0:02:40
L	K	0:06:15
M	L	0:03:30
N	M	0:02:00
O	N	0:05:15
P	O	0:08:00
Q	H, P	0:02:00



Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

4.3. PRODUCTIVIDAD DE PROPUESTA.

Basados en los resultados obtenidos de los gráficos anteriores, se ha procedido a medir la productividad, lo cual, permite evaluar la utilización de los recursos para la generación de los procesos según la metodología propuesta.

Esto también permite realizar la comparación y análisis de la productividad con la metodología actual versus la productividad con la metodología propuesta, demostrando no solo la disminución del tiempo en los procesos, sino también la optimización en el aprovechamiento de los recursos.

La formulación de productividad que se ha empleado nuevamente es:

$$Productividad = \frac{Producción\ obtenida}{Recurso\ utilizado}$$

Aplicación de la fórmula:

$$Prod. Tipo 1 SW = \frac{1\ proceso}{2.88\ horas\ hombre} = 0.3472\ p/hh$$

$$Prod. Tipo 1 HL = \frac{1\ proceso}{2.20\ horas\ hombre} = 0.4545\ p/hh$$

$$Prod. Tipo 2 SW = \frac{1\ proceso}{1.25\ horas\ hombre} = 0.8000\ p/hh$$

$$Prod. Tipo 2 HL = \frac{1\ proceso}{1.20\ horas\ hombre} = 0.8333\ p/hh$$

Queda evidenciado el aumento de la productividad con la metodología propuesta.

Los incrementos fueron de: 0.1647 en el tipo 1 SW, 0.2057 en el tipo 1 HL, 0.5333 en el tipo 2 SW y 0.5275 en el tipo 2 HL.

4.4. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.

Como parte fundamental en la aprobación de la metodología propuesta para optimizar los procesos de inspección de operatividad en las unidades de Swab y Herramienta Local, es la comprobación de la hipótesis planteada al inicio del presente estudio técnico (Capítulo I).

En los gráficos anteriores (Capítulo III) queda sustentado la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos, los cuales sirvieron para desarrollar la metodología con que se generó los gráficos del presente capítulo.

En la tabla N° 31 se puede evidenciar los porcentajes de los decrementos en los tiempos de cada proceso de inspección de operatividad, teniendo como resultado que en promedio la metodología propuesta disminuyó el 71.95% del tiempo actual en los procesos tipo 1 y el 81.49% en los procesos tipo 2.

Tabla N° 31 – Resultados de optimización de tiempos.

DESCRIPCIÓN METODOLOGÍAS		PROCESO	OPTIMIZACIÓN (DECREMENTO)	
		TIEMPO	TIEMPO	%
TIPO 1 SWAB	ACTUAL	5:29:06	3:53:38	70.80
	PROPUESTO	1:35:28		
TIPO 1 HL	ACTUAL	4:12:05	3:04:25	73.10
	PROPUESTO	1:07:40		
TIPO 2 SWAB	ACTUAL	3:45:43	3:03:54	81.33
	PROPUESTO	0:41:49		
TIPO 2 HL	ACTUAL	3:16:55	2:40:05	81.65
	PROPUESTO	0:36:50		

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

De igual manera, como se ha indicado en los capítulos anteriores, entre los beneficios de la optimización de los tiempos en un proceso, es la obtención del incremento de la productividad en los mismos, refiriéndose a la mejora en el aprovechamiento de los recursos invertidos.

En la tabla N° 32 se muestra los porcentajes de productividad en cada proceso optimizado, teniendo como resultado que en promedio la metodología propuesta incrementó el 86.47% en los procesos tipo 1 y el 186.23% en los procesos tipo 2.

Tabla N° 32 - Resultados de optimización de productividad.

