

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

ANÁLISIS DEL PROCEDIMIENTO PARA EL ARRANQUE DE LOS GRUPOS DE BOMBEO DE LA ESTACIÓN EL BEATERIO Y SU INCIDENCIA EN EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS LIMPIOS A TRAVÉS DEL POLIDUCTO QUITO-RIOBAMBA"

Informe de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Luis Germán Lema Lucero

TUTOR:

Ing. Fabián Sarmiento

QUITO - ECUADOR

2017

APROBACION DEL TUTOR

En mi calidad de Director del Proyecto: " **ANÁLISIS DEL PROCEDIMIENTO PARA EL ARRANQUE DE LOS GRUPOS DE BOMBEO DE LA ESTACIÓN EL BEATERIO Y SU INCIDENCIA EN EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS LIMPIOS A TRAVÉS DEL POLIDUCTO QUITO-RIOBAMBA** " presentado por Luis Germán Lema Lucero para optar por el título de Ingeniero Industrial, CERTIFICO que dicho proyecto de tesis ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Quito, 2017.

EL TUTOR

Ing. Fabián Sarmiento

C.I.: 010439391-3

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACION**

Yo, Luis Germán Lema Lucero declaro ser autor del proyecto de Tesis, titulado "Análisis del procedimiento para el arranque de los grupos de bombeo de la estación el beaterio y su incidencia en el transporte de productos limpios a través del poliducto Quito-Riobamba ", como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que, con fines netamente académicos, divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y el exterior, con las cuales la universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitare la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de (Quito), a los () del () de (2017), firmo conforme:

Autor: Luis Germán Lema Lucero

Firma:

Número de Cédula: 1708860059

Dirección: Sur de Quito

Correo Electrónico: llema_66@hotmail.com

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal Examinador aprueban el Informe de tesis, sobre el Tema:
"ANÁLISIS DEL PROCEDIMIENTO PARA EL ARRANQUE DE LOS GRUPOS DE BOMBEO DE LA ESTACIÓN EL BEATERIO Y SU INCIDENCIA EN EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS LIMPIOS A TRAVÉS DEL POLIDUCTO QUITO-RIOBAMBA" del estudiante Luis Germán Lema Lucero, de la carrera de Ingeniería Industrial de la "Universidad Tecnológica Indoamérica"

Quito,

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

F.....

PRESIDENTE

F.....

VOCAL

F.....

VOCAL

DEDICATORIA

Este trabajo le dedico a Dios y a la Virgen, por darme las oportunidades de cumplir con mis metas y objetivos, a mi padre y hermanas por creer en mí, mi madre que desde el cielo me sigue dando la fortaleza para seguir adelante, y de una manera muy especial a mi esposa Ligia y a mi hija Fernandita, ya que sin el apoyo y empuje de ellas no hubiera logrado este objetivo, las amo con todo mi corazón

Luis

AGRADECIMIENTO

Agradezco, a todas las personas que me brindaron su ayuda para el cumplimiento de este trabajo a mis compañeros poliducto Quito-Ambato-Riobamba que me brindaron su apoyo en todo momento de la realización de este proyecto, a mis profesores de la universidad y de manera muy especial al Ing. Fabián Sarmiento por brindarme todo su tiempo y apoyo para la culminación de este proyecto

Luis

ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.EL PROBLEMA	3
Tema.....	3
Línea de investigación.	3
Planteamiento del Problema.....	4
Contextualización.....	4
Árbol de problemas.....	10
Análisis Crítico	11
Prognosis.....	11
Formulación del problema	12
Delimitación de la Investigación.....	12
Justificación	13
Objetivos	14
Objetivo General	14
Objetivos Específicos.....	14
CAPÍTULO II.MARCO TEÓRICO.....	15

Antecedentes investigativos	15
Fundamentación técnica tecnológica	17
Fundamentación Legal	21
Categorías Fundamentales	22
Gráficas de inclusión.....	23
Constelación de ideas	23
Desarrollo de marco teórico	26
Hipótesis.....	46
Señalamiento de variables.....	46
Definición de términos técnicos.....	46
CAPÍTULO III.METODOLOGÍA.....	52
Enfoque de la Modalidad	52
Cualitativa	52
Cuantitativa	53
Modalidad básica de la investigación	53
Bibliográfica.....	53
De campo	53
Experimental	53
Tipo de investigación	54
Descriptiva	54

Asociación de variables	54
Población.....	55
Muestra.....	55
Operacionalización de variable.....	57
Plan de recolección de la información	59
Aplicación de instrumentos de recolección de información	59
CAPÍTULO IV.ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y SITUACIÓN ACTUAL.....	61
Procesamiento y análisis de la información	61
Análisis.....	88
Interpretación de datos	91
Análisis de la situación actual	92
Verificación de hipótesis.....	92
Conclusiones	94
Recomendaciones.....	94
CAPÍTULO V.PROPUESTA	96
Titulo.....	96
Datos Informativos.....	96
Antecedentes de la propuesta	96

Objetivos de la propuesta.....	97
General.....	97
Específico.....	97
Justificación de la propuesta	98
Económico	98
Desarrollo de la propuesta.....	99
Factibilidad.....	99
Estudio de la ingeniería Básica	99
Concepción técnica	114
Manuales	114
Beneficios de la propuesta	160
Beneficio ambiental	160
Evaluación económica	162
Conclusiones	165
Recomendaciones.....	166
ANEXOS	171

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Promedio por despacho por barriles.....	7
Tabla 2:Distribución de los tanques.....	8
Tabla 3: Grupo de bombas centrifugas estación El Beaterio.....	33
Tabla 4: Variable Independiente Procedimiento para el arranque de los grupos de bombeo.....	57
Tabla 5: Variable Dependiente incidencia en el transporte de productos limpios.....	58
Tabla 6: Tabla de resumen anual 2016 de transporte de productos limpios.....	62
Tabla 7: Resumen Marzo.....	65
Tabla 8: Base de datos de transporte de productos limpios Marzo 2016.....	67
Tabla 9: Base de datos de transporte de productos limpios 1 de Marzo del 2016	68
Tabla 10: Base de datos de transporte de productos limpios Enero 2016.....	71
Tabla 11: Base de datos de transporte de productos limpios Febrero 2016.....	72
Tabla 12: Base de datos de transporte de productos limpios Marzo 2016.....	73
Tabla 13: Base de datos de transporte de productos limpios Noviembre 2016.....	74
Tabla 14: Correlación lineal entre dos variables.....	75
Tabla 15: Correlación lineal entre dos variables.....	76

Tabla 16: Tabla de resumen correlación 1.....	77
Tabla 17: Tabla de resumen correlación 2.....	78
Tabla 18: Expertos seleccionados.....	81
Tabla 19: Informe mantenimiento mecánico correctivo 2016.....	85
Tabla 20: Actividades.....	115
Tabla 21: Normas procedimientos generales.....	147
Tabla 22: Normas prearranque.....	147
Tabla 23: Normas arranque.....	148
Tabla 24: Normas parada normal.....	148
Tabla 25: Normas parada de emergencia e histórico de alarmas.....	148
Tabla 26: Ficha identificativa del proceso.....	159
Tabla 27: Resumen anexos.....	160
Tabla 28: Gastos anuales 2016.....	162
Tabla 29: Gastos anuales 2016.....	163

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Transporte de derivados a través de poliductos.....	5
Figura 2: Árbol de Problemas.....	10
Figura 3:Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos...	19
Figura 4: Red de Categorías.....	23
Figura 5:Constelación de ideas de la variable independiente.....	24
Figura 6: Constelación de ideas de la variable dependiente.....	25
Figura 7:Flujograma general del proceso.....	27
Figura 8:Diagrama esquemático del proceso.....	28
Figura 9:Manifold de válvulas.....	28
Figura 10: Bombas Booster.....	29
Figura 11: Filtro Horizontal.....	30
Figura 12: Medidor Másico tipo Coriolis.....	30
Figura 13:Válvula de succión y de descarga conexión en serie.....	31
Figura 14: Grupo de Bombeo a Diésel.....	32
Figura 15:Grupo de bombeo eléctrico.....	32
Figura 16: Estructura organizacional.....	34
Figura 17: Organigrama funcional Petroecuador	35
Figura 18:Bomba centrífuga.....	36

Figura 19:Manómetro.....	37
Figura 20:Válvula de bola.....	38
Figura 21:Sensor de nivel.....	39
Figura 22:Sensor de vibración.....	40
Figura 23:Motor de inducción.....	40
Figura 24:PLC.....	41
Figura 25:Infraestructura El Beaterio.....	42
Figura 26:Layout.....	43
Figura 27:Flujo de procesos.....	44
Figura 28:Ruta crítica para un determinado caso.....	45
Figura 29:Medidor másico coriolis.....	47
Figura 30:Elementos de un motor de combustión interna.....	48
Figura 31:Elementos de un embrague.....	49
Figura 32: Curva característica.....	50
Figura 33: Esquema de planta.....	60
Figura 34: Ejecución POA 2016.....	63
Figura 35: Ejecución POA Marzo 2016.....	66
Figura 36: Gráficos de tendencia POA Marzo 2016.....	66
Figura 37: Gráficos de tendencia POA 1 de Marzo del 2016.....	69

Figura 38: Correlación eficiencia respecto ejecutado.....	77
Figura 39: Correlación eficiencia respecto diferencia.....	79
Figura 40: Grafico de pastel costos de mantenimiento correctivo.....	87
Figura 41: Eficiencia año 2016.....	88
Figura 42: Eficiencia por día (1 de Marzo del 2016).....	89
Figura 43: Gastos mantenimiento correctivo.....	98
Figura 44: Válvula de apertura rápida.....	100
Figura 45: Válvula de seguridad.....	101
Figura 46: Motor y bomba booster.....	102
Figura 47: Válvula bomba booster.....	103
Figura 48: Medidor másico tipo coriolis.....	105
Figura 49: Grupos de bombeo de diésel.....	106
Figura 50: Válvula neumática.....	107
Figura 51: Multiplicador.....	107
Figura 52: Multiplicador internamente.....	108
Figura 53: Bomba centrífuga.....	108
Figura 54: Grupo de bombeo eléctrico.....	109
Figura 55: Motor eléctrico.....	110
Figura 56: Bomba del grupo de bombeo eléctrico.....	111

Figura 57: Compresores.....	112
Figura 58: Tanques de almacenamiento de aire.....	113
Figura 59: Instrumento de medición.....	114
Figura 60: Diagrama de Gantt de seguimiento.....	116
Figura 61: Pantalla de inicio HMI	123
Figura 62: Escoger grupo diésel.....	123
Figura 63: Vista general grupos diésel.....	124
Figura 64: Vista grupo diésel G-602.....	124
Figura 65: Descripción de colores	125
Figura 66: Vista arranque de motor y control de velocidad.....	125
Figura 67: Apertura de válvulas de succión y descarga remota.....	126
Figura 68: Alineación de la válvula tres vías de manera remota.....	126
Figura 69: Alineación de la válvula manifold de manera remota.....	127
Figura 70: Apertura de la válvula de succión de bomba booster de manera remota.....	127
Figura 71: Arranque de bomba booster de manera remota.....	128
Figura 72: desembragado de grupos principales.....	128
Figura 73: Embragado de grupos principales.....	129
Figura 74: Indicadores del grupo de bombeo a diésel.....	129

Figura 75: Condiciones grupos de bombeo diésel.....	131
Figura 76: Presión de succión.....	131
Figura 77: Presión de descarga.....	132
Figura 78: Temperatura de entrada de aceite al multiplicador.....	132
Figura 79: Temperatura de salida de aceite al multiplicador.....	133
Figura 80: Temperatura de entrada de aceite al motor.....	133
Figura 81: Presión de entrada de aceite al motor.....	134
Figura 82: Temperatura del agua del motor.....	134
Figura 83: Temperatura de admisión del motor.....	135
Figura 84: Presión de aceite turbo	135
Figura 85: Reset grupos de bombeo.....	137
Figura 86: Centro de control de variador de velocidad.....	138
Figura 87: Variador de velocidad ABB.....	139
Figura 88: Condiciones grupo eléctrico.....	140
Figura 89: Grupo eléctrico-variador de velocidad.....	142
Figura 90: Parámetros de operación-variador de velocidad.....	143
Figura 91: Históricos de alarma.....	146
Figura 92: Flujograma general.....	150
Figura 93: Flujograma de alineación de válvulas.....	151

Figura 94: Flujograma para inicio de bombeo.....	151
Figura 95: Flujograma requisitos para arranque de unidad de bombeo eléctrico.....	152
Figura 96: Flujograma requisitos para arranque de unidad de bombeo a diésel.....	152
Figura 97: Flujograma arranque grupos de bombeo diésel.....	153
Figura 98: Flujograma arranque grupos de bombeo eléctrico.....	154
Figura 99: Parada grupos de bombeo diésel.....	155
Figura 100: Parada grupos de bombeo eléctrico.....	156
Figura 101: Parada de emergencia.....	157
Figura 102: Evolución del gasto mensual por mantenimiento correctivo.....	163
Figura 103: Costo por tipo de mantenimiento correctivo.....	164

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: "ANÁLISIS DEL PROCEDIMIENTO PARA EL ARRANQUE DE LOS GRUPOS DE BOMBEO DE LA ESTACIÓN EL BEATERIO Y SU INCIDENCIA EN EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS LIMPIOS A TRAVÉS DEL POLIDUCTO QUITO-RIOBAMBA"

AUTOR:

Luis Germán Lema Lucero

TUTOR:

Ing. Fabián Sarmiento

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de investigación plantea el problema de la eficiencia en los procesos de la estación de bombeo de productos limpios ubicada en el distrito metropolitano de Quito, existen inconvenientes por el mal manejo de equipos y operaciones para el arranque de los grupos de bombeo, para buscar la solución se realizó una investigación de tipo de campo y mediante información recolectada, se realizó un análisis descriptivo de la situación actual, para finalmente proponer la realización de un manual de operaciones, en este manual se detallara todos los proceso que el operador debe realizar para encendido y apagado de los grupos de bombeo, mediante flujogramas de fácil comprensión, para indicar la manera correcta de ejecutar las operaciones, finalmente se describió los equipos y mediante un layout poder identificar la ubicación exacta de todos los elementos que intervienen en la operación de transporte de productos limpios, el manual de operaciones consta como anexo en el documento, este se realizó mediante una metodología que consta de los siguientes pasos, planeación del estudio, recopilación de datos, análisis de información, Registro de información, Validación de información y revisión.

DESCRIPTORES: Ingeniería de operaciones, manual de operaciones, transporte de productos limpios, mejoramiento de procesos.

TECHNICAL UNIVERSITY "INDOAMÉRICA"

SCHOOL OF INDUSTRIAL ENGINEERING

TOPIC: "ANALYSIS OF THE PROCEDURE FOR STARTING THE PUMPING GROUPS OF THE STATION THE BEATERIO AND ITS INCIDENCE IN THE TRANSPORTATION OF CLEAN PRODUCTS THROUGH THE QUITO-RIOBAMBA POLYTUIDE "

Research report submitted as a prerequisite to obtaining the title of Industrial Engineer

AUTHOR: Luis Germán Lema Lucero

TUTORA: Ing. Fabián Sarmiento

SUMMARY

The research project raises the problem of efficiency in the processes of the pumping station of clean products located in the metropolitan district of Quito, there are drawbacks to the handling of equipment and operations for the start up of the pumping groups, to search The solution was a field type investigation and the information collected, a descriptive analysis of the current situation was carried out, finally to propose the realization of an operations manual, this manual will detail all the processes that the operator must carry out For turning pumping groups on and off, using easy-to-understand flow charts, to indicate the correct way to execute operations, after describing the equipment and by the arrangement of a power identify the exact location of all the elements involved in the Transport operations of clean products, the operations manual is included as an annex in the document, is carried out using a methodology consisting of the following steps, study planning, data collection, information analysis, information logging, Validation of information and revision.

WORDS: Operations engineering, operations manual, transportation of clean products, process improvement.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo general analizar el procedimiento para el arranque de los grupos de bombeo de la estación el Beaterio y su incidencia en el transporte de productos limpios a través del poliducto Quito-Riobamba, este se enfocara en buscar mediante metodologías de investigación incidencia en la eficiencia del proceso de operación y control de los grupos de bombeo, para posteriormente realizar un análisis descriptivo que permita de una manera técnico-científica, encontrar las variables que interviene en encontrar una solución para el objetivo planteado, finalmente proponer una solución ideal para optimizar el proceso, según la metodología para realizar documentos de investigación de la Universidad Tecnológica Indoamérica, la investigación debe seguir el siguiente esquema.

Capítulo I: En éste capítulo describe todo lo relacionado con el problema de investigación, la línea de investigación basado en las políticas de la universidad, la contextualización del problema (macro, meso y micro), una visión a futuro de, ¿Qué pasaría si no se soluciona el problema? (prognosis) y los respectivos objetivos que persigue la investigación.

Capítulo II: Contempla el marco teórico, dentro de este capítulo consta los antecedentes de investigación, la fundamentación técnica y legal a la que el trabajo de investigación está ligado, también incluye información relacionada sobre el proceso de bombeo de productos limpios, síntoma de las variables e hipótesis del trabajo investigativo.

Capítulo III: En éste capítulo está enfocado a la metodología que se va utilizar en el presente trabajo, incluye la característica y tipos de investigación que serán utilizados, definiéndose también la población y muestra de la investigación.

Capítulo IV: En este se presentan todas las tablas y gráficas de las operaciones que intervienen en las variables, el análisis e interpretación de resultados obtenidos por la información recopilada, incluye también la verificación de la hipótesis.

Capítulo V: En éste capítulo se puntualizan las conclusiones y recomendaciones del estudio realizado y se manifiesta detalladamente la propuesta para mejorar los problemas encontrados a lo largo del desarrollo de la investigación aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera estudiantil y experiencia profesional.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Tema

" Análisis del procedimiento para el arranque de los grupos de bombeo de la estación el Beaterio y su incidencia en el transporte de productos limpios a través del poliducto Quito-Riobamba "

Línea de investigación.

El proyecto de investigación tendrá como objetivo el análisis del procedimiento para el arranque de los grupos de bombeo de la estación el beaterio y su incidencia en el transporte de productos limpios a través del poliducto, con el propósito de mejorar los procesos y aumentar la productividad de la organización.

De acuerdo a las Políticas y Líneas de Investigación vigentes de la Universidad Tecnológica Indoamérica la línea de Empresarialidad y Productividad cita lo siguiente: UTI (2011)

“Empresarialidad y Productividad.- Esta línea de investigación se orienta por un lado al estudio de la capacidad de emprendimiento o Empresarialidad de la región, así como su entorno jurídico-empresarial ; es decir, de repotenciación y/o creación de nuevos negocios o industrias que ingresan al mercado con un componente de innovación .Por otro lado, el estudio de las empresas existentes en un mercado, en una región, se enmarcara en la productividad de este tipo de empresas, los factores que condicionan su productividad, la gestión de la calidad de las mismas, y que hacen que estas empresas crezcan y

sobrevivan en los mercados. En este ámbito es de interés estudiar aspectos como exportaciones, diversificación de la producción y afines.” (p.2).

Este proyecto cumple con los lineamientos de investigación que propone la universidad tecnológica Indoamérica, también con la responsabilidad de aportar con la sociedad debido que la propuesta conlleva, una mejora para una empresa del estado que su propósito es contribuir en la economía del país.

Planteamiento del Problema

Contextualización

Macro

Después de la aparición del automóvil, el mundo empezó a moverse cada vez más a prisa, requiriendo día a día vehículos de mayor potencia y por lo tanto combustibles de mejor calidad. Este recurso energético se convirtió en la fuerza económica más importante del mundo.

También en los últimos años las ciudades han experimentado un continuo desarrollo que ha dado lugar al aumento del consumo de combustibles debido a la instalación de nuevas industrias y al mismo tiempo un crecimiento poblacional, lo que ha dado lugar a que los procesos industriales sean más tecnificados y el personal a cargo de estas plantas industriales tengan que actualizar sus conocimientos a la par del desarrollo tecnológico.

La distribución de combustibles para el transporte y almacenamiento a nivel mundial se lo realiza a través de una extensa red logística desde la refinería, a los terminales de despacho y de estos hasta los centros de consumo.

Este proceso de distribución de combustibles incluye a los poliductos y terminales de despacho, autotanques y estaciones de servicio procurando la llegada

a los usuarios en los lugares, momentos y cantidades requeridas con el mínimo riesgo ambiental.

Los poliductos son sistemas de tuberías destinados al transporte de productos terminados como gasolinas, diésel, combustibles para aviación que ya han sido procesados en la refinería, a diferencia de los oleoductos dedicados exclusivamente al transporte de crudo.

Meso

EP Petroecuador a través de la Gerencia de Transporte y Almacenamiento es la encargada del movimiento y provisión de derivados de petróleo, en su mayoría se realiza por medio de poliductos y terminales con los que cuenta la empresa, para atender la demanda interna de combustibles de acuerdo con las necesidades de cada zona del país, como se indica en la Figura 1.



Figura 1: Transporte de derivados a través de poliductos

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

EP Petroecuador cuenta con una red de poliductos ubicados estratégicamente e interconectados entre sí, que atraviesan las tres regiones del Ecuador Continental, transportan gasolinas, diésel y gas licuado de petróleo (GLP), desde las refinerías y terminales marítimos, hasta los centros de despacho, y de ahí a las comercializadoras, son aproximadamente 1300 Km de poliducto, cuya capacidad de bombeo, permite transportar alrededor de 6 millones de galones diarios de combustible, a través de 9 diferentes líneas, que interconectadas entre sí, abastecen a todos los sectores sociales y productivos del país.

El transporte de combustibles a través de poliductos son los más confiables y seguros, garantizando el abastecimiento, cruzando grandes distancias y funcionando ininterrumpidamente. El nombre de poliducto es porque pueden transportar diferentes combustibles como gasolinas, diésel etc. al mismo tiempo, separados por una mínima cantidad de diésel 1 entre productos, estos paquetes de productos que son enviados se denominan batches la separación entre uno y otro se denomina interface. A lo largo del Poliducto existen estaciones de bombeo intermedias para lograr alcanzar las distancias que tienen los poliductos.

Micro

El terminal de productos limpios El Beaterio está ubicado al suroeste de la ciudad de Quito Km 12½ de la Panamericana Sur, tiene un área aproximada de 270.000 m², almacena productos limpios (gasolinas y diésel) que recibe de los terminales de Esmeraldas y Shushufindi y distribuye a la zona centro norte del país al terminal de productos limpios Ambato. Tiene una capacidad de 20 millones de galones de líquido combustible (80.000 m³), distribuidos en tanques de diferente capacidad.

El terminal El Beaterio constituye una de las instalaciones de almacenamiento más peligrosas en términos de cantidad y localización, zona muy susceptible de daños en caso de sismo y de alto crecimiento urbano que ha sobrepasado los límites de las áreas de amortiguamiento, el terminal de productos limpios el Beaterio almacena y transporta productos como:

- Gasolina Súper
- Gasolina Extra
- Diésel Premium
- Destilado jet A1
- Nafta Base

Promedio de despacho por barriles, como se indica en la Tabla 1

Tabla 1: Promedio por despacho por barriles

PRODUCTO	PROMEDIO DE DESPACHO(GDC)
GASOLINA EXTRA	400
GASOLINA SUPER	120
DIESEL 2	450
DIESEL PREMIUM	90
JET FUEL	90
Destilado	8

Fuente: (Medina Orellana, 2013, p. 61)

Elaborado por: El investigador

Para el almacenamiento de los productos, Petroecuador dispone de un área de tanques estacionarios verticales identificados de acuerdo al producto que contienen. En el área de almacenamiento se han establecido dos tanques más para almacenamiento de combustible y que han sido asignados para la estación EL Beaterio Quito – Ambato – Riobamba; estos tanques solían usarse para el almacenamiento de gas licuado de petróleo, pero se adecuaron para el almacenamiento de combustibles.

La distribución de tanques se puede ver en la Tabla 2.

Tabla 2:Distribución de los tanques

Tanque	Producto	Volumen(bls)		Demanda (bls/día)	Tipo de Techo
		(total)	(operativa)		
TB 1001	GAS SUPER	48.056	46.992		FLOTANTE
TB 1012	GAS SUPER	36.535	35.609		FLOTANTE
SUBTOTAL		84.591	82.601	2.613	
TB 1003	GAS EXTRA	87.324	85.396		FLOTANTE
TB 1014	GAS EXTRA	15.679	15.174		FLOTANTE
SUBTOTAL		103	100.57	9.524	
TB 1007	MEZCLAS	48.395	47.415		FLOTANTE
TB 1020	MEZCLAS	41.163	38.925		FLOTANTE
SUBTOTAL		89.558	86.34		
TB 1005	NEFTA BASE	26.266	25.787		FLOTANTE
SUBTOTAL		26.266	25.787		
TB 1010	DIESEL PREMIUN	109.33	106.45		FIJO
TB 1011	DIESEL 2	35.357	34.464		FIJO
TB 1013	DIESEL 2	61.368	60.034		FIJO
SUBTOTAL		206.07	200.95	10.714	
TB 1008	DIESEL PREMIUM	2.875	2.811		FIJO

Fuente: (Medina Orellana, 2013, p. 63)

Elaborado por: El investigador

Dentro del terminal de productos limpios El Beaterio se encuentra la Estación Cabecera del Poliducto Quito-Ambato-Riobamba (PQAR) que lleva el mismo nombre, encargada del transporte de productos limpios a la zona centro de país.

La Estación de Bombeo Beaterio inicia sus operaciones mediante un manifold de válvulas que identifican el tanque a ser utilizado, conectado a este manifold se encuentran dos bombas booster (bombas de refuerzo) encargadas de la succión del producto de los tanques y a la vez elevar la presión necesaria para el normal funcionamiento de los grupos principales de bombeo, de las bombas booster pasa a un sistema de filtrado necesario para ingresar a un medidor másico tipo coriolis que mide la cantidad y características específicas del producto bombeado, finalmente el producto ingresa a la sala de máquinas compuesta por tres grupos integrados cada

uno por un motor de combustión interna de 500 HP, un embrague, un multiplicador de velocidad y una bomba centrífuga horizontal de ocho etapas, y un grupo eléctrico integrado por un motor eléctrico de 373 KW y una bomba centrífuga horizontal de 12 etapas. Estos grupos de bombeo son los encargados del transporte del producto a través del poliducto hacia la Estación Reductora Ambato.

La estación de Bombeo Beaterio opera las 24 horas del día y los 365 días del año, no debe interrumpir las operaciones por daños de equipos o por una mala manipulación de los mismos lo que ocasionaría un grave perjuicio de desabastecimiento de combustible en la zona central del país con los problemas que acarrearía.

Por lo tanto, para aumentar la disponibilidad de todos los equipos que integran la estación de bombeo El Beaterio, nace el presente proyecto como parte fundamental para asegurar las operaciones y asegurar de esa manera el abastecimiento normal y oportuno de combustibles.

Árbol de problemas.

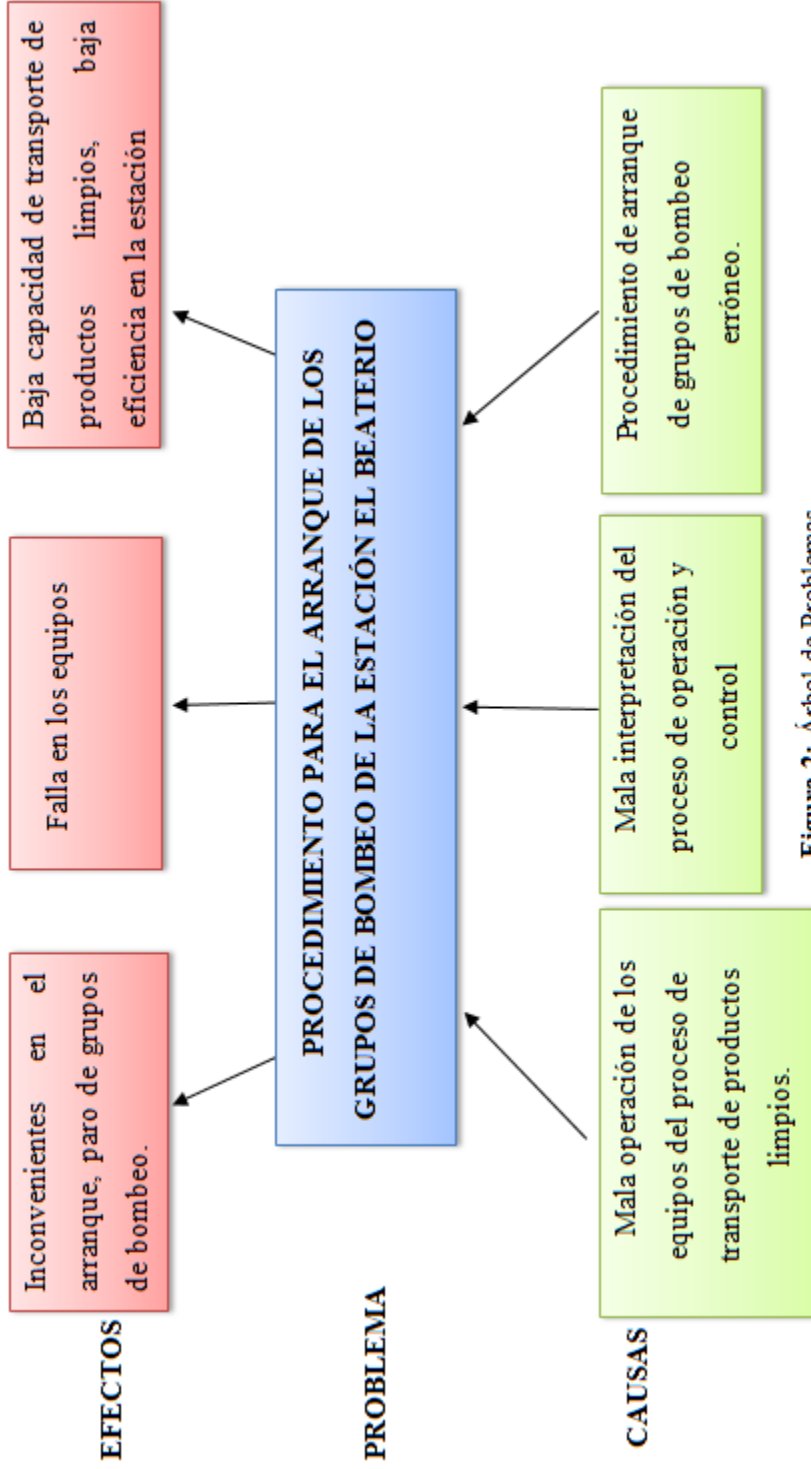


Figura 2: Árbol de Problemas

Elaborado por: El investigador

Análisis Crítico

Actualmente la Estación de Bombeo El Beaterio, Cabecera del Poliducto Quito-Ambato-Riobamba no dispone de documentación de operación y control, lo que ha dado lugar a que cada operador tenga sus propios procedimientos de trabajo. El conocimiento técnico de la operación y manejo de equipos se ha venido dando empíricamente, ya que cuando ingresa un nuevo trabajador basta con que se le capacite por el lapso de un cierto tiempo, lo cual ha ocasionado serios inconvenientes especialmente en el accionamiento y manipulación de los grupos de bombeo que han tenido que salir de operación para su mantenimiento, o lo que es peor se producen derrames de combustible que pueden ocasionar incendios y afectación al medio ambiente.

Prognosis

El personal al no tener un formato o instrucción única para aplicar los conocimientos técnicos en la operación de arranque de los grupos de bombeo y control del proceso de almacenamiento y despacho de los combustibles es susceptible al error en cualquiera de los pasos o durante el control.

En el futuro existirán serios problemas no solamente operativo sino económicos y que afectarán a la distribución de combustibles al centro y sur del país, por lo tanto, está en juego la integridad física de las personas que trabajan directamente en las instalaciones y de la comunidad en general por donde se suministran los combustibles, así como también la movilidad de las personas que usan vehículos que funcionan con diésel o gasolina, otro hecho muy importante es la contaminación del medio ambiente.

Los efectos que produce el mal manejo del transporte de derivados del petróleo al medio ambiente son muy sensibles, esto podría causar contaminación ambiental y accidentes catastróficos, no solamente en la estación EL Beaterio sino en todo el lugar de recorrido del poliducto, en el peor de los casos puede ocasionar víctimas mortales, por esta razón es necesario implementar un protocolo documentado que

ayude a la trazabilidad de los procesos en el transporte de combustibles por el poliducto, esto en el preámbulo de la investigación se ha concluido lo siguiente

Un desconocimiento de procedimientos para el inicio de operaciones traería como resultado una rotura del poliducto, contaminación del medio ambiente. Una mala interpretación de las distintas alarmas de los equipos nos daría una baja capacidad de bombeo bajando la productividad y con ello problemas en la distribución de combustibles.

Formulación del problema

¿El procedimiento en el arranque y control de los grupos de bombeo en la estación el beaterio, incide en la eficiencia del transporte de combustibles a través del Poliducto Quito-Ambato-Riobamba?

Delimitación de la Investigación

Interrogantes de la investigación

- Qué documentación dispone la Estación de Bombeo El Beaterio para la operación y control.
- De qué forma incide el conocimiento en la operación y control de equipos en la Estación de Bombeo del Poliducto Quito-Ambato-Riobamba en el transporte de productos limpios.

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Producción.

Aspecto: Operación y control de proceso en la Estación de Bombeo El Beaterio

Delimitación Espacial: La investigación se desarrollará en la Estación de Bombeo El Beaterio de la Ciudad de Quito.

Delimitación Temporal: enero 2016 - diciembre 2016

Justificación

Se debe buscar la manera de reducir las incidencias y hacer los cambios necesarios, proporcionando soluciones encaminadas al éxito de la empresa para tener un registro del control y un manual que permita controlar todos los equipos de la estación El Beaterio. La estación de bombeo cuenta con muchos equipos mecánicos, eléctricos y electrónicos, también cuenta con muchos accesorios, todos estos deben ser controlados de una manera correcta sin que se produzcan fallas o errores para evitar accidentes.

Debe controlarse el transporte de productos limpios, sin que se mezclen entre ellos, así como también controlar los despachos de cada producto bombeado. Accidentes se han presentado en donde el combustible supera el límite de altura que se presenta en la cordillera, específicamente en el Volcán Cotopaxi, se han producido sobrecalentamiento en bombas y equipos en donde la reparación ha costado valores exorbitantes alrededor del cuarto de millón de dólares.

En los manuales que tiene la empresa acerca del funcionamiento de la estación, no existe un procedimiento que permita disminuir las fallas o malas operaciones por parte del operario sobre los equipos y sistemas de control. Al momento de incurrir en un problema durante cualquiera de las etapas del proceso se debe buscar al supervisor que tiene experiencia en la estación para poder encontrar una solución al problema.

Además, la investigación se encuentra apegada y aporta a la misión de la empresa pública donde menciona que es generar riqueza y desarrollo sostenible con la eficiencia de procesos de transporte y almacenamiento con el propósito de garantizar el abastecimiento interno de productos con calidad, también se apega y aporta a la visión donde se busca la eficiencia y mejora continua para que la empresa sea reconocida nacional e internacionalmente.

Finalmente, el presente proyecto de investigación plantea una solución a la falta de información y a la falta de difusión sobre cómo evitar y disminuir las fallas

durante el proceso de selección y transporte del combustible por el poliducto. También se plantea el proyecto para minimizar gastos y alargar la vida de los equipos, accesorios y tuberías que pertenecen a todo el sistema.

Objetivos

Objetivo General

Analizar el procedimiento para el arranque de los grupos de bombeo de la estación el beaterio y su incidencia en el transporte de productos limpios a través del poliducto Quito-Riobamba.

Objetivos Específicos

- Investigar las características, especificaciones y funcionamiento de los equipos que forman parte del proceso.
- Describir el proceso de operación y control de la estación de bombeo el beaterio y su incidencia en el transporte de productos limpios a través del Poliducto Quito-Ambato-Riobamba.
- Determinar una alternativa que mejore los procesos de operación y control en el arranque de los grupos de bombeo de la estación el Beaterio.
- Determinar las características adecuadas para el transporte de productos limpios.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes investigativos

El movimiento de derivados del petróleo en su gran mayoría se lo realiza mediante Poliductos en el Ecuador y de igual forma mediante estaciones se coordina el almacenamiento de combustibles para posteriormente atender los requerimientos de estos de acuerdo a las necesidades del país.

En el Ecuador actualmente existen 1300 kilómetros de poliducto y poseen una capacidad de bombeo de 6 millones de galones diarios de combustible y tiene como objetivo abastecer a todos los sectores productivos y sociales del Ecuador.

Existen varias terminales de almacenamiento y bombeo en el país, para objeto de nuestra investigación nos enfocaremos en la estación El Beaterio ubicada en el distrito metropolitano de Quito que es la encargada de abastecer de combustible al poliducto Quito-Ambato-Riobamba, esta estación entra en operación los terminales de almacenamiento de productos limpios de Quito en 1977, y tiene una capacidad de almacenamiento de 247000 barriles, también en este mismo año se inaugura el terminal de almacenamiento y envasado de gas licuado de petróleo de El Beaterio con capacidad de 440 m³, en dos tanques.

El primer trimestre de 1979 se instala dos tanques adicionales de gas en El Beaterio. En agosto del siguiente año se inicia la reversión del poliducto Duran-Quito, en el tramo Quito-Ambato, utilizando el tramo Ambato-Quito en sentido contrario a su operación, para optimizar el transporte de combustibles entre Esmeraldas, Quito y Ambato.

La estación de almacenamiento y bombeo de combustibles El Beaterio ha tenido mucha importancia en abastecer de combustible al país, por esta razón el investigador propone la realización de un manual de operaciones que evite fallas que produzcan pérdidas económicas, catástrofes ambientales e incluso pérdidas humanas, hasta el presente las universidades han aportado con proyectos de investigación en la mejora de transporte y almacenamiento de combustibles.

En el 2011 en la Universidad Tecnológica Equinoccial se propone como proyecto de titulación la “ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIONES PARA LA RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS POLIDUCTOS LIBERTAD PASCUALES, DEL POLIDUCTO TRES BOCAS PASCUALES Y POLIDUCTO SANTO DOMINGO PASCUALES DE LA EMPRESA EP-PETROECUADOR”, este proyecto fue aplicado a una estación de almacenamiento y bombeo de combustible con funciones similares a la estación del Beaterio, su objetivo general es elaborar un manual de operaciones(Pág. 4), este proyecto será de utilidad como un ejemplo de manual de operaciones, que se encuentra en el Capítulo 4 del documento. (Pág. 96)

También, en el año del 2011 en la Escuela Politécnica del Ejército se propone como proyecto de grado el “REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y HMI PARA EL GRUPO ELÉCTRICO DE BOMBEO DEL TERMINAL BEATERIO DEL POLIDUCTO QUITO – AMBATO – RIOBAMBA DE EP PETROECUADOR”, este proyecto contempla la parte electrónica, y será de mucha utilidad para la realización de esta investigación, se utilizará los procesos de transporte indicado en el capítulo 3 (Pág. 76), y también la propuesta de diseño e implementación del sistema de control, debido a que es el software de operación en los procesos de la estación el beaterio, esta información se encontrara en el capítulo 5. (Pág. 179)

Finalmente, en la Escuela politécnica Nacional se propone el “ESTUDIO PARA LA REPOTENCIACION DEL POLIDUCTO SHUSUFINDI-QUITO Y SUS ESTACIONES DE BOMBEO”, este proyecto servirá como guía, puesto que el

proceso en las operaciones del transporte de combustible se encuentra normalizado mediante documentos nacionales e internacionales, la información necesaria para el proyecto se encontró en el capítulo 2 donde se describen los principios técnico-teórico del transporte de hidrocarburos a través de poliductos.(Pág. 75).

Luego de la recopilación de documentos investigativos referentes a la realización de este proyecto de titulación, se procederá a la fundamentación técnica y legal.

Fundamentación técnica tecnológica

Esta fundamentación se refiere a la forma de poner a prueba un proyecto basándose en los factores que intervienen en ella que permitan controlar y regular el propósito del tema de investigación, según (International Organization for Standardization, 2008).

Norma ISO 9001-2015

Esta norma proporciona una guía y herramientas para las empresas y organizaciones que deseen asegurarse de que sus productos y servicios cumplan con los requisitos del cliente y que su sistema de calidad mejore constantemente.

Según (Assurance, 2016)

“Los sistemas de gestión están cada vez más vinculados con el éxito y supervivencia de las organizaciones. De forma paralela, directores generales y gerentes de todo el mundo enfatizan la importancia que tienen las auditorías... para ayudar a asegurar que los sistemas de gestión alcanzan sus objetivos”.

El modelo del sistema de gestión de calidad basado en procesos, se describe en el Figura 3, este gráfico ilustra el sistema de gestión de calidad basado en procesos descrito en la familia de normas ISO 9000. Esta ilustración muestra que las partes interesadas juegan un papel significativo para proporcionar elementos de entrada a la organización.

Teniendo como entrada los requisitos de los clientes, después en la organización se procesa esa información y se realiza una gestión, para obtener como objetivo final la satisfacción del cliente.

El seguimiento de la satisfacción de las partes interesadas requiere la evaluación de la información relativa a su percepción respecto del grado de cumplimiento de sus necesidades y expectativas, y permite distinguir cuatro grupos de procesos.

Responsabilidad de la dirección

- a) Compromiso de la dirección
- b) Enfoque al cliente
- c) Política de calidad
- d) Planificación
- e) Responsabilidad, autoridad y comunicación
- f) Revisión de la dirección

Gestión de los recursos

- a) Recursos humanos
- b) Infraestructura
- c) Ambiente de trabajo

Realización del producto

- a) Planificación de la realización del producto.
- b) Procesos relacionados con el cliente.
- c) Diseño y desarrollo.
- d) Compras.
- e) Producción y prestación del servicio.
- f) Control de los dispositivos de seguimiento y medición.

Medición, análisis y mejora

- a) Seguimiento y medición
- b) Control del producto no conforme
- c) Análisis de datos
- d) Mejora

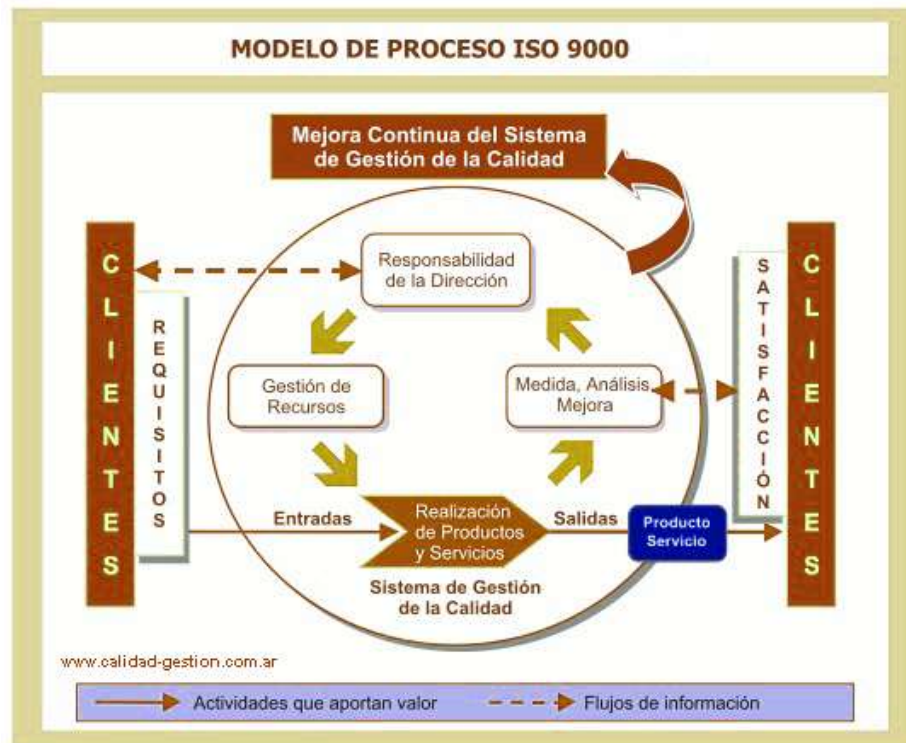


Figura 3: Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos

Fuente: (ISO, 2017)

De manera textual la Norma ISO 9001 describe al control producción o prestación de servicio: *“La organización debe implementar condiciones controladas para la producción y/o la prestación del servicio, incluyendo las actividades de entrega y posteriores a la entrega”*. Esta etapa indica que debe controlarse el servicio de post-venta lo que se realizara con la ingeniería de métodos en el presente proyecto.(ISO, 2017)

Norma API 1104

Esta norma tiene como alcance u objetivos según API, (2013), cubrir los procedimientos para ensayos no destructivos con estándares de aceptación para ser aplicados a la producción de soldaduras en tuberías. (p. 1)

Esta norma se aplica en la tubería que transporta los combustibles, y que sugiere que debe tomarse en cuenta la siguiente información:

- Descripción del proceso de soldadura de la tubería
- Un procedimiento del proceso de soldadura
- Métodos de inspección visual y por métodos no destructivos y destructivos de la tubería.
- Imperfecciones en la tubería
- Procedimientos de reparación de la tubería

Esta norma también permite conocer los diferentes términos y generalidades que se deben conocer al momento de inspeccionar las tuberías, tales como se indica en API, (2013).