DESCRIPCIÓN METODOLOGÍAS		PRODUCTIVIDAD	OPTIMIZACIÓN (INCREMENTO)	
		p/hh	p/hh	%
TIPO 1 SWAB	ACTUAL	0.1825	0.1647	90.25
	PROPUESTO	0.3472		
TIPO 1 HL	ACTUAL	0.2488	0.2057	82.68
	PROPUESTO	0.4545		
TIPO 2 SWAB	ACTUAL	0.2667	0.5333	199.96
	PROPUESTO	0.8000		
TIPO 2 HL	ACTUAL	0.3058	0.5275	172.50
	PROPUESTO	0.8333		

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Con los resultados que reflejan las tablas anteriores, se puede determinar que la hipótesis ha sido verificada y comprobada, demostrando que se ha optimizado los tiempos en los procesos de inspección de operatividad en las unidades de producción Swab y Herramienta Local de la empresa Pacifpetrol SA, mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos, las cuales fueron utilizadas en el presente estudio técnico.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DEL COSTO Y BENEFICIO DE LA PROPUESTA

5.1. COSTOS DE LA PROPUESTA.

5.1.1. PRESUPUESTO.

Para poner en ejecución la metodología que optimice los tiempos en los procesos de inspección de operatividad, se ha elaborado el presupuesto general (Tabla N° 33) que permita cubrir los costos necesarios para implementar y garantizar la sustentabilidad de la propuesta. Para ello, se ha considerado los requerimientos descritos en el capítulo IV, como el plan de capacitaciones, la asesoría profesional y la supervisión calificada.

Tabla N° 33 – Presupuesto general para optimización.

N.	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Capacitación a 1 supervisor	\$ 1.387,00
2	Capacitación a 7 mecánicos	\$ 962,00
3	Consultoría	\$ 4.000,00
TOTAL		\$ 6.349,00

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, los costos por capacitación a los trabajadores del departamento suman \$ 2.349,00 que se desglosan en la tabla N° 34, de igual manera los costos por consultoría suman \$ 4.000,00 los cuales se desglosan en la tabla N° 35, generando un presupuesto de \$ 6.349,00.

Tabla N° 34 – Presupuesto por capacitaciones.

PERSONAL	MÓDULO	TEMAS	HORAS	TOTAL
Supervisor	1 : Importancia de la productividad y métodos de trabajos	Importancia del trabajo en equipo y la comunicación en las industrias	8	\$ 433,00
		Importancia de la productividad en las industrias		
		Importancia de los métodos, movimientos y tiempos estándares de trabajo		
		Importancia del seguimiento y medición de los procesos		
		Distribución de planta y puesto de trabajo		
		Las 5'S		
Supervisor	2 : Herramientas de métodos	Diagrama de Ishikawa	8	\$ 533,00
		Diagrama de Gantt		
		Diagrama de Flujo		
		Diagrama de Proceso de Operación		
		Diagrama de Procesos		
		Diagrama de Pert		
Supervisor	3: Estudio técnico	Optimización en los tiempos de los procesos de inspección de operatividad	4	\$ 421,00
Líder y Mecánicos	1 : Importancia de la productividad y métodos de trabajos	Políticas de calidad de la empresa	3,50	\$ 294,00
		Importancia del trabajo en equipo y la comunicación en las industrias		
		Importancia de la productividad en las industrias		
		Importancia de los métodos, movimientos y tiempos estándares de trabajo		
Líder y Mecánicos	2 : Herramientas de métodos	Importancia de las 5´S en las industrias	2,5	\$ 354,00
		Lectura de Diagramas de Flujo		
		Lectura de Diagramas de Proceso de Operación		
		Lectura de Diagramas de Proceso		
Supervisor, Líder y Mecánicos	3 : Procesos y metodologías	Difusión de instructivo del departamento	3	\$ 314,00
		Difusión de herramientas de control de gestión del departamento		
		Difusión de metodología propuesta en los procesos de inspección de operatividad		
TOTAL			29	\$ 2.349,00

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Tabla N° 35 – Presupuesto por consultorías.