Defecto. - Una imperfección de suficiente magnitud para ser rechazada de acuerdo a las estipulaciones de este estándar

Imperfección. - Una discontinuidad o irregularidad que es detectable por métodos descritos en este estándar.

Indicación. - Evidencia obtenida por un ensayo no destructivo.

Concavidad interna. - Un depósito que ha sido fundido adecuadamente y que ha penetrado completamente el espesor de la tubería a lo largo de ambos lados del bisel, pero cuyo centro está más abajo de la superficie interior de la pared de la tubería. La magnitud de la concavidad es la distancia perpendicular entre una extensión axial de la superficie de la pared de la tubería y el punto más bajo de la superficie del cordón soldado.(API, 2013)

Procedimiento de Soldadura Calificado. - Un método detallado probado y analizado por el cual soldaduras sanas con apropiadas propiedades mecánicas pueden ser producidas

Fundamentación Legal

Esta investigación tiene el sustento legal en leyes, normativas y reglamentos ecuatorianos que se elaboraron con el fin de regularizar el transporte de crudo en ductos, dentro de la información recopilada se cita:

Según La Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador (2008), en el Título VI; Capítulo Quinto sobre los sectores estratégicos, servicios y empresas; Artículo 313 de la Constitución de la República del Ecuador se menciona:

El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

Los sectores estratégicos, de decisión y control exclusivo del Estado, son aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social.

Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley.

El Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos (1978) menciona en el Capítulo III, Artículo 31 de la Ley de Hidrocarburos (PETROECUADOR, 1978):

EP PETROECUADOR y los contratistas o asociados, en exploración y explotación de hidrocarburos, en refinación, en transporte y en comercialización, están obligados, en cuanto les corresponda, a lo siguiente:

e) Emplear maquinaria moderna y eficiente, y aplicar los métodos más apropiados para obtener la más alta productividad en las actividades industriales y en la explotación de los yacimientos observando en todo caso la política de conservación de reservas fijada por el Estado”.

Según el decreto Ejecutivo No. 2024, el Ex Presidente de la República (Noboa Bejarano (2001) decreta el Reglamento para autorización de Actividades de Comercialización de combustibles líquidos derivados de los Hidrocarburos, que en su Capítulo VII, Artículo 35 se menciona:

El control Anual tiene por objeto:

a)... para el caso de las instalaciones de almacenamiento y transportes verificar sus condiciones de operación.

Todos los reglamentos que contemplan temas de transporte de hidrocarburos mencionan que se deben realizar controles a las instalaciones y a sus procesos operativos, con la finalidad de asegurar su eficiencia, es por eso que radica la importancia de tomar en cuenta ese punto.

Categorías Fundamentales

Gráficas de inclusión



Variable Independiente



Variable Dependiente

Figura 4: Red de Categorías

Elaborado por: El investigador

Constelación de ideas

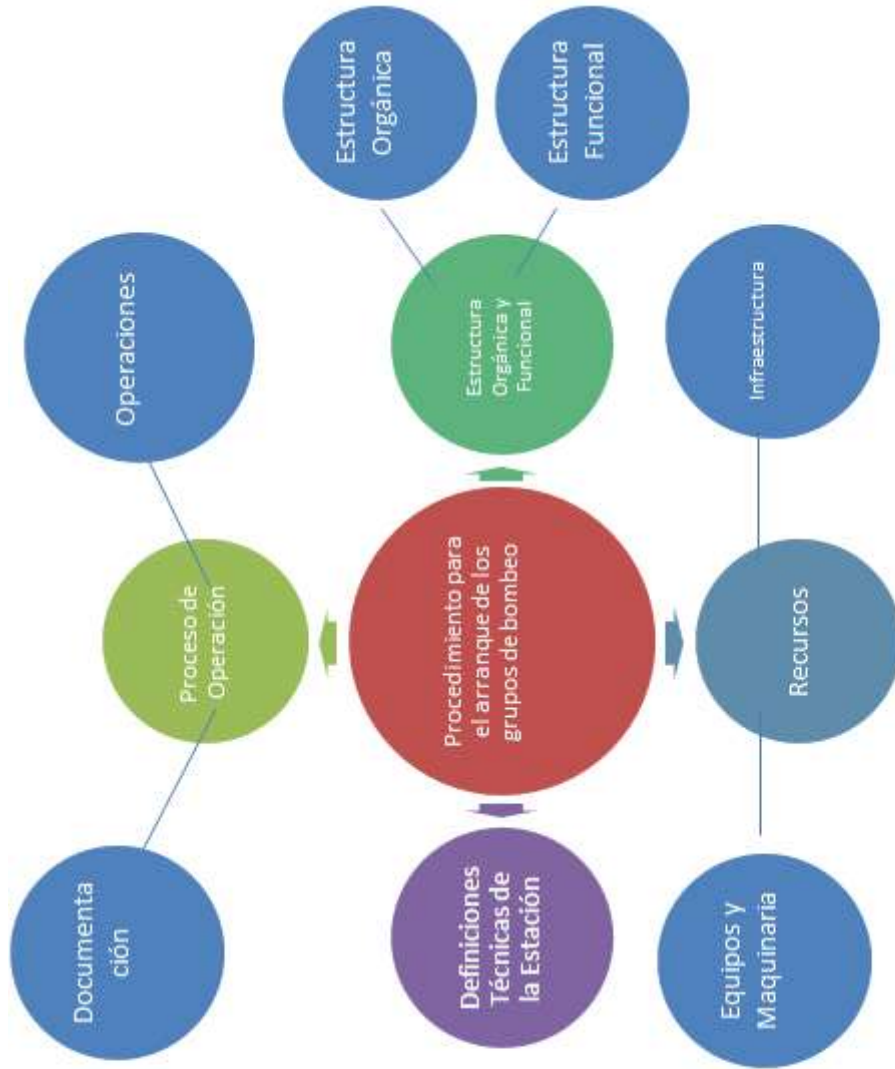


Figura 5: Constelación de ideas de la variable independiente
Elaborado por: El investigador

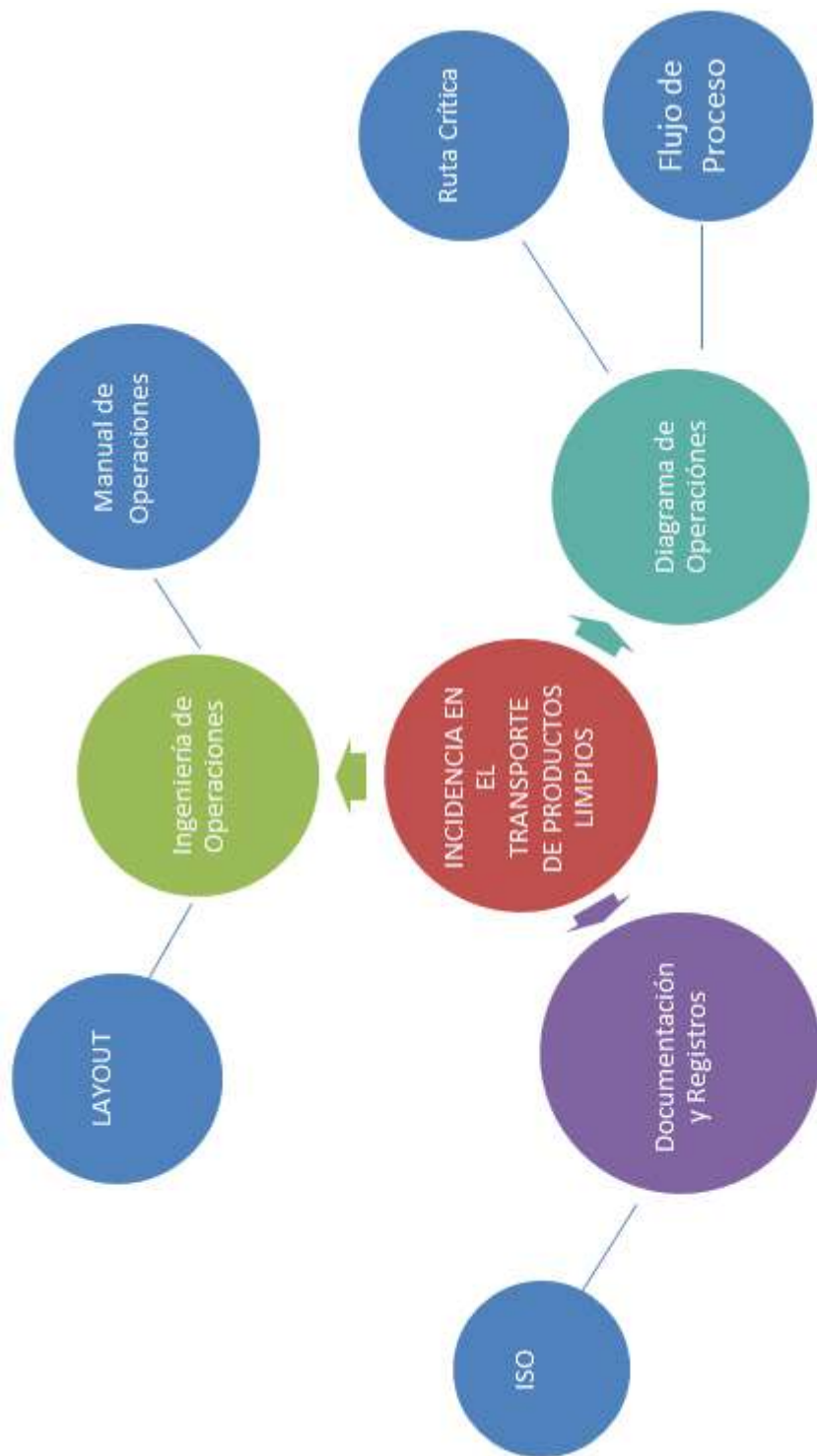


Figura 6: Constelación de ideas de la variable dependiente

Elaborado por: El investigador

Desarrollo de marco teórico

Variable independiente

Ingeniería industrial

La ingeniería industrial es una de las ramas de la ingeniería, y se ocupa de la optimización de uso de recursos humanos, técnicos, informativos así como el manejo y gestión óptimos de los sistemas de transformación de bienes y servicios, evaluación de sistemas integrados aplicados en campos de personal, riqueza, conocimientos, información, equipamiento, energía, materiales y procesos, con la finalidad de obtener productos de alta calidad o servicios útiles que satisfagan a la sociedad y con alta consideración al medio ambiente. Utiliza los principios, métodos del análisis, síntesis de la ingeniería y el diseño para especificar, evaluar, predecir y mejorar los resultados obtenidos de tales sistemas. Emplea conocimientos y métodos de otras ciencias y técnicas para determinar, diseñar, especificar, analizar, implementar y mejorar continuamente los sistemas.(ingenieriaindustrialonline, 2017)

La Ingeniería Industrial es por definición la rama de las ingenierías encargada del análisis, interpretación, comprensión, diseño, programación y control de sistemas productivos y logísticos con miras a gestionar, implementar y establecer estrategias de optimización con el objetivo de lograr el máximo rendimiento de los procesos de creación de bienes y/o la prestación de servicios.

Proceso de operación

El poliducto Quito – Ambato – Riobamba cuya estación de bombeo se localiza en el Beaterio, se encarga de transportar los productos de combustible Diésel y gasolinas Extra y Súper, estos productos llegan a las ciudades descritas anteriormente y luego se distribuyen a las gasolineras para su venta.(Cepeda Pico & Estévez Benítez, 2011, p. 5,6,7,8)

El tramo de poliducto que sale desde Quito y transporta los productos está construido por una tubería de 6 pulgadas de acero de alta presión, la capacidad mínima de bombeo debe ser mayor a 12000 barriles diarios. (Cepeda Pico & Estévez Benítez, 2011, p. 5,6,7,8)

A la estación El Beaterio llegan productos desde las ciudades de Shushufindi y Esmeraldas, los cuales llegan a una presión de aproximadamente de entre 400 y 650 psi, ya en El Beaterio esta presión disminuye a 50 psi para que pueda almacenarse en tanques. (Cepeda Pico & Estévez Benítez, 2011, p. 5,6,7,8)

En la estación El Beaterio, para el poliducto Quito – Ambato – Riobamba se realizan tres actividades las cuales son: recepción de productos, almacenamiento de estos y el despacho, como se indica en el flujograma de procesos en el Figura 7.

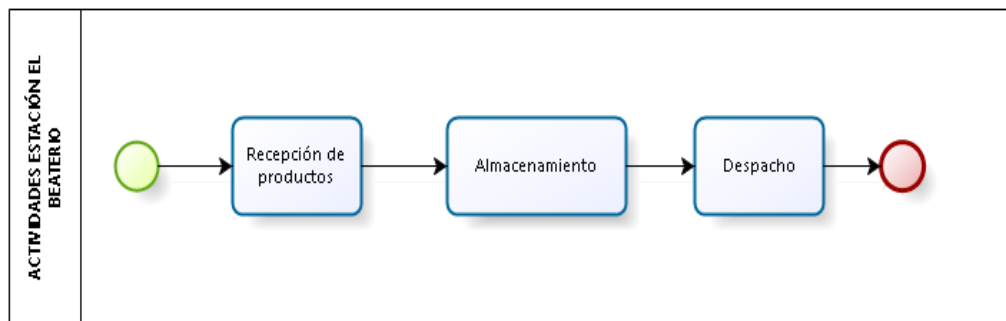


Figura 7:Flujograma general del proceso

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Los recursos que disponen en la estación son propios de Petroecuador y fueron adquiridos e instalados en el año de 1980, esto da a entender que son equipos antiguos y que por el pasar de los años su eficiencia ha ido disminuyendo, lo que implica que se deben controlar y realizar mantenimiento más seguido de lo habitual. (Cepeda Pico & Estévez Benítez, 2011, p. 5,6,7,8)

De manera esquemática se muestra en la Figura 8, el proceso de bombeo.

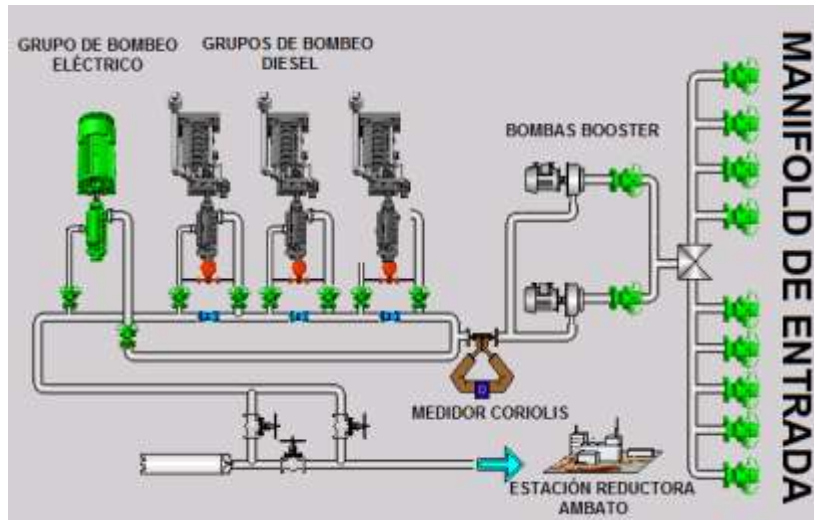


Figura 8:Diagrama esquemático del proceso

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Operaciones

El proceso de bombeo inicia en las válvulas que direccionan los productos limpios, que se encuentran almacenados en los tanques, estos proceden desde las refinерías. Este sistema de válvulas es conocido como manifold y se divide en dos partes por un lado el paso de gasolina como extra y súper, y por el otro lado el paso de diésel, la contaminación de productos y la mezcla de los mismo es impedida por una válvula de tres vías como se indica en la Figura 9.(Cepeda Pico & Estévez Benítez, 2011, p. 8)



Figura 9:Manifold de válvulas

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

De los tanques llega el producto con una presión aproximada de 15 psi, para evitar el daño de los grupos de bombeo es necesario que el fluido entre con una presión de 60 psi, la bomba Booster es la encargada de aumentar la presión indicada en la Figura 10, en la estación existe una bomba adicional de respaldo en caso que falle la principal.(Cepeda Pico & Estévez Benítez, 2011, p. 8)



Figura 10: Bombas Booster

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Enseguida los productos limpios pasan por un filtro horizontal, indicado en la Figura 11, estos se encargan de eliminar todos los sedimentos en el fluido. La medición del flujo bruto es realizada con un Medidor Másico tipo Coriolis, que trabaja conjuntamente con una computadora de flujo en el cuarto de control. (Cepeda Pico & Estévez Benítez, 2011, p. 9)



Figura 11: Filtro Horizontal

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador



Figura 12: Medidor Másico tipo Coriolis

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Finalmente, el proceso termina con trabajo de los grupos de bombeo, en la estación el Beaterio existen tres grupos de bombeo a diésel y un eléctrico. El producto es dirigido mediante válvulas a la entrada, succión y salida o descarga de la bomba, y son controladas mediante controladores electrónicos desde la sala de operaciones.(Cepeda Pico & Estévez Benítez, 2011)

Para transportar el producto hasta Ambato según Cepeda

“Es necesario vencer el punto más alto del poliducto ubicado en la cordillera de Los Andes, por lo que se requiere lograr una presión de 1200 psi generados desde la estación “El Beaterio”. Dicha presión se obtiene con dos de los tres grupos Diésel en serie o únicamente con el grupo eléctrico en paralelo. Cabe destacar que la presión de succión de todos los grupos es de 60 psi, lo que asegura que la succión de la bomba esté siempre llena y no se produzcan vacíos que generen implosiones y cavitación de dañen los alabes de la bomba.”(Cepeda Pico & Estévez Benítez, 2011, p. 10)



Figura 13: Válvula de succión y de descarga conexión en serie

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

El proceso de bombeo con los grupos Diésel consta de dos etapas; una de baja presión y la otra de alta presión. El grupo de baja presión succiona a 60 psi y descarga a 600 psi y el segundo grupo succiona a 600 psi y descarga a 1200 psi, obteniendo así la presión deseada. Cada grupo Diésel está conformado por un motor de combustión interna arrancado por aire el cual trabaja a 1200 RPM, un multiplicador de velocidad con un factor de 2.4 unido al motor por un embrague y finalmente una bomba centrífuga. Además, presenta una válvula de alivio que se

utiliza en caso de que la presión a la descarga haya sobrepasado su límite máximo de operación (1300 psi). En caso de presentarse un alivio de presión el combustible va a un sumidero evitando la contaminación.(Medina Orellana, 2013, p. 11)



Figura 14: Grupo de Bombeo a Diésel

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Por otra parte, el grupo de bombeo eléctrico posee una bomba más robusta que los grupos Diésel, el motor puede generar hasta 3600 revoluciones que son las necesarias para alcanzar la presión de 1200 psi en una sola etapa.(Medina Orellana, 2013, p. 11)



Figura 15: Grupo de bombeo eléctrico

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Documentación

Como recursos principales se encuentran las bombas, las cuales son centrífugas, en un número de 14 y que se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3: Grupo de bombas centrífugas estación El Beaterio

Producto bombeado	Caudal de transporte [gl/min]	Cantidad
Diésel 2	500	4
Gasolina Súper	400 - 500	2
Gasolina Extra	400 - 500	5
Diésel 1	383	1
Jet Fuel	600	2
	Total	14

Fuente: EP Petroecuador

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

La documentación necesaria para el análisis del procedimiento para el arranque de los grupos de bombeo de la estación el beaterio y su incidencia en el transporte de productos limpios a través del poliducto Quito-Riobamba, se tomó del proyecto de investigación realizado en la estación en Beaterio con el nombre “REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y HMI PARA EL GRUPO ELÉCTRICO DE BOMBEO DEL TERMINAL BEATERIO DEL POLIDUCTO QUITO – AMBATO – RIOBAMBA DE EP PETROECUADOR”.

Estructura orgánica y funcional

Estructura orgánica

Esta estructura es un instrumento de gestión que ayuda a definir y determinar las funciones de las diferentes áreas o unidades administrativas de una organización. Con esta estructura se pueden cumplir varios objetivos de la organización tales como el plan estratégico y la coordinación institucional. La estructura funcional determina la existencia de diversos supervisores, cada cual especializado en determinadas áreas; a continuación, según fuentes de Petroecuador EP la estructura organizacional de la empresa:

Estructura organizacional EP Petroecuador

Vigente al 31 marzo 2015

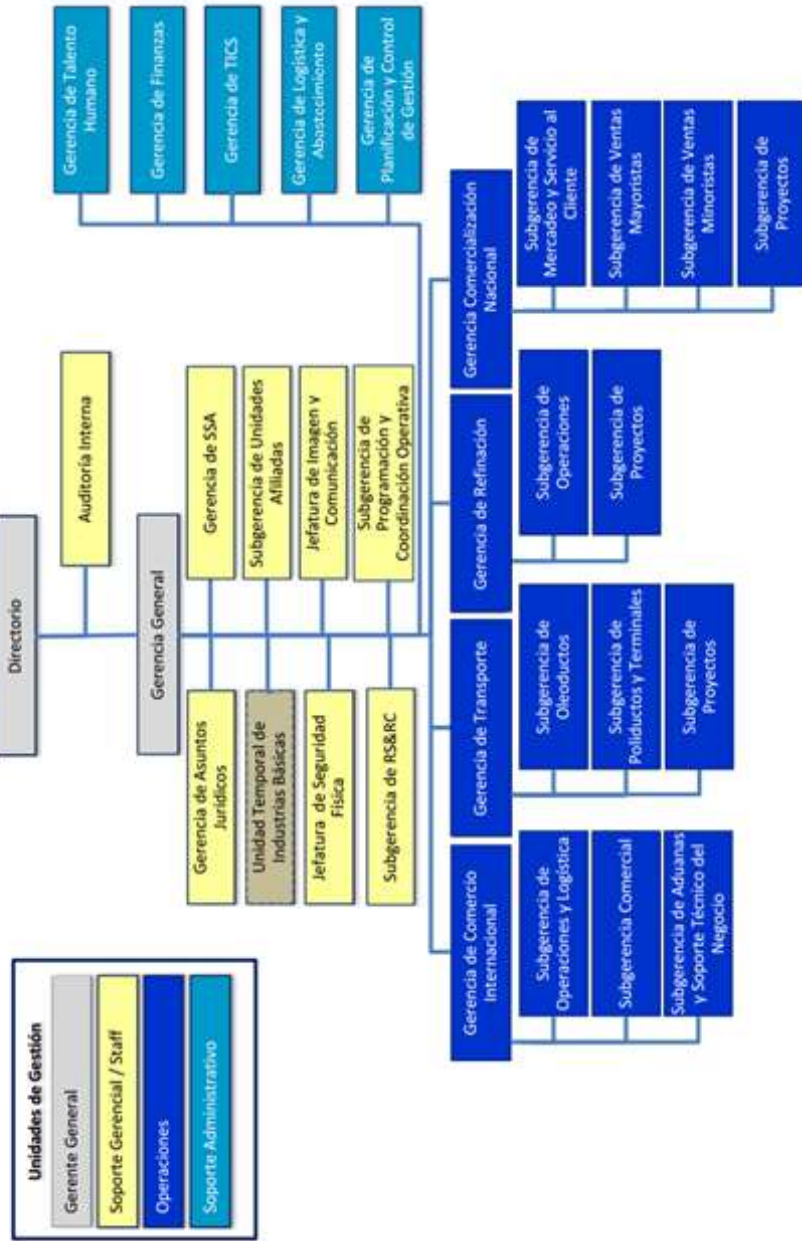


Figura 16: Estructura organizacional

Fuente: EP Petroecuador
Elaborado por: El investigador

Estructura funcional

Bajo los grandes directivos de Petroecuador EP, como empresa pública existen encargados en jefaturas que realizan papeles muy importantes en la empresa, en el caso de este proyecto de titulación, la jefatura de transporte y bombeo del poliducto Quito – Ambato – Riobamba es la que lidera y controla el transporte de los combustibles. El control de los equipos y maquinarias lo hacen dos operadores, ellos se turnan durante el día para tener un control de hora a hora de todos los equipos, esto se realiza desde la sala de control por un supervisor.

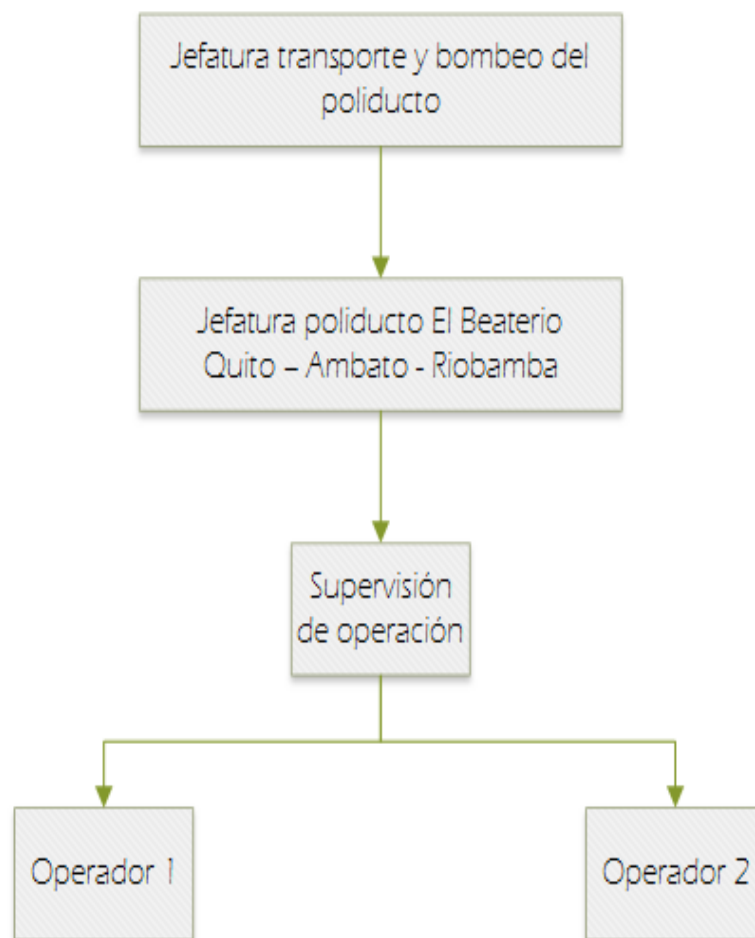


Figura 17: Organigrama funcional EP Petroecuador

Fuente: EP Petroecuador

Elaborado por: El investigador

Recursos

Equipos y maquinaria

Bomba centrífuga. – son máquinas hidráulicas que mueven un cierto volumen de líquido, transformando de energía eléctrica que es su fuente de alimentación a energía mecánica en sus álabes para terminar en la energía cinética del fluido.

Una bomba centrífuga se compone de una brida de aspiración por donde se succiona el fluido, el ingreso se hace de forma axial; luego el fluido pasa al rotor o impulsor que está formado por cierta cantidad de álabes, en este punto se eleva la presión del fluido y su velocidad para que sea expulsado por la boquilla de salida de la carcasa.(Cepeda Pico & Estévez Benítez, 2011)

La carcasa es la parte fija que cubre los elementos de la bomba, tiene forma de caracol y también separa las partes o componentes de la bomba. El movimiento del rotor proviene de un eje que se mueve por efecto del motor eléctrico de la bomba.

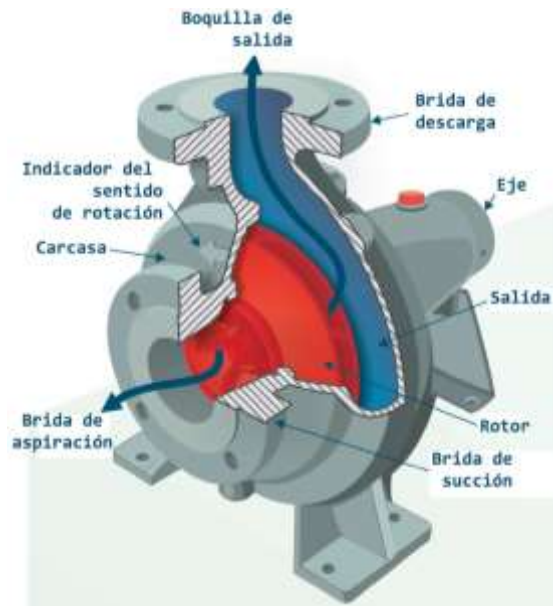


Figura 18:Bomba centrífuga

Fuente: (Mecánica de fluidos, 2011)

Para seleccionar una bomba centrífuga se consideran ciertos aspectos, que no siempre serán los mismos, sino que cambiarán conforme al uso y aplicación de las bombas centrífugas, algunos son:

- Caudal de salida
- Rendimiento
- Altura de aspiración
- Curvas características
- Cabeza de empuje
- Mantenimiento

Manómetro. –son elementos que se emplean para medir la presión interna de equipos, maquinaria, tuberías, llantas, etc. y que fuera en ellos no influye la presión atmosférica. Su principio de funcionamiento es el mismo que el de los barómetros y pueden ser de diferentes tipos dependiendo del uso, ya sea para medir presión de líquidos o gases.

Las siglas PSI que en inglés se escriben y detallan “pound per square inches” o lo que traducido al español indica las libras por pulgada cuadrada, es una unidad de medida de la presión.



Figura 19:Manómetro

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

El proceso de operación es monitoreado y controlado por una sala de operaciones junto al área de los equipos y maquinaria, en esta sala existen 3 turnos diarios de trabajo para monitorear las 24 horas del día a la Estación el Beaterio y que no existan problemas en la recepción, transporte y despacho de los productos. (Cepeda Pico & Estévez Benítez, 2011)

En el perfil del trayecto del poliducto que se monitorea existen indicadores que marcan por donde está yendo el fluido y a que presión, puesto que en el trayecto existen bombas y válvulas que regulan de mejor manera el despacho del producto.

Como se indicó, la parte trascendental del despacho consiste en superar la altura del volcán Cotopaxi (lugar de referencia) y que esta sobre los 3600 m.s.n.m. y que a partir de este punto no se usan bombas para aumentar la presión y despacho de los fluidos ya que caen por gravedad bajando la cordillera hacia Ambato.

Válvulas de bola. – Es un tipo de llave de paso, que usa un mecanismo para regular el flujo de un fluido a través de una tubería, el mecanismo que regula el fluido y que se encuentra dentro de la válvula tiene forma de esfera perforada.

Sus principales componentes son las arandelas de empuje, clavija localizadora, sombrerete, buje de volante, volante, cuerpo de válvula, bola, anillo de retención de asiento, asiento de bola.

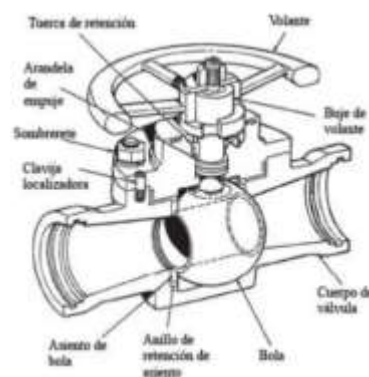


Figura 20: Válvula de bola

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Sensor. – es un dispositivo, el cual permite detectar magnitudes físicas o químicas, las cuales se las denomina variables y que las transforma en variables eléctricas. Los diferentes sensores que manejan las bombas, motores y tuberías son los sensores de temperatura, de presión, de nivel y de vibración, estos parámetros controlan tanto a la entrada como a la salida de cada uno de los componentes.

Los sensores de nivel se usan para medir el nivel o cantidad de un fluido dentro de un recipiente, esta medición puede ser continua o puntual, el de continua mide la cantidad exacta del fluido controlándolo todo el tiempo, el sensor de nivel puntual mide el nivel del fluido indicando si está por encima o por debajo de un punto de control.

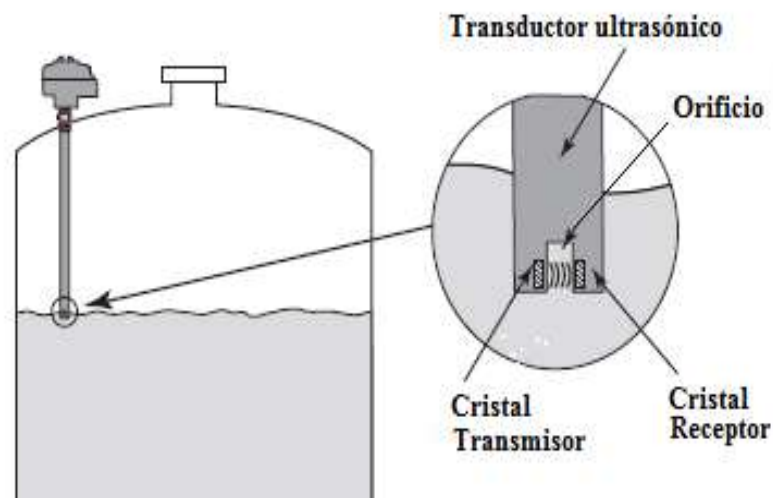


Figura 21:Sensor de nivel

Fuente: (Sapiensman, 2017)

Un sensor de vibración se emplea para medir vibraciones en máquinas, existen dos tipos de sensores: analógicos que se fundamenta su funcionamiento en la tecnología piezoeléctrica y los de conmutación que son dispositivos mecánicos que usan resortes, imanes, chapa metálica, armaduras.

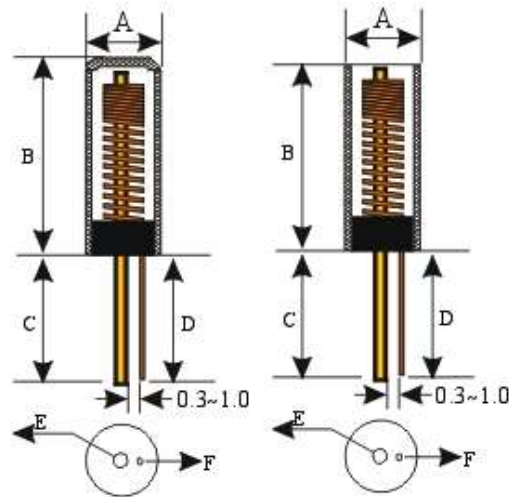


Figura 22:Sensor de vibración

Fuente: (M&M, 2013)

Motores a inducción. – es un tipo de motor eléctrico de inducción y trifásico, constituido por una parte fija denominada estator, que contiene tres devanados a 120° entre cada uno de ellos. Alrededor de los devanados está el rotor, el circuito eléctrico se encuentra cerrado. Este tipo de motores son los más utilizados en la industria, por su eficiencia, su fácil mantenimiento, las características de salida como corriente y voltaje y puede ser económico.

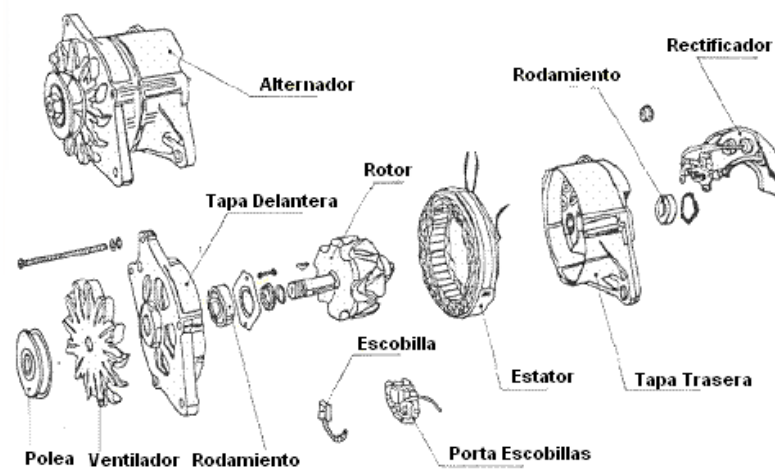


Figura 23:Motor de inducción

Fuente: (M&M, 2013)

En este tipo de motores, el rotor es el elemento que gira dentro del estator, el giro se sustenta en un eje de acero. El material del rotor es de cobre. Los devanados de este tipo de motores inducen un campo magnético por giro del rotor, generando así corriente eléctrica hacia las barras conductoras. La corriente generada fluye longitudinalmente en los conductores, estas reaccionan con el campo magnético del motor produciendo una fuerza que actúa tangente al rotor, lo que produce una fuerza de torsión que permite girar al eje y entrega el par para el uso de esta fuerza.

Controlador lógico programable. – su nombre que proviene de las siglas en inglés PLC, estos equipos son de tipo electrónicos que funcionan con microprocesadores, los PLC's controlan las entradas y salidas tanto analógicas y digitales.

Las instrucciones de un PLC se realizan de manera secuencial y cíclica, una vez finalizado el programa vuelve a ejecutarlo desde el inicio. Los principales elementos de los PLC's son:

- CPU – unidad central de proceso
- Fuente de alimentación
- Dispositivos de comunicación
- Módulos de entrada
- Módulos de salida

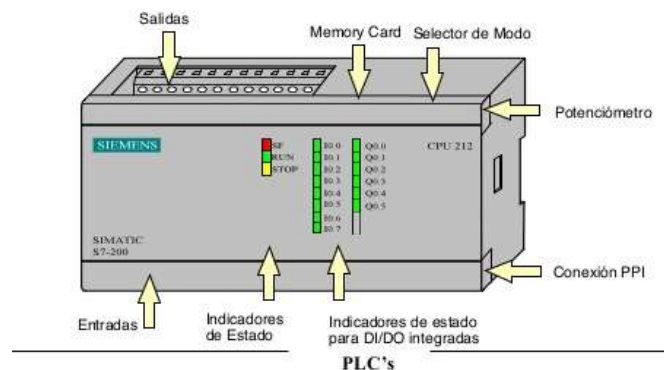


Figura 24:PLC

Fuente: (Saravia Vasconez, 2012)

Infraestructura

La estación El Beaterio cuenta con infraestructura y maquinaria del año 1980, por lo que se entiende que requiere de mucho cuidado y mantenimiento. En cuanto a la infraestructura en donde se encuentran los equipos, esta es de acero común, pintada, señalizada y con cubierta.



Figura 25:Infraestructura El Beaterio

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Variable dependiente

Ingeniería de operaciones

Esta ingeniería estudia y analiza todos los procesos y etapas de uno o varios casos, se analiza los elementos en cada paso, se registran, se toman tiempos y arrojan como resultado el nivel del proceso y la ruta crítica.

La persona a cargo de la ingeniería de operaciones se encarga del diseño, instalación y mejora de equipos, materiales, información y energía. Se nutre del conocimiento especializado y de habilidades en el campo de las matemáticas, la física y las ciencias sociales, junto con los principios y métodos de análisis de

ingeniería y diseño para especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtendrán de esos sistemas.

Manual de operaciones

Es un documento que contiene la descripción de las actividades o tareas que deben seguirse para realizar una función sin que exista pérdida de tiempo y recursos; este manual permite conocer el funcionamiento de las tareas, su descripción detallada, ubicación, requerimientos, responsables en su ejecución y control e indican un auxilio o ayuda en caso de incurrir en problemas o retrasos.

Layout

Mediante imágenes y cuadrículas un layout esquematiza los espacios o superficies de áreas. Indican la distribución y medidas muy generales de procesos y ubicación y distribución de objetos.

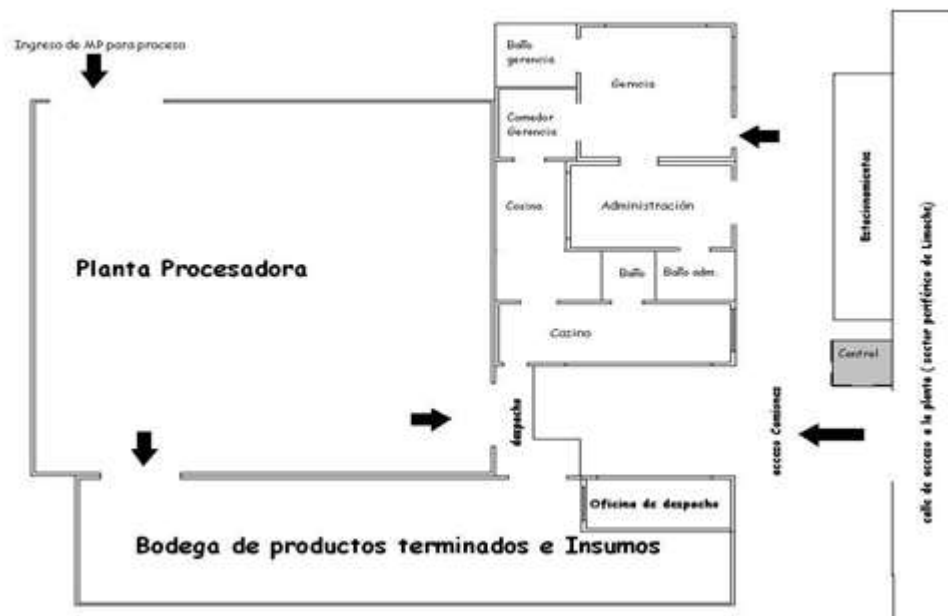


Figura 26:Layout

Fuente: (gestiopolis, 2017)

Diagrama de operaciones

Flujo de proceso

Es un diagrama o una representación gráfica de un proceso mediante herramientas que permiten distinguir las etapas sin la necesidad de requerir mucho texto, la característica principal de estos diagramas corresponde a la brevedad de la explicación que enseñan.

El proceso de operaciones, lo puede realizar y representar por un diagrama y que indica gráficamente un cuadro general de cómo se realizan los procesos con sus diferentes etapas, considerando únicamente todo lo que respecta a las principales operaciones, trabajos e inspecciones.

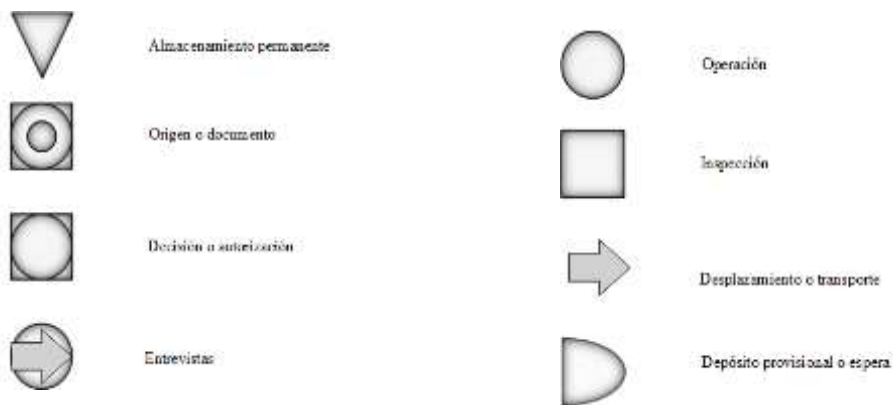


Figura 27:Flujo de procesos

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Ruta crítica Es una secuencia de elementos de un proyecto, indica la mayor duración entre ellos, determinando el tiempo más largo en el que es posible completar el proyecto, esta ruta es determinante puesto que de ella depende el tiempo global de proceso o proyecto.

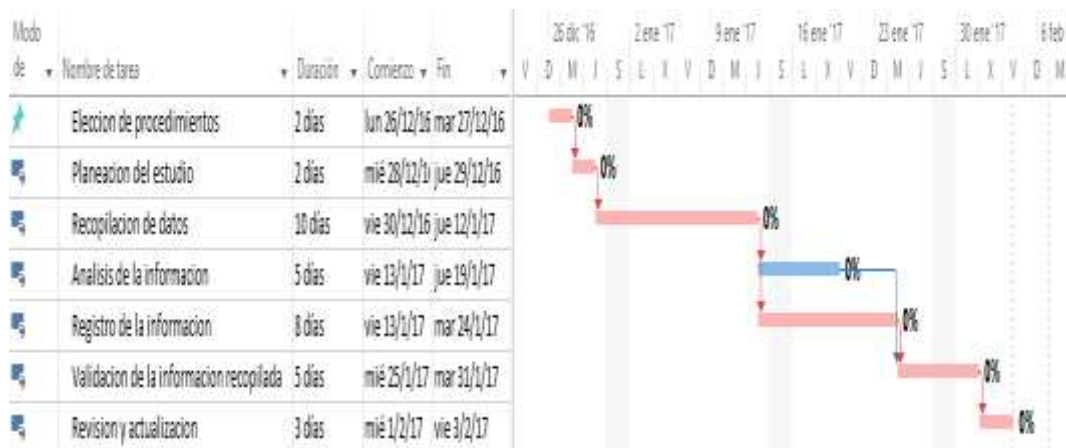


Figura 28:Ruta crítica diagrama de Gantt de seguimiento

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Documentación y registros

Todos los procesos y su historial son registrados y almacenados desde la sala de operaciones, son analizados cada hora por el personal y registrados tanto físicamente como digitalmente, pero es necesario desarrollar documentos y registros mediante normas, existen normas nacionales como la INEN e internacionales como la ISO.