DESCRIPCIÓN	DETALLE	HORAS	COSTO
Servicios profesionales de asesoría	Actualización de instructivo y herramientas de control de gestión	8	\$ 400,00
Servicios profesionales de consultoría	Supervisión nocturna de inspecciones de operatividad en Taller	72	\$ 3.600,00
TOTAL		80	\$ 4.000,00

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

El presupuesto por capacitaciones asegurará la orientación profesional en la teoría para el entendimiento del presente estudio técnico y la comprensión de la propuesta metodológica por parte del personal del departamento.

Pero el presupuesto por asesoramiento y consultoría será necesario para garantizar la correcta implementación y sustentabilidad de la propuesta, mediante la orientación profesional en la práctica por parte del personal durante el desarrollo de los procesos de inspección de operatividad en las unidades de producción.

5.1.2. FINANCIAMIENTO.

El presupuesto general requerido para la implementación de la propuesta metodológica determinada en el presente estudio técnico, puede ser financiado por la propia empresa Pacifpetrol S.A., la cual cuenta con la partida de capacitaciones dentro de su presupuesto anual aprobado.

La partida presupuestal mencionada, no solo asegura el financiamiento de la formación teórica-técnica de sus trabajadores, sino también garantiza la inversión para mejorar la productividad de la empresa.

5.2. ANÁLISIS DEL BENEFICIO DE LA PROPUESTA.

Para el análisis del beneficio que genera los resultados del presente estudio técnico, se ha tomado en consideración el costo del presupuesto generado para la implementación de la propuesta metodológica y la estimación del incremento de producción que se generaría al aplicarla, considerándose un beneficio no solo para el área de mantenimiento por optimizar sus tiempos y mejorar su productividad, sino también para el área de producción al incrementar la disponibilidad de las unidades de Swab y de Herramienta Local.

Como se había indicado anteriormente (Capítulo I), se ha identificado una estimación de pérdidas de producción por la inoperatividad justificada de las unidades de extracción al realizar los procesos de inspección de operatividad durante toda la jornada nocturna, mediante ese criterio se ha estimado el incremento de producción (Tabla N° 36) al no existir las paradas de las unidades por el desarrollo de los procesos antes mencionados.

Tabla N° 36 – Estimación de incremento de producción con propuesta.

INCREMENTO DE PRODUCCIÓN ESTIMADA POR DISPONIBILIDAD					
SISTEMA PRODUCCIÓN	CANT. UNIDADES PRODUCTIVAS	CANT. PARADAS MES	PRODUCCIÓN NOCTURNA (BLS.)		
			MES	SEMESTRE	AÑO
SWAB	3	6	299.34	1796.04	3592.08
HL	4	8	261.84	1571.04	3142.08
TOTAL		14	561.18	3367.08	6734.16

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Como se muestra en la tabla anterior, al implementar la propuesta, se estima que existe un incremento de producción de petróleo de al menos el 4.10% en sus sistemas de extracción respectivos y de al menos en 1.60% en toda la producción; es decir un incremento de 6734.16 barriles de petróleo al año.

Tomando en consideración el pago actual por barril entregado (\$51,56/barril), que se encuentra estipulado en el contrato de prestación de servicios que la empresa posee con el Estado, esto generaría ingresos adicionales por incremento de producción de al menos \$ 347.213,29 al año, y si se considera el decremento por los costos de producción, los gastos de administración y de finanzas por barril, existe una utilidad bruta de al menos \$ 143.370,27 al año.

Con lo cual, se puede comparar la rentabilidad de la propuesta (Tabla N° 37) aclarando que los costos del presupuesto ya se encuentran asumidos dentro de los costos administrativos por la partida de capacitaciones.

Tabla N° 37 – Análisis costo-beneficio.