ISO

La norma ISO 9001 es muy extensa para su planificación e implementación por esta razón para este proyecto, referenciaremos solo una parte para la gestión logística, que será la gestión de recursos y medición. (International Organization for Standardization, 2008)

Gestión de recursos

Este requisito nos indicó que de acuerdo a la norma debe existir el compromiso de la alta dirección en proveer todo lo necesario para la planificación de proyectos que ayuden a la mejora de la organización, en este caso se realizó varias visitas a la

bodega donde se obtuvieron datos e información que ayude a la solución del problema, para poder realizar una propuesta que se aplicable y objetiva para la organización.

Esta propuesta deberá cumplir varios requisitos que exige la norma como un óptimo manejo de recursos, infraestructura y ambiente de trabajo.

Hipótesis

Con la implementación de un manual de operaciones en los procesos de operación y control de la estación de bombeo el Beaterio, disminuirá las fallas y paros de los grupos de bombeo, para con esto aumentar la eficiencia de la estación.

Señalamiento de variables

Variable independiente

Bombeo de productos limpios ejecutado (BLS./día)

Variable dependiente

Eficiencia (%)

Definición de términos técnicos

Caudal. – es una unidad de medida que permite conocer la cantidad de fluido por unidad de tiempo. Su unidad es la letra Q y su dimensión puede ser expresada en metros cúbicos por segundo [$\frac{m^3}{s}$], galones por minuto [$\frac{gl}{min}$], dependiendo del sistema de medida.

Cabeza de empuje. – indica la energía que la bomba ha entregado al sistema, este valor depende del diámetro externo del impulsor y de la velocidad de rotación del eje.

Medidor másico tipo coriolis. – este medidor es un dispositivo que permite medir el caudal de un fluido por el efecto coriolis, también se llama medición directa o dinámica.

El efecto pasa cuando un fluido que rota o se mueve con una velocidad angular y causa que este fluido genere una reacción a la fuerza del movimiento llamada coriolis.

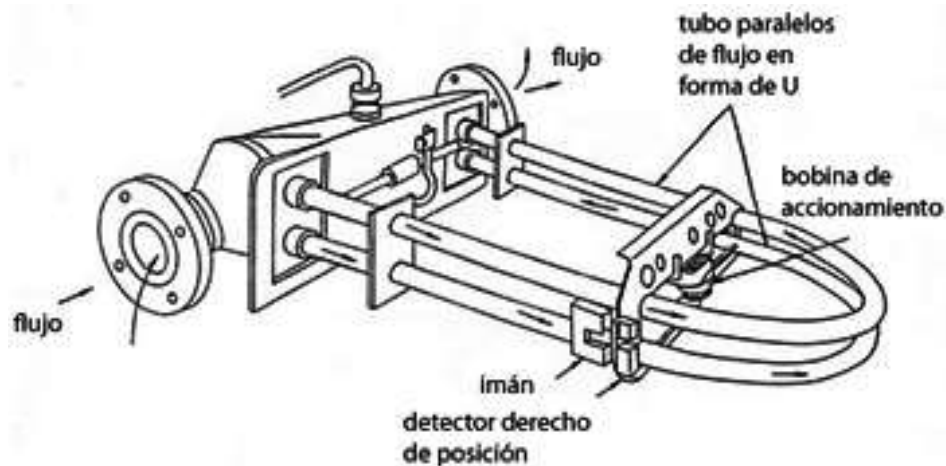


Figura 29:Medidor másico coriolis

Fuente:(Sapiensman, 2017)

Motor de combustión interna. - la principal función de un motor de combustión interna, es convertir en energía mecánica la energía producida por una reacción química de combustión. Esta combustión se realiza dentro de una cámara que lleva el mismo nombre.

Existen diferentes tipos de motor de combustión interna como:

- Motor de ciclo Otto
- Motor diésel
- Motor Wankel
- Motor rotario
- Motor de ciclo Atkinson

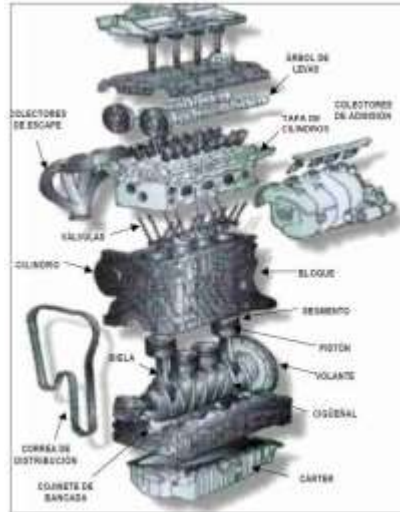


Figura 30:Elementos de un motor de combustión interna

Fuente: (Aficionados a la mecánica, 2014)

Estos a su vez se clasifican en motores de dos tiempos o cuatro tiempos. Los tiempos se denominan a los procesos que realizan las válvulas y cilindros conforme a su movimiento.

Las partes que constituyen un motor de combustión interna son muchísimas y depende de la tecnología de construcción.

Sellos mecánicos. – son elementos cuyo nombre indica sirven para evitar o sellar las fugas de los fluidos que están circulando a cierta presión entre dos partes mecánicas. Existe sellos dinámicos, los cuales se mueven con las partes mecánicas. En bombas se usan en bridas y acoplamiento de ejes.

Un sello mecánico se compone de una parte fija y una parte móvil, la parte móvil es empujada por el fluido para que se asiente y permita el sello y que no pase o fugue el fluido.

Embrague. – los sistemas de embrague, en su mayoría están compuestos por los mismos elementos:

- Volante motor
- Cigüeñal
- Disco de fricción
- Eje de entrada
- Plato de presión
- Muelles
- Collarín
- Apoyos
- Cubierta
- El primario
- Tornillos de fijación

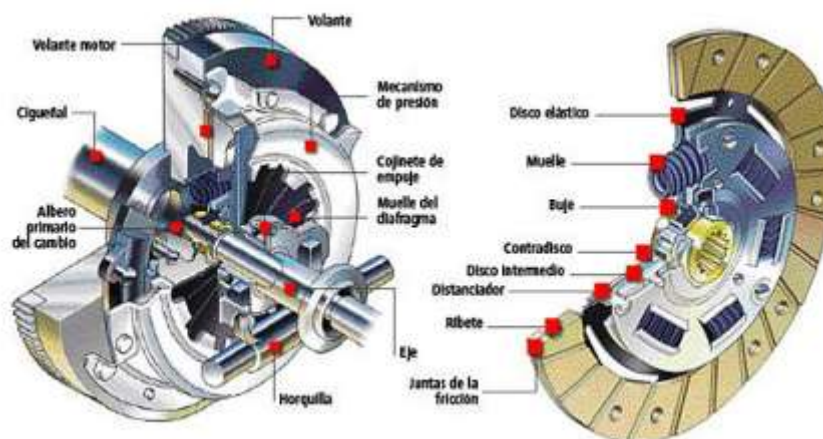


Figura 31:Elementos de un embrague

Fuente: (Aficionados a la mecánica, 2014)

Un sistema de embrague permite transmitir la energía mecánica producida ya sea por un eje o un juego de engranes, un embrague también permite interrumpir la energía mecánica. La acción principal del embregue permite transmitir cambios de par motor en las bombas.

Multiplicador de velocidad. – este tipo de componentes mecánicos permiten transmitir el movimiento giratorio de entre ejes y sobretodo aumenta o disminuye

la velocidad de giro al eje conductor. Este tipo de mecanismos se usa en sistemas que manejan motores o en aparatos electrodomésticos.

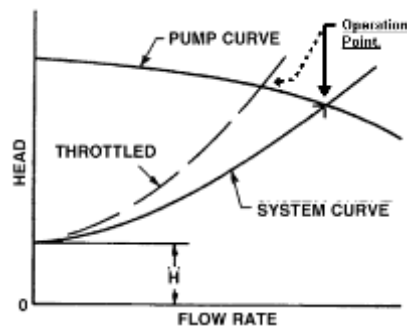
Se puede conducir el movimiento ya sea por medio de engranes, poleas o cadenas, el diseño y el mantenimiento de estos equipos es muy importante para no dañar los demás componentes como motores.

Motor eléctrico de arranque. – Es un motor eléctrico que se alimenta de una fuente de corriente continua con imanes pequeños y que como función principal sirve para dar el par motor de arranque en motores de combustión interna. Este motor permite vencer la resistencia inicial de los componentes cinemáticos. Sus componentes principales son:

- Interruptor
- Batería
- Cableado

Curva característica. – cada tipo de bomba tiene sus curvas características, que debe proveer el fabricante; en estas curvas se puede leer el punto real de funcionamiento según ciertas variables como la altura y caudal, se interpreta también la eficiencia máxima de la bomba.

Esta curva por lo general es cuadrática e indica la energía disipada por fricción



viscosa para distintos valores de caudal. Las pérdidas del sistema de bombeo se dan tanto a la succión de la bomba como a la descarga.

Figura 32: Curva característica

Fuente: (wikimedia, 2016)

En la lectura de curvas se puede leer las velocidades en RPM de la bomba, se identifica la altura del caudal o la cabeza de empuje, el caudal entregado y el punto de equilibrio de operación.

Rendimiento en bombas. – todos los componentes de una bomba son diseñados para que cumplan sus funciones específicas considerando sus pérdidas ya sean por fricción, pérdida de material superficial, longitud, etc., estas pérdidas se consideran mecánicas. Las pérdidas hidráulicas se dan por elementos como válvulas en donde se incluyen las mecánicas también, otro tipo de pérdida hidráulica son las que se determinan por las propiedades del fluido, como viscosidad y densidad. El rendimiento se define como:

$$\eta = \frac{\text{Potencia suministrada al fluido}}{\text{potencia en el eje}} = \frac{w_f}{w_e}$$

Refrigerante. – el líquido de refrigeración como el sistema de refrigeración influyen y dependen del tipo de máquina que lo requiera. La principal característica es enfriar toda la máquina y dispositivo para controlar su temperatura, ya sea por ductos internamente o por aire que sucede en el caso de la mayoría de motocicletas. Como se explicó existe refrigeración líquida (con aceite o con fluidos específicos) o por aire.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Enfoque de la Modalidad

La investigación es un proceso minucioso y ordenado en donde se busca resolver problemas, en este proyecto de titulación se analizará el proceso de transporte de productos limpios y se propondrá un manual de operaciones; en este apartado se busca establecer las principales características entre la investigación cualitativa y el proyecto de titulación.

El enfoque de la modalidad se basa en la investigación cualitativa, pretende resolver el problema de operaciones y arranques de los grupos de bombeo de la estación EL Beaterio y así controlar su funcionamiento y mantenimiento planificado.

Cualitativa

Este tipo de investigación se enfoca en identificar y estudiar la naturaleza del problema, estudia también las relaciones y la estructura dinámica del mismo. En esta investigación se debe realizar un análisis comparativo buscando registros del problema que es estudiado mediante técnicas no estructuradas.

Con este tipo de investigación se pretende resolver el problema del procedimiento de arranque y control de los grupos de bombeo, describiéndolos en

su totalidad, no hay una abstracción de propiedades o variables para analizarlas mediante técnicas estadísticas para su descripción.

Cuantitativa

Esta investigación utilizará métodos numéricos para la toma de datos y realizará un análisis estadístico, para determinar las incidencias en el transporte de productos limpios en el poliducto, que disminuyan la productividad del proceso.

Modalidad básica de la investigación

Conforme al propósito y objetivos del presente proyecto, la forma de investigación más apropiada es la investigación por observación - interactiva, técnica seleccionada de acuerdo al acceso, control y operación de los grupos de bombeo.

Bibliográfica

Este tipo de investigación se basará en documentos científicos recopilados, y será documentada y registrada como propiedad intelectual de la Universidad, para que posteriormente sea utilizado como objeto de investigación o aporte como fuente de información.

De campo

La investigación presenta un enfoque cualitativo que mediante la experticia del investigador y datos tomados en campo se realizara este proyecto, toda la información recolectado se tomara de la estación El Beaterio ubicada en el distrito metropolitano de Quito.

Experimental

El transporte de productos limpios en poliductos es un proceso muy utilizado en el Ecuador, se han desarrollado mejoras al sistema nacional, esto es muy importante debido a que disminuye los riesgos del transporte de combustibles y optimiza el

proceso, en la estación el Beaterio no existe un manual específico para este proceso, y el investigador propondrá una mejora, que, mediante normas nacionales e internacionales, optimice al proceso.

Tipo de investigación

Descriptiva

Este tipo de investigación implica una medida estadística llamada correlación esta puede ser positiva o negativa, para objeto de la investigación ayudara en el manejo de datos de la situación actual y para determinar que variables inciden más en el proceso.

Asociación de variables

La recolección de información dependerá de la variables dependientes e independientes, como su nombre lo indica la información recolectada en la estación será independiente del investigador y la propuesta será dependiente, lo que se busca es asociar estas mediante métodos científicos para buscar información que se comprobable y medible mediante indicadores, en esta investigación se utilizara el método de correlación de Pearson, y se buscaran las variables de la siguiente manera según (Carrasco, 2013):

“Es un proceso metodológico que consiste en descomponer deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico; es decir que estas variables se dividen (si son complejas) en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices”

El valor de la correlación es igual a 1 o -1 si la covariación es de intensidad máxima, y se va acercando hacia el 0 cuanto más pequeña sea la intensidad de la covariación. Además, el índice tiene signo positivo cuando la covariación es directa y negativo cuando es inversa.

Población

La población para esta investigación será los documentos obtenidos del Plan operativo anual del transporte de productos limpios de la estación El Beaterio del año 2016, la base de datos posee información de la cantidad de productos limpios bombeados desde la estación el beaterio, mediante el poliducto Quito-Ambato-Riobamba.

La información está dividida por meses del año del 2016, en los registros se detalla la siguiente información.

- a) **Fecha.** - Fecha de registro de datos
- b) **Programada.** - Caudal promedio programado de metas operativas $[BLS/dia]$
- c) **Ejecutado.** – Caudal promedio ejecutado real $[BLS/dia]$
- d) **Caudal.** - Caudal promedio ejecutado en $[BLS/hora]$
- e) **Diferencia.** - es igual a:

$$Ejecutado - Programado = Diferencia$$

- f) **Eficiencia.** - es igual a

$$Eficiencia = \frac{Ejecutado}{Programado} * 100\%$$

Muestra

La toma de muestra se realizará de manera no probabilística, la muestra no probabilística no es un producto de un proceso de selección aleatoria, los datos son seleccionados en función de su accesibilidad o a criterio personal e intencional del investigador.

Se escogió este tipo de muestra por:

- Limitaciones temporales
- Limitaciones monetarias

- Dificultad en lograr un muestreo aleatorio autentico
- Se tiene como objetivo hacer un estudio cualitativo o exploratorio

Se hizo un muestreo no probabilístico de cuatro meses de Enero, Febrero, Marzo y Noviembre por ser los meses más representativos del año, en los cuales se puede notar la falta de un procedimiento en el arranque y control de las operaciones de la estación de bombeo.

Estas condiciones se presentaron en la investigación y se realizó un muestreo por conveniencia no probabilístico las muestras son seleccionadas porque son accesibles para el investigador. Los datos son elegidos simplemente porque son fáciles de reclutar y los daños que se dan en los grupos de bombeo diesel y eléctrico de la estación se presentan de una manera esporádica cuando se ha realizado un mal procedimiento en el arranque que afectan seriamente el funcionamiento de los grupos de bombeo y equipos auxiliares como sucedió en los meses que se tomaron como referencia especialmente enero y marzo donde se observa una eficiencia de bombeo de 0% en determinados días detallado en anexo 1.

También se pudo obtener los registro de mantenimiento correctivo desde Enero hasta Septiembre del 2016 Tabla 19, esto servirá al investigador para relacionar la eficiencia de bombeo entre lo programado y lo ejecutado en los meses que se tomaron como referencia.

Operacionalización de variable.

Tabla 4: Variable Independiente Procedimiento para el arranque de los grupos de bombeo.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍTEMS	TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS
Procedimiento para el arranque de los grupos de bombeo de la estación de productos limpios	Fallas en el procedimiento de arranque	Descripción del mantenimiento mecánico correctivo.	¿Cuáles son las fallas por la mala aplicación de los procesos en el arranque de los grupos de bombeo?	Informe de mantenimiento correctivo.



Fuente: Propia.

Elaborado por: El Investigador

Tabla 5: Variable Dependiente incidencia en el transporte de productos limpios

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍTEMIS	TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS
La incidencia en la eficiencia en el transporte de productos limpios es ocasionada por la falta de un proceso establecido para el arranque de los grupos de bombeo.	Productividad	Eficiencia	¿Cómo incide las fallas debido a la mala operación en el proceso de arranque de los grupos de bombeo?	<p>Metodologías de operaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de Operaciones. • Diagrama de Operaciones • Riesgo operativo



Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Plan de recolección de la información

Para el plan de recolección de información se requirió técnicas de instrumentos, debido a que nuestro estudio se basa en una metodología descriptiva se tomara información de hechos pasados y se analizara mediante gráficas y métodos estadísticos como la correlación de Pearson, para el análisis se utilizó los registros mensuales y diarios del producto limpio bombeado de la estación del beaterio, como se desea demostrar la incidencia en el transporte de productos limpios por el proceso de arranque de los grupos de bombeo, se recolectara los manuales de mantenimiento correctivo donde se puede visualizar el tipo de falla que existió durante el año y analizar cuáles fueron las causas de dicha falla, ya sea por malas operaciones o debido a la antigüedad de los equipos.

También, se realizará un estudio basado en la metodología de Delphi, este tipo de estudio permite analizar la información mediante una encuesta realizada a personas expertas en el manejo de estaciones de bombeo de productos limpios, para finalmente concluir una propuesta que permita mejorar la estación de bombeo el Beaterio.

Aplicación de instrumentos de recolección de información

Para la aplicación de instrumentos de recolección de información se deberá primero conocer la ubicación de los grupos de bombeo y cuáles son las partes fundamentales que intervienen en el proceso, para el informe de mantenimiento correctivo se debe conocer donde está ubicado el elemento que fallo como se indica en la Figura 33.

El cuadro representa el proceso de transporte de hidrocarburos en donde se resaltan los pasos a seguir al momento de la recolección de datos.

1. Manifold de entrada
2. Bombas Booster
3. Medidor de Coriolis

4. Grupos de bombeo Diésel
5. Grupo de bombeo eléctrico
6. Válvulas de salida de hidrocarburos

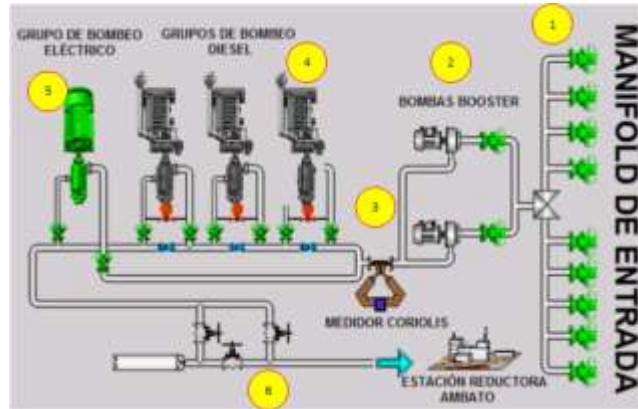


Figura 33: Esquema de planta

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Finalmente, se realizará una encuesta para poder analizar mediante el estudio de Delphi, que mediante el criterio de expertos poder concluir una propuesta que mejore el proceso de bombeo de productos limpios de la estación el Beaterio.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y SITUACIÓN ACTUAL

Procesamiento y análisis de la información

Para el procesamiento de la información se utilizará el Plan operativo anual del transporte de productos limpios de la estación El Beaterio Tabla 6.

La base de datos posee información da la cantidad de productos limpios bombeados desde la estación el beaterio, mediante el poliducto Quito-Ambato-Riobamba.

La información está dividida por meses del año del 2016 y está a su vez por días, esta información solo se puede obtener de los meses de Enero, Febrero, Marzo y Noviembre, en los registros se detalla la siguiente información.

Fecha. - Fecha de registro de datos

Programada. - Caudal promedio programado de metas operativas $[BLS/dia]$

Ejecutado. – Caudal promedio ejecutado real $[BLS/dia]$

Caudal. - Caudal promedio ejecutado en $[BLS/hora]$

Diferencia. - es igual a:

$$Ejecutado - Programado = Diferencia$$

Eficiencia. - es igual a

$$Eficiencia = \frac{Ejecutado}{Programado} * 100\%$$

Para el procesamiento de la base de datos recolectada, una variable importante es la eficiencia de la planificación de la operación anual, como metas operativas de poliductos del año 2016.

Se realizó la Tabla 6, como resumen donde se puede observar la cantidad total transportado desde la estación El Beaterio en el año 2016, respecto a lo planificado.

Tabla 6: Tabla de resumen anual 2016 de transporte de productos limpios

	PROGRAMADO	EJECUTADO	CAUDAL	CAUDAL	DIFERENCIA	EFICIENCIA %
ENERO	385.429	363.726	12.124	505	-21.703	94,37%
FEBRERO	348.102	378.977	12.633	526	30.875	108,87%
MARZO	397.054	316.593	10.553	440	-80.461	79,74%
ABRIL	357.848	382.726	12.758	532	24.878	106,95%
MAYO	405.006	395.484	13.183	549	-9.522	97,65%
JUNIO	382.236	382.726	12.758	532	490	100,13%
JULIO	392.034	395.484	13.183	549	3.450	100,88%
AGOSTO	402.896	395.484	13.183	549	-7.412	98,16%
SEPTIEMBRE	384.744	382.726	12.758	532	-2.018	99,48%
OCTUBRE	408.405	395.484	13.183	549	-12.921	96,84%
NOVIEMBRE	400.621	398.480	13.283	553	-2.141	99,47%
DICIEMBRE	392.125	395.484	13.183	549	3.359	100,86%
Total	4.656.501	4.583.374	12.732	530	-73.127	98,43%

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Análisis: En la Tabla 6 se pueden analizar algunas singularidades.

- El total de productos limpios transportados programado en el 2016 es de 4.656.501 Barriles/ año.
- El total de productos limpios transportados ejecutados en el 2016 es de 4.583.374 Barriles/año.
- El promedio de caudal mensual de productos limpios transportados en el 2016 es de 12.732 Barriles/ mes.

- El promedio de caudal diaria de productos limpios transportados en el 2016 es de 530 Barriles/ día.
- La diferencia entre lo programado y lo ejecutado de cada mes, y posteriormente realizando la sumatoria de los doce meses del año, nos da como resultado la diferencia, este resultado tiene relación directa con la eficiencia, si es positivo la eficiencia será mayor al 100% y si es negativo la eficiencia será menor al 100%.
- Se puede observar que los meses marcados con color rojo no cumple con la cantidad de bombeo planificado.
- La eficiencia del bombeo anual del ejecutado respecto al programado será igual a 98,43%.

Posteriormente se indicará la Figura 34, la tendencia del caudal ejecutado y programado en el transporte de productos limpios, durante el año 2016.

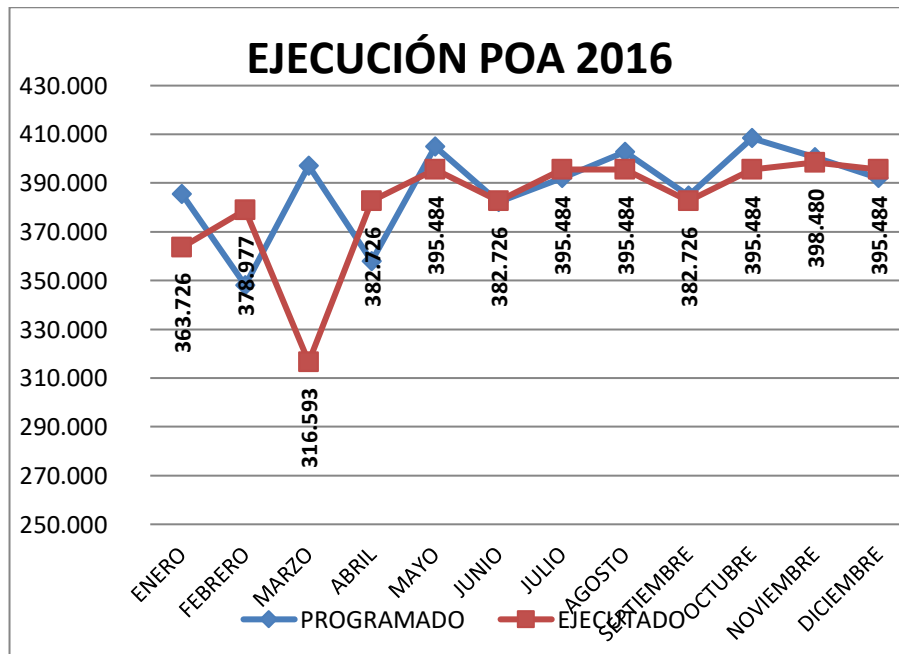


Figura 34: Ejecución POA 2016

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Análisis: Como se puede observar en la Figura, la tendencia de la curva del transporte de producto limpio programado guarda relación con la curva de lo ejecutado, y los datos se encuentran en un rango entre 410000 barriles al mes y 310000 barriles al mes, en el mes de marzo se puede observar una singularidad que presenta una tendencia opuesta lo ejecutado respecto a lo programado.

Las metas operativas en el poliducto como podemos observar se cumplen con un 98,43%, pero en el transcurso del año existen problemas en las operaciones de los grupos de bombeo en el prearranque y arranque, como se observa en los registros de mantenimiento correctivo de los equipos en la estación el Beaterio indicada en la Tabla 19.

- a) Daños en el incrementador de velocidad del grupo diesel
- b) Daño en el sello de la bomba de los grupos diesel y eléctrico
- c) Altas vibraciones en los grupos de bombeo
- d) Daños en motor de combustión interna
- e) Daño de turbo del motor de combustión interna
- f) Avería de los piñones del multiplicador
- g) Daño de válvulas de paso de líneas principales
- h) Consumo de aceite en motor de combustión interna.
- i) Daño de compresores
- j) Daños accesorios de la estación

Estos daños o fallas, generan la realización de mantenimiento correctivo en los grupos de bombeo, cuando se produce una falla en los equipos es necesario parar el grupo y se produce una disminución de bombeo por la salida de los grupos de bombeo, antes de analizar la incidencia y determinar cuáles son los factores de que no se tenga un bombeo que tenga la misma tendencia planificada como se puede observar en la Figura 34, se indicara como entran en operación los equipos.

En la estación de bombeo el beaterio existe tres grupos de bombeo diésel conectados en serie y un grupo eléctrico conectado en paralelo con los tres, de tal manera que el bombeo se lo puede ejecutar con el diésel o con el eléctrico.

Cuando funciona con los grupos diésel, entran en funcionamiento dos de los tres grupos diésel y el tercero se mantiene en stand by (Reserva) de tal manera que cuando sale de funcionamiento cualquiera de los dos grupos diésel, el tercero entra en línea de esta manera el caudal se mantiene constante, el tiempo que se tarda en entrar en línea es máximo 20 minutos el tiempo que demora el grupo en calentar en relantí para entrar con carga.

El principal problema de la salida de funcionamiento de los grupos de bombeo es por malas prácticas operativas, pero como se indicó anteriormente la puesta en marcha de un grupo de bombeo no dura más de 20 minutos, por esta razón se analizará la información en una escala de tiempo menor, para identificar qué factores inciden para que el bombeo de productos limpios ejecutado.

Primero se recolecto información en una escala menor, se debe mencionar para mejor entendimiento, que los turnos en el cuarto de operaciones donde se controla todos los equipos para el transporte de productos limpios se los divide en 2 turnos.

TURNO A: 7h a 18h

TURNO B: 18h a 7h

Después se identificará en la Tabla 6, un mes donde no cumpla con lo planificado, se escogió el mes de marzo donde se realizó la recolección de datos en campo, como se indica en la Tabla 8.

Tabla 7: Resumen Marzo

DIA	PROGRAMADO	EJECUTADO	DIFERENCIA	%
31	397.054	316.593	- 80.461	79,7%

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Figura 36 se puede observar que hay días que no se cumple lo programado debido a fallas en los equipos, pero con el transcurso de los días se iguala para posteriormente obtener el caudal programado.

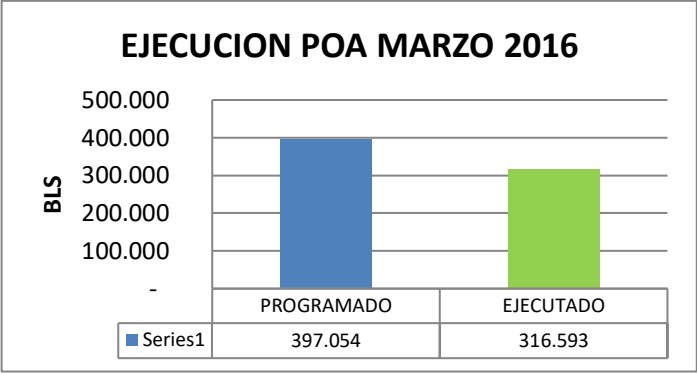


Figura 35: Ejecución POA Marzo 2016

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

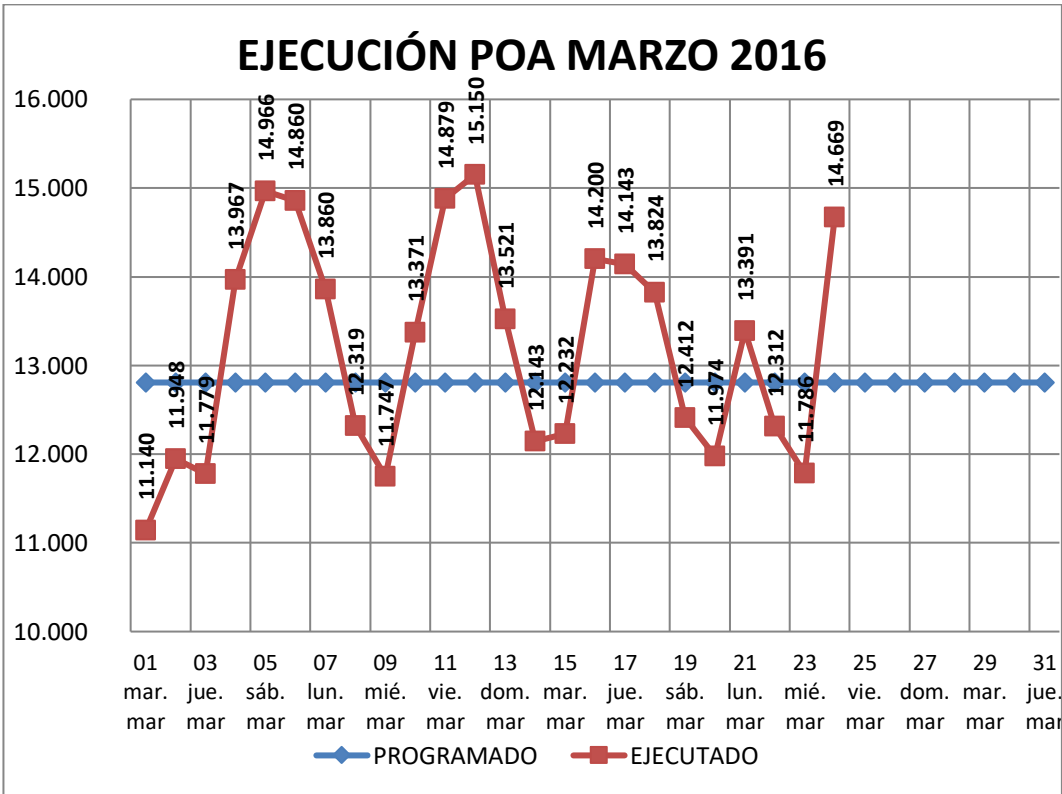


Figura 36: Gráficos de tendencia POA Marzo 2016

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Análisis:

Se puede observar que el menor valor de eficiencia en el mes de Marzo fue del 79,74% debido a fallas en los equipos, parte de estas fallas ocurrieron el día 1 de Marzo del 2016, también se puede observar que desde el 25 de Marzo hasta el 31 de Marzo no se pudo bombear productos limpios debido a mantenimiento correctivo de los grupos de bombeo.

Tabla 8: Base de datos de transporte de productos limpios Marzo 2016

FECHA	PROGRAMADO	EJECUTADO	CAUDAL	DIFERENCIA	%
01 mar mar	12.808	11.140	464	-1.668	86,98%
02 mié mar	12.808	11.948	498	-860	93,29%
03 jue mar	12.808	11.779	491	-1.029	91,97%
04 vie mar	12.808	13.967	963	1.159	109,05%
05 sáb mar	12.808	14.966	624	2.158	116,85%
06 dom mar	12.808	14.860	619	2.052	116,02%
07 lun mar	12.808	13.860	578	1.052	108,21%
08 mar mar	12.808	12.319	513	-489	96,18%
09 mié mar	12.808	11.747	489	-1.061	91,72%
10 jue mar	12.808	13.371	557	563	104,40%
11 vie mar	12.808	14.879	620	2.071	116,17%
12 sáb mar	12.808	15.150	797	2.342	118,29%
13 dom mar	12.808	13.521	563	713	105,57%
14 lun mar	12.808	12.143	506	-665	94,81%
15 mar mar	12.808	12.232	510	-576	95,50%
16 mié mar	12.808	14.200	592	1.392	110,87%
17 jue mar	12.808	14.143	589	1.335	110,42%
18 vie mar	12.808	13.824	576	1.016	107,93%
19 sáb mar	12.808	12.412	517	-396	96,91%
20 dom mar	12.808	11.974	499	-834	93,49%
21 lun mar	12.808	13.391	558	583	104,55%
22 mar mar	12.808	12.312	513	-496	96,13%
23 mié mar	12.808	11.786	491	-1.022	92,02%
24 jue mar	12.808	14.669	611	1.861	114,53%
25 vie mar	12.808		-	-12.808	0,00%
26 sáb mar	12.808		-	-12.808	0,00%
27 dom mar	12.808		-	-12.808	0,00%
28 lun mar	12.808		-	-12.808	0,00%
29 mar mar	12.808		-	-12.808	0,00%
30 mié mar	12.808		-	-12.808	0,00%
31 jue mar	12.808		-	-12.808	0,00%
Total	397.054	316.593	443	-80.461	79,74%

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Análisis:

Los datos recolectados se indica en la Tabla 9, como se puede observar en los datos de EJECUTADO, existen periodos en donde no se pudo bombear por fallas en los grupos de bombeo, pero se puede también observar que durante el día se trata de recuperar para llegar a lo programado.

Tabla 9: Base de datos de transporte de productos limpios 1 de Marzo del 2016

	HORA	PROGRAMADO	EJECUTADO	DIFERENCIA	EFICIENCIA %
TURNO B	0:00	576	572	-4	99,31%
	1:00	576	501	-74	86,98%
	2:00	576	-	-576	0%
	3:00	576	-	-576	0%
	4:00	576	727	151	126,22%
	5:00	576	665	89	115,45%
	6:00	576	631	55	109,55%
TURNO A	7:00	576	-	-576	0%
	8:00	576	650	74	112,85%
	9:00	576	610	34	105,90%
	10:00	576	523	-53	90,80%
	11:00	576	522	-53	90,63%
	12:00	576	526	-50	91,32%
	13:00	576	511	-65	88,72%
	14:00	576	-	-576	0%
	15:00	576	500	-76	86,81%
	16:00	576	657	81	114,06%
	17:00	576	623	47	108,16%
	18:00	576	490	-86	85,07%
TURNO B	19:00	576	-	-576	0,00%
	20:00	576	625	49	108,51%
	21:00	576	618	42	107,29%
	22:00	576	590	14	102,43%
	23:00	576	600	24	104,17%
	Total	13.815	11.140	-2.675	80,64%

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Figura 37, se puede observar que el comportamiento del caudal EJECUTADO, presenta una dispersión aleatoria, que no presenta ninguna tendencia.

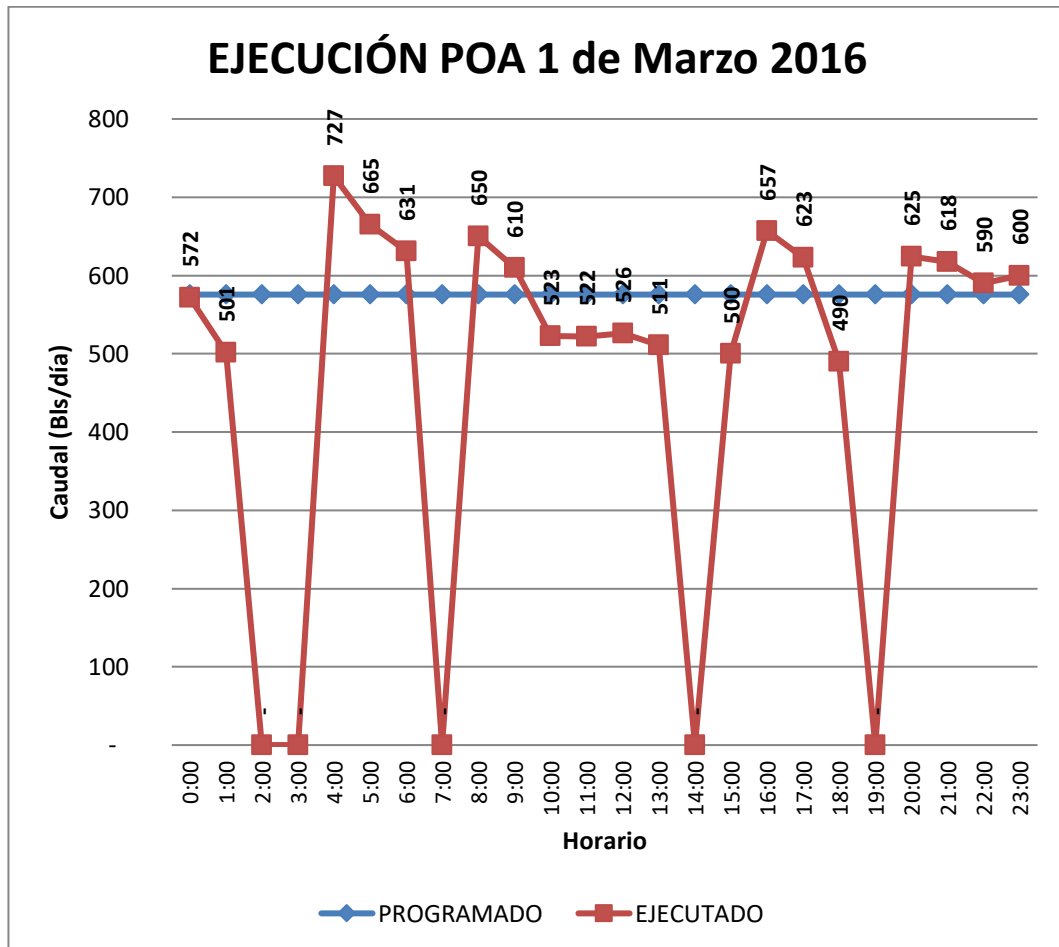


Figura 37: Gráficos de tendencia POA 1 de Marzo del 2016

Fuente: Propia

Análisis:

Este comportamiento de la línea de tendencia EJECUTADO se da por percances durante el proceso de bombeo de productos limpios, existe el informe de mantenimiento correctivo donde se puede observar la cantidad de reparaciones que se ha realizado a los grupos de bombeo, es común que cuando se realiza mantenimiento correctivo el grupo de bombeo debe pararse y entra el que se encuentra en stand by.

Método de Correlación de Pearson

Para el análisis de la incidencia en los procesos de transporte se realizará un método estadístico llamado correlación de Pearson, para esto se tomará como muestra los datos de cuatro meses del año esta información se pudo obtener de los registros del área de operación de los grupos de bombeo por parte de Petroecuador, debido a su confidencialidad de esta información fue la mayor cantidad de datos que se pudo obtener para hacer un análisis estadístico, de acuerdo a Oyarzo, (2017) para una población infinita con una certeza del 95% y una probabilidad que ocurra y que no ocurra del 50%, con un error del 15%, se obtiene una muestra de 43 datos mínimo y para el caso de nuestra investigación se obtuvo 121 datos, y se tomaron de los siguientes meses.

- Enero
- Febrero
- Marzo
- Noviembre

Tabla 10: Base de datos de transporte de productos limpios Enero 2016

FECHA	PROGRAMADO	EJECUTADO	CAUDAL	DIFERENCIA	EFICIENCIA %
01/01/2016	12.433,21	12.147,00	506,13	-286,21	97,70%
02/01/2016	12.433,21	13.362,00	573,48	928,79	107,47%
03/01/2016	12.433,21	11.614,00	483,92	-819,21	93,41%
04/01/2016	12.433,21	11.490,00	478,75	-943,21	92,41%
05/01/2016	12.433,21	13.145,00	547,71	711,79	105,72%
06/01/2016	12.433,21	15.238,00	634,92	2.804,79	122,56%
07/01/2016	12.433,21	13.540,00	564,17	1.106,79	108,90%
08/01/2016	12.433,21	14.183,00	607,41	1.749,79	114,07%
09/01/2016	12.433,21	11.590,00	482,92	-843,21	93,22%
10/01/2016	12.433,21	11.853,00	504,38	-580,21	95,33%
11/01/2016	12.433,21	12.852,00	535,5	418,79	103,37%
12/01/2016	12.433,21	15.100,00	629,17	2.666,79	121,45%
13/01/2016	12.433,21	15.157,00	631,54	2.723,79	121,91%
14/01/2016	12.433,21	12.952,00	539,67	518,79	104,17%
15/01/2016	12.433,21	11.998,00	499,92	-435,21	96,50%
16/01/2016	12.433,21	12.892,00	537,17	458,79	103,69%
17/01/2016	12.433,21	14.952,00	734,74	2.518,79	120,26%
18/01/2016	12.433,21	12.200,00	543,43	-233,21	98,12%
19/01/2016	12.433,21	11.805,00	491,88	-628,21	94,95%
20/01/2016	12.433,21	12.215,00	508,96	-218,21	98,24%
21/01/2016	12.433,21	15.071,00	627,96	2.637,79	121,22%
22/01/2016	12.433,21	13.217,00	550,71	783,79	106,30%
23/01/2016	12.433,21	11.641,00	485,04	-792,21	93,63%
24/01/2016	12.433,21	11.674,00	486,42	-759,21	93,89%
25/01/2016	12.433,21	13.923,00	580,13	1.489,79	111,98%
26/01/2016	12.433,21	13.262,00	552,58	828,79	106,67%
27/01/2016	12.433,21	12.393,00	516,38	-40,21	99,68%
28/01/2016	12.433,21	12.260,00	510,83	-173,21	98,61%
29/01/2016	12.433,21		-	-12.433,21	0%
30/01/2016	12.433,21		-	-12.433,21	0%
31/01/2016	12.433,21		-	-12.433,21	0%

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Tabla 11: Base de datos de transporte de productos limpios Febrero 2016

FECHA	PROGRAMADO	EJECUTADO	CAUDAL	DIFERENCIA	EFICIENCIA %
01/02/2016	12.003,53	13.719,00	571,63	1.715,47	114,29%
02/02/2016	12.003,53	12.031,00	501,29	27,47	100,23%
03/02/2016	12.003,53	10.553,00	439,71	-1.450,53	87,92%
04/02/2016	12.003,53	13.483,00	561,79	1.479,47	112,33%
05/02/2016	12.003,53	14.805,00	616,88	2.801,47	123,34%
06/02/2016	12.003,53	13.324,00	555,17	1.320,47	111,00%
07/02/2016	12.003,53	12.512,00	521,33	508,47	104,24%
08/02/2016	12.003,53	11.474,00	478,08	-529,53	95,59%
09/02/2016	12.003,53	13.531,00	563,79	1.527,47	112,73%
10/02/2016	12.003,53	14.631,00	609,63	2.627,47	121,89%
11/02/2016	12.003,53	15.095,00	628,96	3.091,47	125,75%
12/02/2016	12.003,53	12.533,00	522,21	529,47	104,41%
13/02/2016	12.003,53	11.276,00	469,83	-727,53	93,94%
14/02/2016	12.003,53	11.813,00	492,21	-190,53	98,41%
15/02/2016	12.003,53	14.052,00	585,5	2.048,47	117,07%
16/02/2016	12.003,53	14.588,00	607,83	2.584,47	121,53%
17/02/2016	12.003,53	12.807,00	533,63	803,47	106,69%
18/02/2016	12.003,53	12.007,00	500,29	3,47	100,03%
19/02/2016	12.003,53	11.465,00	477,71	-538,53	95,51%
20/02/2016	12.003,53	12.828,00	534,5	824,47	106,87%
21/02/2016	12.003,53	14.988,00	624,5	2.984,47	124,86%
22/02/2016	12.003,53	14.824,00	617,67	2.820,47	123,50%
23/02/2016	12.003,53	13.264,00	552,67	1.260,47	110,50%
24/02/2016	12.003,53	11.688,00	487	-315,53	97,37%
25/02/2016	12.003,53	10.451,00	435,46	-1.552,53	87,07%
26/02/2016	12.003,53	13.144,00	547,67	1.140,47	109,50%
27/02/2016	12.003,53	14.764,00	615,17	2.760,47	123,00%
28/02/2016	12.003,53	13.886,00	578,58	1.882,47	115,68%
29/02/2016	12.003,53	13.441,00	560,04	1.437,47	111,98%