DESCRIPCIÓN	COSTO ANUAL
Utilidad bruta por incremento estimado de producción (+)	\$ 143.370,27
Inversión en propuesta metodológica (-)	\$ 6.349,00
TOTAL	\$ 137.021,27

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

Con la tabla anterior se demuestra la rentabilidad de la propuesta planteada en el presente estudio técnico, con lo que se estima el retorno de la inversión desde el primer mes de ejecución con una utilidad bruta de al menos \$ 11,947.52 mensual.

Cabe destacar que para la implementación de la propuesta metodológica del presente estudio técnico, el departamento no tendrá que incrementar ningún costo adicional a los que posee actualmente en su presupuesto aprobado por:

- Aumento de mano de obra directa.
- Cancelación de horas extras adicionales.
- Mejoramiento o cambio de instalaciones (taller).
- Adquisición de equipos, maquinarias y herramientas.

La empresa tampoco tendrá que realizar ninguna inversión adicional que no haya sido presupuestada con anterioridad, como ha sido indicado anteriormente, la empresa cuenta con el presupuesto por capacitaciones anuales aprobado.

5.3. TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.

En el presente estudio técnico, también se ha generado la planificación para implementar la propuesta en el departamento (Tabla N° 38); si la metodología propuesta es aceptada por parte del departamento y de la empresa, el tiempo necesario es de 13 días calendario (casi 2 semanas).

Tabla N° 38 – Cronograma de implementación de propuesta.

N.	DESCRIPCIÓN	SEMANA 1					SEMANA 2					DÍAS	
1	Capacitación al supervisor	■	■	■									3
2	Actualización de herramientas de control de gestión			■									1
3	Capacitación y socialización a mecánicos				■	■							3
4	Supervisión de aplicación de metodología propuesta						■	■	■	■	■		6
TOTAL DE DÍAS												13	

Fuente: Autor.

Elaborado por: Andrés Verdesoto Triviño.

CONCLUSIONES.

Se realizó el estudio técnico para la optimización de los tiempos en los procesos de inspección de operatividad en las unidades de producción SW y HL, en donde se puede verificar que:

- ✓ Se determinaron los aspectos generales, planteando específicamente la problemática del departamento, identificando los objetivos y argumentando la justificación, permitiendo direccionar y encaminar el trabajo investigativo.
- ✓ Se conoció a la empresa y el sitio en donde se desarrollan los procesos evaluados, desde su historia como bloque petrolero, las empresas que lo han operado, su producción histórica y el sistema productivo de la organización que opera actualmente.
- ✓ Se analizó la situación actual aplicando herramientas de ingeniería de métodos, las cuales permitieron identificar las causas de las demoras:
 - Falta de metodología estandarizada.
 - Tiempos improductivos.
 - Tiempos muertos.
- ✓ Se utilizó la técnica de la encuesta para conocer los criterios de los trabajadores evaluados sobre los tiempos de los procesos a estudio, concluyendo que:
 - Los procedimientos vigentes carecen de respaldo técnico.
 - Los procedimientos son realizados según la experiencia, conocimiento y criterio individual de cada trabajador.

- ✓ Se realizó el análisis del costo y beneficio para la implementación de la metodología propuesta, en el que se calculó que se requiere de:
 - Un presupuesto de \$ 6.349,00.
 - Un período de 13 días.

RECOMENDACIONES.

- ✓ Socializar a los trabajadores sobre las problemáticas del departamento, esto permitirá:
 - Desarrollar las capacidades de liderazgo y trabajo en equipo.
 - Generar el interés de los trabajadores por la mejora continua.
 - Tener trabajadores comprometidos con sus actividades.
- ✓ Actualizar las herramientas del sistema de gestión integrado del departamento (instructivo, registros y acta), con la finalidad de:
 - Tener procedimientos alineados con el desarrollo de los procesos y las necesidades de campo.
 - Garantizar el uso correcto de las herramientas de control de gestión por los trabajadores.
 - Respaldar el cumplimiento de las actividades con información completa, veras y precisa.
- ✓ Incrementar la rentabilidad de la empresa aplicando la metodología propuesta, con la finalidad de:
 - Decrementar el 76.72% en promedio del tiempo actual.
 - Incrementar el 136.35% en promedio de la productividad actual.
 - Incrementar la producción al menos el 4.10% entre los sistemas SW y HL.
 - Generar utilidad bruta mensual de al menos \$ 11,947.52.