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Tabla 12: Base de datos de transporte de productos limpios Marzo 2016

FECHA	PROGRAMADO	EJECUTADO	CAUDAL	DIFERENCIA	EFICIENCIA %
01/02/2016	12.003,53	13.719,00	571,63	1.715,47	114,29%
02/02/2016	12.003,53	12.031,00	501,29	27,47	100,23%
03/02/2016	12.003,53	10.553,00	439,71	-1.450,53	87,92%
04/02/2016	12.003,53	13.483,00	561,79	1.479,47	112,33%
05/02/2016	12.003,53	14.805,00	616,88	2.801,47	123,34%
06/02/2016	12.003,53	13.324,00	555,17	1.320,47	111,00%
07/02/2016	12.003,53	12.512,00	521,33	508,47	104,24%
08/02/2016	12.003,53	11.474,00	478,08	-529,53	95,59%
09/02/2016	12.003,53	13.531,00	563,79	1.527,47	112,73%
10/02/2016	12.003,53	14.631,00	609,63	2.627,47	121,89%
11/02/2016	12.003,53	15.095,00	628,96	3.091,47	125,75%
12/02/2016	12.003,53	12.533,00	522,21	529,47	104,41%
13/02/2016	12.003,53	11.276,00	469,83	-727,53	93,94%
14/02/2016	12.003,53	11.813,00	492,21	-190,53	98,41%
15/02/2016	12.003,53	14.052,00	585,5	2.048,47	117,07%
16/02/2016	12.003,53	14.588,00	607,83	2.584,47	121,53%
17/02/2016	12.003,53	12.807,00	533,63	803,47	106,69%
18/02/2016	12.003,53	12.007,00	500,29	3,47	100,03%
19/02/2016	12.003,53	11.465,00	477,71	-538,53	95,51%
20/02/2016	12.003,53	12.828,00	534,5	824,47	106,87%
21/02/2016	12.003,53	14.988,00	624,5	2.984,47	124,86%
22/02/2016	12.003,53	14.824,00	617,67	2.820,47	123,50%
23/02/2016	12.003,53	13.264,00	552,67	1.260,47	110,50%
24/02/2016	12.003,53	11.688,00	487	-315,53	97,37%
25/02/2016	12.003,53	10.451,00	435,46	-1.552,53	87,07%
26/02/2016	12.003,53	13.144,00	547,67	1.140,47	109,50%
27/02/2016	12.003,53	14.764,00	615,17	2.760,47	123,00%
28/02/2016	12.003,53	13.886,00	578,58	1.882,47	115,68%
29/02/2016	12.003,53	13.441,00	560,04	1.437,47	111,98%

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Tabla 13: Base de datos de transporte de productos limpios Noviembre 2016

FECHA	PROGRAMADO	EJECUTADO	CAUDAL	DIFERENCIA	EFICIENCIA %
01/02/2016	12.003,53	13.719,00	571,63	1.715,47	114,29%
02/02/2016	12.003,53	12.031,00	501,29	27,47	100,23%
03/02/2016	12.003,53	10.553,00	439,71	-1.450,53	87,92%
04/02/2016	12.003,53	13.483,00	561,79	1.479,47	112,33%
05/02/2016	12.003,53	14.805,00	616,88	2.801,47	123,34%
06/02/2016	12.003,53	13.324,00	555,17	1.320,47	111,00%
07/02/2016	12.003,53	12.512,00	521,33	508,47	104,24%
08/02/2016	12.003,53	11.474,00	478,08	-529,53	95,59%
09/02/2016	12.003,53	13.531,00	563,79	1.527,47	112,73%
10/02/2016	12.003,53	14.631,00	609,63	2.627,47	121,89%
11/02/2016	12.003,53	15.095,00	628,96	3.091,47	125,75%
12/02/2016	12.003,53	12.533,00	522,21	529,47	104,41%
13/02/2016	12.003,53	11.276,00	469,83	-727,53	93,94%
14/02/2016	12.003,53	11.813,00	492,21	-190,53	98,41%
15/02/2016	12.003,53	14.052,00	585,5	2.048,47	117,07%
16/02/2016	12.003,53	14.588,00	607,83	2.584,47	121,53%
17/02/2016	12.003,53	12.807,00	533,63	803,47	106,69%
18/02/2016	12.003,53	12.007,00	500,29	3,47	100,03%
19/02/2016	12.003,53	11.465,00	477,71	-538,53	95,51%
20/02/2016	12.003,53	12.828,00	534,5	824,47	106,87%
21/02/2016	12.003,53	14.988,00	624,5	2.984,47	124,86%
22/02/2016	12.003,53	14.824,00	617,67	2.820,47	123,50%
23/02/2016	12.003,53	13.264,00	552,67	1.260,47	110,50%
24/02/2016	12.003,53	11.688,00	487	-315,53	97,37%
25/02/2016	12.003,53	10.451,00	435,46	-1.552,53	87,07%
26/02/2016	12.003,53	13.144,00	547,67	1.140,47	109,50%
27/02/2016	12.003,53	14.764,00	615,17	2.760,47	123,00%
28/02/2016	12.003,53	13.886,00	578,58	1.882,47	115,68%
29/02/2016	12.003,53	13.441,00	560,04	1.437,47	111,98%

Fuente: Propia**Elaborado por:** El Investigador

A continuación, se procede a realizar los cálculos de la correlación mediante las siguientes ecuaciones.(Hurtado & Domínguez Sánchez, 2009)

Primero se declarará las variables de la siguiente manera.

$$x = \text{Variable independiente}$$

$y = \text{Variable dependiente}$

A continuación, se procede a calcular la media aritmética de cada variable, utilizando la siguiente ecuación.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n}$$

Después se procede a calcular X y Y con la siguiente ecuación

$$X = x - \bar{x}$$

$$Y = y - \bar{y}$$

A continuación, se procederá a realizar el cálculo de los cuadrados de X y Y.

Tabla 14: Correlación lineal entre dos variables

Valores r	Tipo y grado de correlación
-1	Negativa perfecta
$-1 < r \leq -0,8$	Negativa fuerte
$-0,8 < r \leq -0,5$	Negativa moderada
$-0,5 \leq r < 0$	Negativa debil
0	No existe
$0 < r \leq 0,5$	Positiva débil
$0,5 < r < 0,8$	Positiva moderada
$0,8 \leq r < 1$	Positiva fuerte
1	Positiva perfecta

Fuente: (Hurtado & Domínguez Sánchez, 2009)

Elaborado por: El Investigador

Finalmente se precedió a calcular el índice de correlación con la siguiente ecuación.

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2) * (\sum y^2)}}$$

Para determinar el tipo de relación que existe entre las variables se tomara como referencia los valores indicados en la Tabla 14.

Se relacionará como variable independiente el caudal ejecutado, respecto a la eficiencia del proceso que es la variable dependiente.

Correlación 1

Variable independiente = Caudal ejecutado ($\frac{Bls.}{día}$)

.Variable dependiente = eficiencia %

Tabla 15: Correlación lineal entre dos variables

# DATOS	X EFICIENCIA	Y EJECUTADO	$X = x - \bar{x}$	$Y = y - \bar{y}$	X.Y	X ²	Y ²
1	0,9770	12147,0	-0,63	-8099,89	5067,11	0,39	65608200,01
2	1,0747	13362,0	-0,53	-6884,89	3634,23	0,28	47401695,01
3	0,9341	11614,0	-0,67	-8632,89	5770,63	0,45	74526770,57
4	0,9241	11490,0	-0,68	-8756,89	5940,85	0,46	76683103,01
5	1,0572	13145,0	-0,55	-7101,89	3872,72	0,30	50436825,79
6	1,2256	15238,0	-0,38	-5008,89	1888,20	0,14	25088967,90
7	1,0890	13540,0	-0,51	-6706,89	3444,25	0,26	44982358,57
8	1,1407	14183,0	-0,46	-6063,89	2800,44	0,21	36770748,46
9	0,9322	11590,0	-0,67	-8656,89	5803,38	0,45	74941725,23
10	0,9533	11853,0	-0,65	-8393,89	5449,51	0,42	70457370,68
11	1,0337	12852,0	-0,57	-7394,89	4206,76	0,32	54684381,68
12	1,2145	15100,0	-0,39	-5146,89	1997,35	0,15	26490465,23
13	1,2191	15157,0	-0,38	-5089,89	1951,89	0,15	25906968,90
17	1,2026	14952,0	-0,40	-5294,89	2117,81	0,16	28035848,35
18	0,9812	12200,0	-0,62	-8046,89	4999,65	0,39	64752420,79
19	0,9495	11805,0	-0,65	-8441,89	5513,27	0,43	71265488,01
121	0,9389	11674,0	-0,66	-8572,89	5689,15	0,44	73494423,90

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

La correlación se realizó a una muestra de 121 días entre Caudal ejecutado como variable independiente vs eficiencia del proceso como variable dependiente y se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 16: Tabla de resumen correlación 1

n = 121,00					
$\Sigma x = 115,38$	0,95	CORRELACION	$\Sigma X.Y =$	$\Sigma X^2 =$	$\Sigma Y^2 =$
$\Sigma y = 1.457.776,00$	12.047,74	0,9912	139.132,28	11,18	1.763.189.177,54

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Análisis:

La correlación se puede observar en la Tabla 16, que existe entre la eficiencia y el caudal bombeado desde la estación posee el valor de **0,9912** según los parámetros observados en la Tabla 14, se determinó que posee una correlación **positiva fuerte**.

A continuación, se indicará la gráfica de dispersión entre las dos variables.

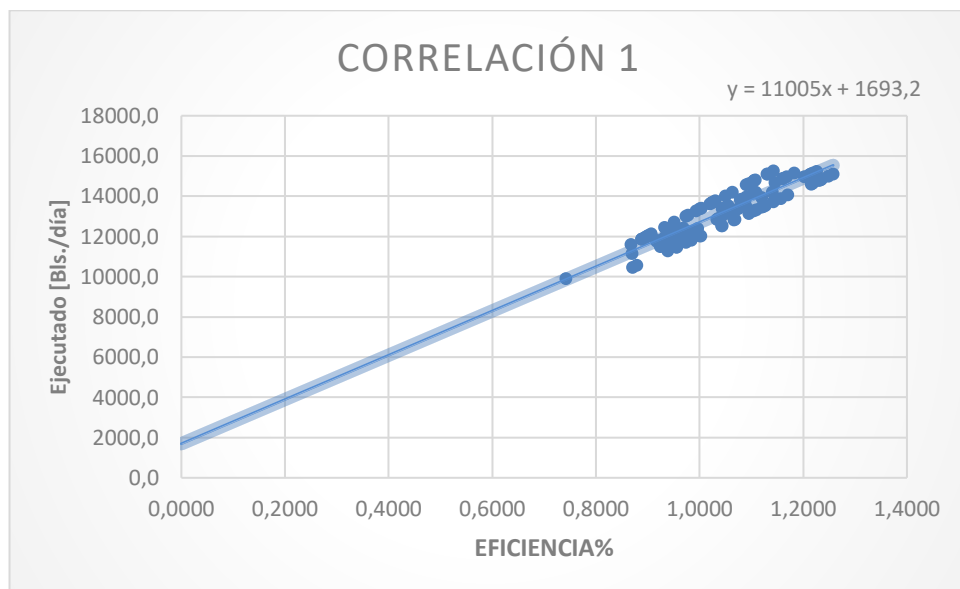


Figura 38: Correlación eficiencia respecto ejecutado

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Correlación 2

A continuación, se correlacionará la variable diferencia respecto la eficiencia del proceso, de la cual se obtuvo los siguientes resultados para 121 datos.

Variable independiente = Diferencia (EJECUTADO – PROGRAMADO)

Variable dependiente = Eficiencia (%)

Tabla 17: Tabla de resumen correlación 2

n = 121,00					
$\Sigma x = 115,38$	0,95	CORRELACION	$\Sigma X.Y =$	$\Sigma X^2 =$	$\Sigma Y^2 =$
$\Sigma y = -73.431,35$	-606,87	0,9998	141.497,43	11,18	1.792.272.749,14

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Tabla 17, se puede observar que la correlación calculada es igual a 0.9998, se puede determinar que la relación que existe entre la eficiencia y la diferencia entre el caudal programado respecto al ejecutado de acuerdo a los parámetros indicados en la Tabla 14, es positiva fuerte.

En la Figura 39, se observa la dispersión de los datos y la tendencia que presenta la variable dependiente con la variable independiente,

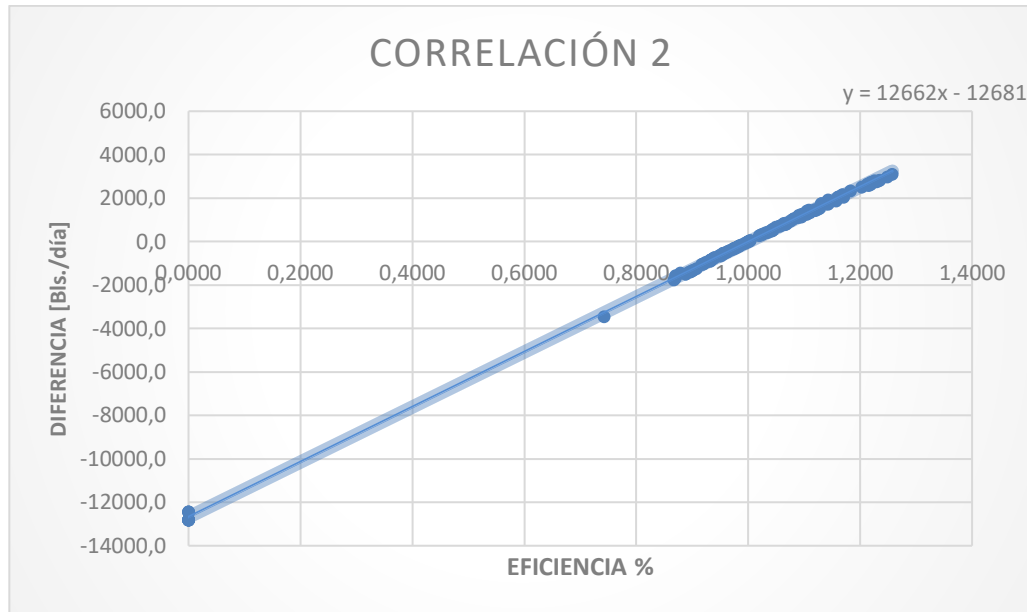


Figura 39: Correlación eficiencia respecto diferencia

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Para un mejor análisis se puede realizar un estudio de Delphi para encontrar basamentos concretos, el cual busca determinar que la baja eficiencia en el bombeo de productos limpios de la estación el Beaterio, se origina por los malos procedimientos operativos en la estación.

Estudio Delphi

El estudio Delphi se utiliza para obtener información de un grupo de expertos, los cuales tienen dominio de un tema; con el objetivo de sacar conclusiones que servirán para implantar procedimientos en los que se tome en consideración no solo la recomendación de una sola persona, sino que llegando a un consenso se pueda integrar el conocimiento y experiencia de todos los participantes, poniendo en práctica el lema de que dos mentes piensan mejor que una.

El estudio Delphi empieza con la formulación de un cuestionario formulado por la o las personas interesadas en el estudio a realizar. El cuestionario se formula tomando en cuenta las principales dudas que se requiere saber.

Luego de tener las preguntas se realiza un perfil básico que necesitan cumplir los expertos, los mismos que responderán al cuestionario formulado anteriormente. La respuesta de que den cada uno de los expertos, se la analiza conjuntamente con la de los otros expertos, esta fase es la primera del estudio Delphi.

La segunda fase del estudio Delphi consiste en unir la información dada en el cuestionario de todos los expertos, reunir a todos los expertos y discutir sobre cada uno de las preguntas para finalmente llegar a un acuerdo grupal que será la mejor alternativa de solución, en la que se integra cada uno de los argumentos de los expertos.

Cuestionario para el estudio Delphi

¿Cómo se debe empezar el estudio para la elaboración de un manual de proceso?

¿Cuáles son las principales actividades que se deben realizar para la elaboración de un manual de operaciones?

Perfil que deben de cumplir los expertos que intervienen en el estudio Delphi

Las características de los expertos son las siguientes:

- Tener conocimiento técnico de los equipos que intervienen en el proceso, manifold, sistemas de bombeo eléctricas y a diésel, válvulas.
- Cinco o más años de experiencia en operación de sistemas de bombeo.

Candidatos seleccionados

Tabla 18: Expertos seleccionados

Experto	Nombre	Cargo	Contacto
1	Ing. Iván Suarez CI: 1706859657	Supervisor Estación de Bombeo Beaterio.	CONTACTO Ivan.Suarez@epetr oecuador.ec
Características: Experiencia 20 años de trabajo en estaciones de bombeo en Ep Petroecuador.			
2	Tlgo. Santiago Guerra CI: 1713313870	Técnico líder operaciones Estación de Bombeo Beaterio.	Santiago.Guerra@ep petroecuador.ec
Características: Experiencia 15 años de trabajo en estaciones de bombeo en Ep Petroecuador.			
3	Tlgo. Ernesto Lignea CI: 1708176993	Técnico operaciones Estación de Bombeo Beaterio.	CONTACTO Ernesto.Lignea@ep etroecuador.ec
Características: Experiencia 20 años de trabajo en estaciones de bombeo en Ep Petroecuador.			
4	Ing. Carlos Heredia CI: 0602648388	Técnico líder operaciones Estación de Bombeo Ambato	CONTACTO Carlos.Heredia@ep etroecuador.ec
Características: Experiencia 20 años de trabajo en estaciones de bombeo en Ep Petroecuador.			

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Respuestas al cuestionario de cada uno de los expertos

Experto 1

Respuesta a pregunta 1:

Se necesita saber el número de máquinas que intervienen en el sistema, conocer las funciones y su relación con los otros elementos.

Respuesta a pregunta 2:

- Establecer cuáles son los procedimientos principales.
- Establecer un diagrama de flujo del proceso
- Especificar los procesos de cada uno de los procedimientos generales y su secuencia
- Flujograma general de puesta en marcha, encendido y apagado de todos los equipos

Experto 2

Respuesta a pregunta 1:

Se recomienda establecer una visión general del sistema de bombeo, describiendo cada uno de los equipos que conforma el sistema.

Respuesta a pregunta 2:

Luego de describir los elementos y equipos que intervienen en el sistema de bombeo es necesario:

- Elaborar un esquema general de operación normal del equipo
- Elaborar esquemas de operación específicos como el uso de equipos de emergencia o auxiliares en caso de estar en mantenimiento.
- Desarrollar el proceso de operación describiendo en forma clara y sencilla cada una de las actividades que en el intervienen.

Experto 3

Respuesta a pregunta 1:

Primero se debe de conocer bien el sistema que se va analizar y cuál es su principal objetivo de trabajo. Y se debe conocer cada uno de los equipos que forman parte del sistema de bombeo.

Respuesta a pregunta 2:

- El manual de operaciones consta de una descripción general de cada uno de los equipos y elemento mecánico del sistema de bombeo y su relación con los demás elementos.
- Luego se esquematiza la operación para que la persona que va usar el manual tenga un esquema simplificado a seguir.
- Finalmente se desarrolla el manual de operación detallando lo que se debe de hacer en cada uno de los pasos.

Experto 4

Respuesta a pregunta 1:

Para empezar a desarrollar un manual de operaciones se necesita conocer el sistema de bombeo, en este caso, y reconocer cada uno de los elementos y su función dentro del sistema.

Respuesta a pregunta 2:

Para elaborar un manual de operaciones es necesario:

- Elaborar un flujograma de actividades que intervienen en el proceso general y luego un flujograma de procesos secundarios y complementarios.
- Teniendo un esquema del proceso se escribe la actividad en forma detallada y clara para que el técnico encargado capte las instrucciones rápidamente.
- Elaborar un perfil del técnico encargado de la operación.

Etapa 2 del estudio Delphi

Luego de conseguir las respuestas de cada experto se procede a un análisis grupal en el que se ha llegado a un grupo de actividades necesarias que se deben de hacer para la elaboración de un manual de proceso. Las actividades necesarias se presentan enseguida.

En la etapa preliminar a la obtención de información se debe de saber del sistema de bombeo, los equipos, elementos mecánicos y sistemas de medición que intervienen en el sistema. Y su función dentro del sistema.

En las actividades necesarias se mencionaron las siguientes:

- Describir los elementos que intervienen en el sistema.
- Elaborar esquemas y flujogramas de cada sistema y subsistema del proceso. Flujograma general de puesta en marcha, encendido y apagado de todos los equipos.
- Describir cada una de las actividades del proceso de una forma sencilla y utilizando lenguaje técnico.
- Elaborar un perfil del técnico encargado de la operación.

A continuación, se indicarán las fallas más comunes por la mala operación de los equipos, en la Tabla 19, se puede observar un resumen del informe de mantenimiento correctivo desde el mes de enero hasta Septiembre del 2016.