BIBLIOGRAFÍA.

- Heizer Jay y Render Barry – Principios de Administración de Operaciones – 9na Edición, Pearson Education Edition S.A., año 2014.
- Niebel Benjamin W. – Administración de Operaciones: Producción y cadena de suministros – 13va Edición, McGraw-Hill Editores S.A, de C.V., año 2014.
- Niebel Benjamin W. y Freivalds Andris – Ingeniería Industrial: Métodos estándares y diseño del trabajo – 12va Edición, McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A, de C.V., año 2009.
- Palacios Acero Luis Carlos – Ingeniería de Métodos: Movimientos y tiempos – 1ra Edición, Ecoe Ediciones, año 2009.
- Hernández Orozco Carlos – Análisis Administrativo: Técnicas y Métodos – 1ra Edición, EUNED, año 1996.
- Boucly Francis – Gestión del Mantenimiento – 1ra Edición, AENOR, año 1999.
- Navarro Luis y Otros – Gestión Integral de Mantenimiento – 1ra Edición, MARCOMBO S.A, año 1997.
- Tavares Lourival – Administración Moderna del Mantenimiento – Formato PDF, año 2003.
- CESVIMAP - Gestión y logística del mantenimiento en automatización, CESVIMAP, año 2008.
- www.pacifpetrol.com

ANEXOS

Anexo N° 1 – Formato de Encuesta.

	<p>UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</p>	
<p>ENCUESTA DE CARÁCTER ACADÉMICO TESIS DE GRADO</p>		
TEMA:	Elaboración de un estudio técnico para optimizar los tiempos en los procesos de inspección de operatividad en las unidades de producción Swab y HL de la empresa Pacifpetrol SA, ubicada en la parroquia San José de Ancón - provincia de Santa Elena.	
OBJETIVO:	Determinar el nivel de conocimiento y experiencia que posee el personal del departamento sobre los procesos a estudio y su criterio para optimizar los tiempos.	

Marque la respuesta que considere apropiada según su criterio.

1) ¿Qué rango determina su edad (años)?

< 30 30 - 35 36 - 40 > 40

2) ¿Qué nivel de formación académica posee?

Primaria Secundaria Educación Técnica

Superior Inconclusa Superior

3) ¿Qué rango determina su tiempo en el departamento (años)?

< 3 3 - 6 7 - 10 > 10

4) ¿Cuánto tiempo se requiere para el proceso tipo 1 SW (horas)?

< 1 1 2 3 4 >4

5) ¿Cuánto tiempo se requiere para el proceso tipo 1 HL (horas)?

< 1 1 2 3 4 >4

6) ¿Cuánto tiempo se requiere para el proceso tipo 2 SW (horas)?

< 1 1 2 3 4 >4

7) ¿Cuánto tiempo se requiere para el proceso tipo 2 HL (horas)?

< 1 1 2 3 4 >4

8) ¿Qué factor disminuiría los tiempos en los procesos?

- Mejorar las condiciones de trabajo.
- Incrementar la cantidad de trabajadores al proceso.
- Adquirir nuevos equipos y herramientas.
- Otros. Especifique: _____

9) ¿De dónde proviene la metodología que aplica para los procesos?

- Del supervisor de mantenimiento.
- De los compañeros del departamento.
- De la experiencia personal.
- De la lectura del instructivo vigente del departamento.

10) ¿Reconocería herramientas de ingeniería de métodos o administración de operaciones como: Flujogramas, diagrama de operaciones, procesos, etc.?

Sí NO