Tabla 19: Informe mantenimiento mecánico correctivo 2016

MANTENIMIENTO MECÁNICO						
ITEM	S.S.	O/T No.	DESCRIPCIÓN	ESTADO	COSTO	
ENERO		PQ18710	REPARACION FUGA DE ACEITE POR INCREMENTADOR GRUPO 602	CERRADA	\$	143,85
		PQ18864	REVISION DE RODAMIENTOS DE LA BOMBA VERTICAL SUMIDERO EBB	CERRADA	\$	256,92
		PQ18877	CHEQUEO FUGA DE PRODUCTO POR SELLO EXTERIOR BOMBA GRUPO 602	CERRADA	\$	4.368,80
		PQ18014	VERIFICAR SELLO EXTERIOR BOMBA 602	CERRADA	\$	4.499,30
SUBTOTAL DE MECÁNICA:						\$ 9.268,87
FEBRERO		PQ20370	CHEQUEO FUGA DE PRODUCTO POR VÁLVULA TREN MEDICIÓN	CERRADA	\$	168,98
		PQ20269	ALTA VIBRACIÓN EN EL GRUPO ELÉCTRICO	CERRADA	\$	182,60
SUBTOTAL DE MECÁNICA:						\$ 351,58
MARZO		PQ20486	REPARACIÓN SELLO MECÁNICO INTERIOR BOMBA 603 POR FUGA DE PRODUCTO	CERRADA	\$	518,06
		PQ21145	REPARACIÓN TUERCA DE AJUSTE TRAMPA RASCADORES	CERRADA	\$	282,09
		PQ21152	REVISIÓN COMPRESOR	CERRADA	\$	95,70
		PQ21151	PASO PRODUCTO POR VÁLVULA DE DESCARGA GRUPO 0603	CERRADA	\$	479,42
SUBTOTAL DE MECÁNICA:						\$ 1.375,27
ABRIL		PQ22245	REVISAR CONSUMO DE ACEITE DE 6 A 7 GALONES DIARIOS	CERRADO	\$	18.985,64
		PQ22438	FUGA DE PRODUCTO POE SELLO INTERIOR DE LA BOMBA	CERRADO	\$	3.818,89
SUBTOTAL DE MECÁNICA:						\$ 22.804,53
MAYO		PQ23520	DESMONTAJE Y MONTAJE DE TURBO GRUPO 603	CERRADO	\$	628,47
		PQ23561	REVISAR VALVULA DE SALIDA DEL SUMIDERO	CERRADO	\$	99,35
		PQ23560	REVISION DE VALVULAS DE COMPRESOR	CERRADO	\$	1.619,28

		SUBTOTAL DE MECÁNICA:		\$ 2.347,10
JUNIO	1	PQ23553	REPARACION DE COMPRESOR 602	CERRADO \$ 32.260,42
	2	PQ25191	REPARACION DE TURBO	CERRADA \$ 1.372,61
		SUBTOTAL DE MECÁNICA:		\$ 33.633,03
JULIO	1	PQ26508	VALVULAS DE CIERRE RAPIDO DE DRENAJE AL TANQUE SISTEMA SEMIBLOQUEADAS DE 4"	CERRADA \$ 33,88
			SUBTOTAL DE MECÁNICA:	\$ 33,88
AGOSTO	1	PQ27476	REPARACIÓN FUGA AIRE POR FILTRO DE AIRE COMPRESOR 601	CERRADA \$ 182,20
	1	PQ23553	REPARACION DE COMPRESOR 602	CERRADO \$ 32.260,42
		SUBTOTAL DE MECÁNICA:		\$ 182,20
SEPTIEMBRE	1	PQ28315	ADAPTAR DRENAJE Y SOLENOIDE DE DESFOGUE COMPRESOR 601	CERRADA \$ 241,40
	2	PQ28313	REVISION DE COMPRESORES	CERRADA \$ 266,66
	3	PQ28395	REPARACION DE CHAVETERO Y MATRIMONIO DE COMPRESOR	CERRADA \$ 207,36
	4	PQ28324	CORRECCION LIQUEO DE ACEITE JUNTO FILTRO LAMINILLAS	CERRADA \$ 202,45
		SUBTOTAL DE MECÁNICA:		\$ 917,87

Fuente: Propia
Elaborado por: El Investigador

Finalmente, para el procesamiento de la información se realizará un gráfico de pastel para cuantificar en que mes se tuvo mayor gasto en reparaciones, como se indica en la Figura 40.

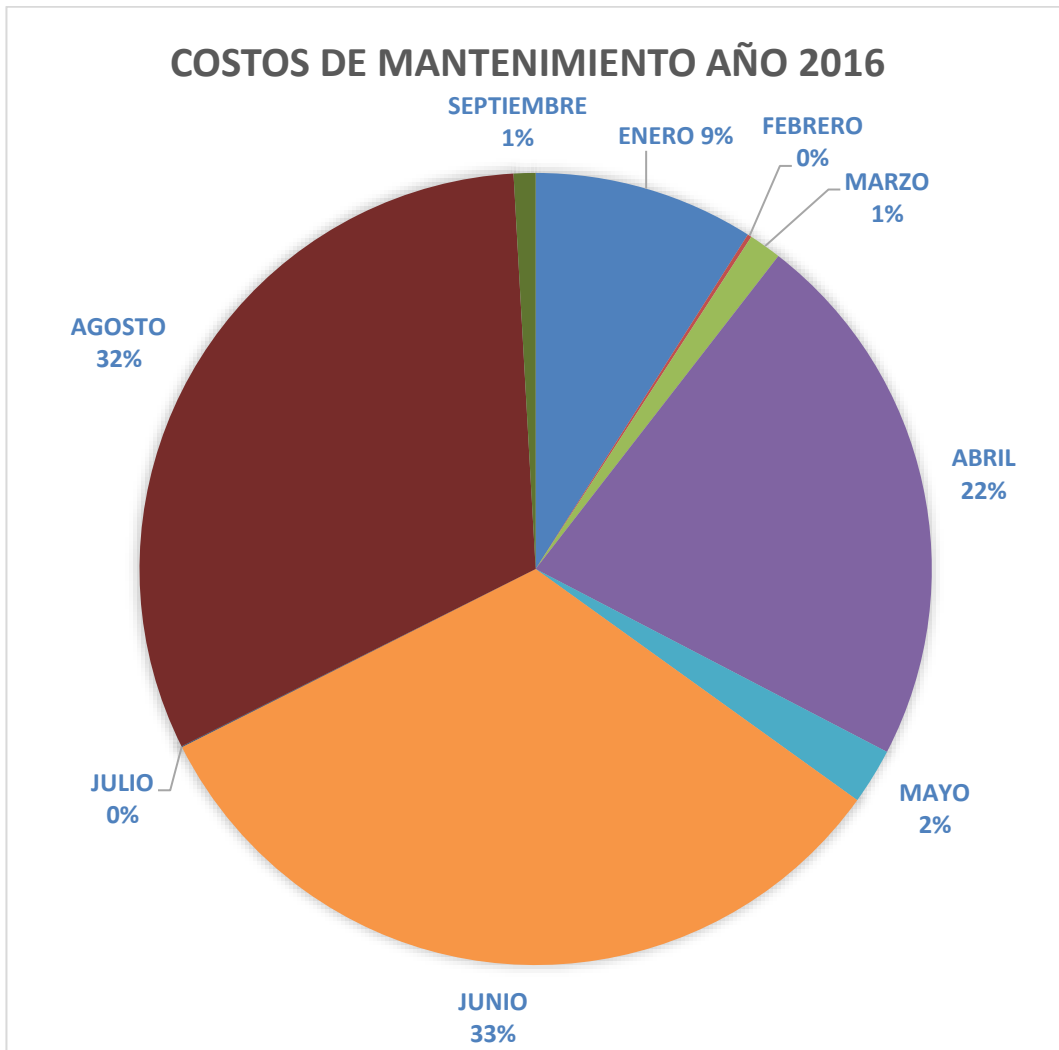


Figura 40: Grafico de pastel costos de mantenimiento correctivo

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Análisis

Para el análisis de la base de datos recolectada, una variable importante es la eficiencia de la planificación de la operación diaria, como metas operativas de poliductos del año 2016.

El objeto de nuestra investigación es determinar la incidencia de reducción de eficiencia en el proceso de transporte de productos limpios, EP-PETROECUADOR y la Gerencia de transporte planifica metas operativas, estas se ven influenciadas en el transcurso del año por los factores indicados.

- Mala interpretación de las distintas alarmas de los equipos.
- Desconocimiento de procedimientos para el arranque de las operaciones.
- Mala operación y técnica en el uso de equipos

En el año 2016 estos factores han incidido en no cumplir lo programado en el transporte de productos limpios, en la Figura 41 podemos observar el comportamiento de la eficiencia en el transcurso del año 2016.

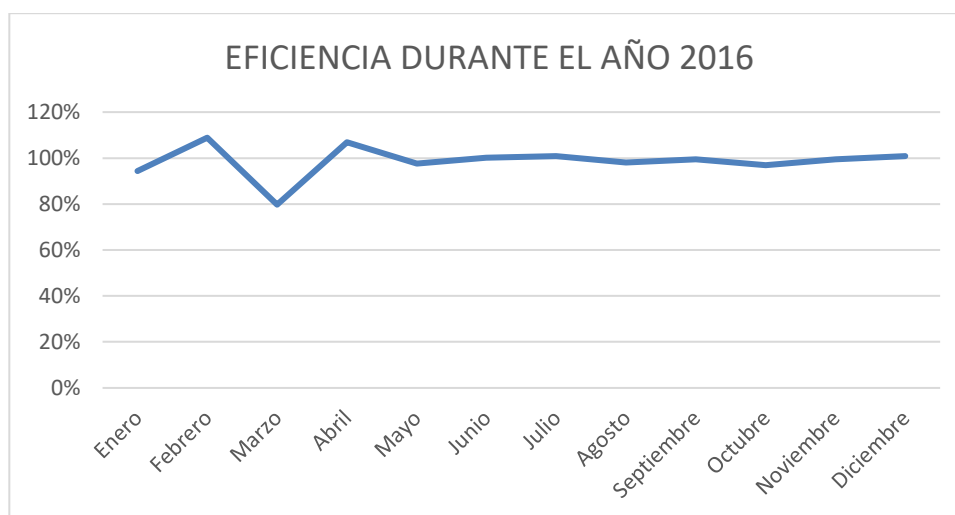


Figura 41: Eficiencia año 2016

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Y en la Figura 42, podemos observar la eficiencia de bombeo durante el día, se puede determinar que mientras se reduzca más la escala de tiempo, en la cual se realice el análisis y el procesamiento de la información, se puede determinar las incidencias que reducen la eficiencia del proceso.

El comportamiento del gráfico es muy disperso, debido a que existen paro de los grupos de bombeo por falla, uno de los principales motivos es que el operador no posee un manual de proceso de arranque establecido, cada turno tiene su forma de aplicar el procedimiento de arranque, lo cual ocasiona fallas en los equipos, y la meta diaria de cumplimiento de bombeo es llegar al 100% de lo programado, esto provoca una sobrecarga en los grupos de bombeo con las consecuencias mencionadas.

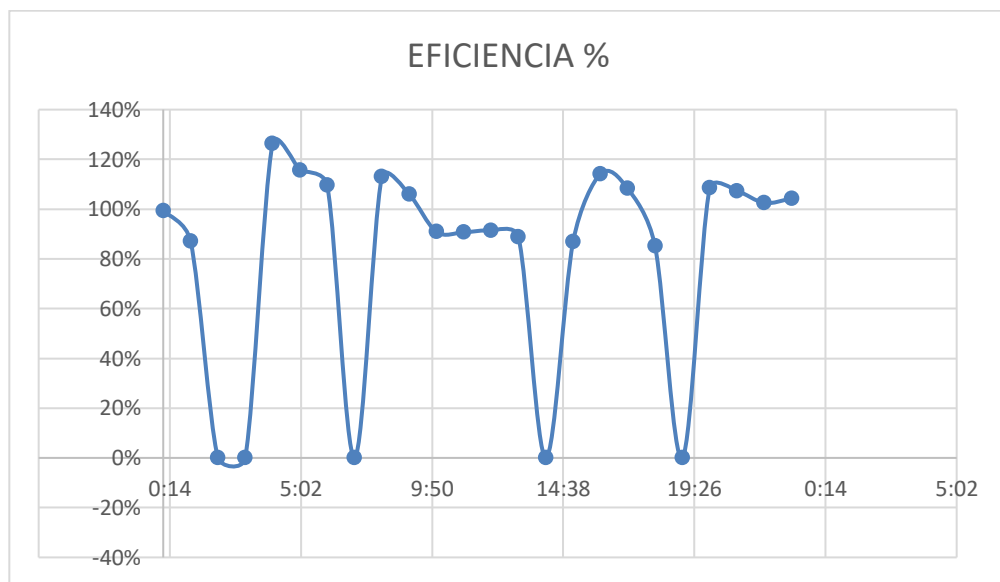


Figura 42: Eficiencia por día (1 de Marzo del 2016)

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Finalmente, se realizará un análisis de los costos que incurren en el año por mantenimiento correctivo.

En la Tabla 19 se puede observar O/T No. Este nos indica la orden de trabajo que presentan los equipos, fundamentándose en la experticia del investigador podemos analizar las siguientes fallas.

PQ 20370: Por lo general se tiene estos problemas cuando el operador olvida de abrir las válvulas, se dañan los empaques por la subida de presión a más de 200psi ya que ese tramo es ANSI 150.

PQ 20269: Por lo general se tiene alta vibración en el grupo eléctrico cuando subimos bruscamente los rpm dando lugar también a la desalineación del motor bomba, y de esta forma aumenta las vibraciones, produciéndose la falla.

Para el mes de marzo indicado en la Tabla 19, también se generó las siguientes fallas.

PQ 20486: Reparación sello mecánico por error en el proceso de arranque.

PQ 21151: Sobrepresión por olvido de apertura de válvula

PQ 21152: Daño de compresor por falta de registro y seguimiento a alarma de control, fractura de cañería de aire razón por la cual no subía la presión para que funcione el automático (presostato).

Todas las fallas mencionadas anteriormente han sucedido debido a la falta de un manual de procesos al momento de poner a punto los grupos de bombeo, también debe existir parámetros que indiquen como aumentar la presión y caudal de bombeo ya que por tratar de cumplir la tasas dirías de caudal, se puede sobrecargar los equipos y ocasionar fallas que provoque perdidas económicas para la empresa pública.

En el año 2016 solo en mantenimiento correctivo de los grupos de bombeo se gastó \$103 000 dólares americanos, esto se podría reducir con la implementación de un manual de procesos, anteriormente se indicó puntualmente las fallas debido a los malos procesos operativos.

Interpretación de datos

Inicialmente se procesó los datos obtenidos en campo para posteriormente realizar el análisis mediante tablas y gráficas.

Los datos tomados en el transporte se realizaron diariamente, se encontró en varios registros espacios vacíos o información repetida de acuerdo a los registros actualmente utilizados, esto se debe a la falta de un manual de procesos que ayude en la toma de información correcta.

La información recibida no cuenta con un formato de registros establecido y los títulos no poseen unidades de medición.

Después se procedió a realizar gráficos que indican la cantidad de caudal transportado por día se puede observar con relación a lo programado, lo ejecutado muestra un comportamiento cíclico, esto es debido a variables de operación de los equipos.

Para finalizar con el proceso del análisis por mes de transporte de productos limpios se realizó una tabla de resumen, el principal dato calculado para objeto de la investigación es la eficiencia.

Luego se procedió al análisis por mes de la misma manera, se realizarán tablas y gráficos de los barriles transportados durante el año 2016, como promedio de eficiencia se obtuvo el 98.43% esto es muy alto para la planificación echa, esto se debe a que se debe cumplir lo planificado.

Después de esto se realizó un análisis por día y se observó que la línea de tendencia de la EJECUTADO respecto a lo PROGRAMADO, tenía mayor variación, por esta razón se procedió a realizar un análisis por turnos.

En la figura 41 y figura 42 se pudo observar, que la incidencia en la eficiencia del proceso se ve determinada por los paros de los grupos de bombeo debido que cuando un grupo sale de funcionamiento, la eficiencia llega a cero por que no se ha

bombeado ningún producto, pero no se observa al tomar como muestra por meses del año, si no se observa en una escala más pequeña al tomar como escala horas de turnos de operación.

Análisis de la situación actual

La situación actual del área de operaciones en el transporte de productos limpios no posee un formato o instrucción única para aplicar los conocimientos técnicos en la operación de prearranque y arranque de los grupos de bombeo y control del proceso de almacenamiento y despacho de los combustibles, es susceptible al error en cualquiera de los pasos o durante el control, el proceso inicia sus operaciones mediante un manifold de válvulas que identifican el tanque a ser utilizado, conectado a este manifold se encuentran dos bombas booster (bombas de refuerzo) encargadas de la succión del producto de los tanques y a la vez elevar la presión necesaria para el normal funcionamiento de los grupos principales de bombeo, de las bombas booster pasa a un sistema de filtrado necesario para ingresar a un medidor másico tipo coriolis que mide la cantidad y características específicas del producto bombeado, finalmente el producto ingresa a la sala de máquinas compuesta por tres grupos integrados cada uno por un motor de combustión interna de 500 HP, un embrague, un multiplicador de velocidad y una bomba centrífuga horizontal de ocho etapas, y un grupo eléctrico integrado por un motor eléctrico de 373 KW y una bomba centrífuga horizontal de 12 etapas. Estos grupos de bombeo son los encargados del transporte del producto a través del poliducto hacia la Estación Reductora Ambato.

Es por esta razón que la operación de los equipos según un manual de procesos optimizará el mismo, y disminuirá fallas por mal manejo de equipos, que pueden terminar en accidentes, reparaciones y reemplazo de equipos muy costosos.

Verificación de hipótesis

Con la implementación de un manual de operaciones en los procesos de operación y control de la estación de bombeo el Beaterio, disminuirá las fallas y

paros de los grupos de bombeo, para con esto aumentar la eficiencia de la estación, esta hipótesis se afirma de acuerdo a los análisis realizados anteriormente y son los siguientes.

Se realizó un análisis de correlación de Pearson, tomando como variable dependiente a la eficiencia y como variable independiente a el producto bombeado ejecutado, los resultados que se obtuvieron fue que estas dos variables presentan una correlación positiva fuerte, para posteriormente verificar la causa que la eficiencia disminuya en el procedimiento, finalmente se hizo un análisis con un periodo de tiempo por turno, aquí se pudo observar que los grupos de bombeo deben ser sacados de operación por fallas y éstas en su mayoría son causadas por malos procedimientos de operación, esto se puede asegurar porque todo el proceso se encuentra automatizado con rangos de operación para garantizar el funcionamiento, y las operaciones manuales son las que inciden directamente en la fallas de los equipos.

Para verificar la hipótesis también se realizó un estudio de Delphi, esto se realizó a expertos con requisitos de experiencia y conocimiento del tema de operación y control en el arranque de los grupos de bombeo, los cual dio como resultado propuestas para la mejora del proceso y evitar fallas en los equipos por malas operaciones en el procedimiento de arranque, las recomendaciones por parte de los expertos son las siguientes.

- Describir los elementos que intervienen en el sistema.
- Elaborar esquemas y flujogramas de cada sistema y subsistema del proceso. Flujograma general de puesta en marcha, encendido y apagado de todos los equipos.
- Describir cada una de las actividades del proceso de una forma sencilla y utilizando lenguaje técnico.
- Elaborar un perfil del técnico encargado de la operación.

Conclusiones

Se analizó los procedimientos actuales para el arranque de los grupos de bombeo en la estación el beaterio, se concluyó que la eficiencia cumplió en un 98,43% de lo programado durante el año 2016, pero tomando en cuenta una escala menor de tiempo se puede visualizar en la Figura 42 que la eficiencia disminuye hasta el punto de llegar a 0, en los turnos cotidianos es donde se puede observar tendencia de bombeo muy irregulares esto se da por paros en los equipos debido a las malas operaciones indicado en la Tabla 19.

Se concluye que cuando existe alguna falla en los grupos de bombeo a diésel mientras trabajan, entra en funcionamiento un grupo a diésel en stand by, con esto aseguran que se cumpla el caudal de bombeo programado, pero causaría problemas en el futuro por sobrecarga en los equipos y mala operación en el arranque.

Se concluye que la implementación de un procedimiento en el arranque de los grupos de bombeo, disminuirá los gastos por mantenimiento correctivo en la estación y aumentará su eficiencia.

Recomendaciones

Después de haber realizado el análisis de la situación actual se recomienda proponer una solución viable rápida y de fácil aplicación, para solucionar las fallas dadas por la mala operación de los equipos en el proceso de arranque y prearranque en los grupos de bombeo.

Se recomienda la elaboración de un manual de operaciones para los procesos de operación y control en el arranque de los grupos de bombeo, que facilite la interpretación de los sistemas que controlan los equipos, pretendiendo con esto disminuir las malas operaciones, derrame de combustibles, daño de equipos, no cumplimiento de programación de envío de productos limpios y problemas en la distribución, aumentando el nivel de eficiencia de bombeo, debido a que por malas operaciones o falta de procedimientos establecidos los equipos y grupos de bombeo

fallan y como se observó en las gráficas de eficiencia Figura 42, cuando hay una falla la eficiencia llega a ser cero.

CAPÍTULO V

PROPUESTA

Título

" Elaboración de un manual de operaciones para el procedimiento de arranque de los grupos de bombeo de la estación el Beaterio "

Datos Informativos

Empresa: Base Logística Guajalo EP Petroecuador

Beneficiarios: El beneficiario principal es la empresa pública Petroecuador; debido a la mejora de los procesos en el bombeo de productos limpios.

Ubicación: Sector Guajalo, Av. Pedro Vicente Maldonado, Quito EC170146.

Tiempo: El tiempo estimado para la ejecución es de (Enero 2016-Diciembre 2016).

Equipo Técnico Responsable: Personal Operativo.

Antecedentes de la propuesta

En el análisis y procesamiento de la situación actual de la estación El Beaterio, se pudo concluir que las fallas de operación de los grupos de bombeo están correlacionados positivamente fuerte a la eficiencia de los procesos, cuando falla una operación que afecta a un grupo de bombeo entra en funcionamiento el que se encuentra en stand by, ya que el operador tiene que cumplir metas propuestas por la gerencia operativa.

En realidad la eficiencia global en el año de planificación es muy alta, esta llega al 98,43%, pero es debido a que existen grupos de bombeo que auxilian temporalmente cuando se produce alguna falla, analizando en un periodo más corto de un día, se observó que existen problemas operativos debido a que cuando ocurre algún tipo de eventualidad fuera de lo común los operadores no poseen un procedimiento para el paro de los grupos de bombeo y para el posterior arranque, como los operadores deben cumplir metas diarias en algunos casos sobre fuerzan a los equipos y afectan al funcionamiento normal de la estación.

Existen registros de mantenimientos correctivos en la estación, en donde se observó fallos que están correlacionadas directamente por el mal prearranque y arranque de los grupos de bombeo, en el año 2016 se gastó \$103 000 dólares americanos, debido al factor económico, seguridad y mejora en los procesos se propondrá un manual de operaciones que mejore los procesos de operación y control de la estación de bombeo.

Objetivos de la propuesta

General

Elaborar un manual de operaciones para el procedimiento de arranque de los grupos de bombeo de la estación el Beaterio.

Específico

- Investigar las características y especificaciones de los equipos que forman parte del proceso.
- Elaborar el procedimiento de operación y control de la estación de bombeo el Beaterio.

Justificación de la propuesta

Económico

La propuesta de un manual de operaciones disminuirá los costos ocurridos por mantenimiento correctivo en la estación, la alta dirección planifica recursos para este tipo de mantenimiento este presupuesto es limitado para cada mes, como se observa en la Figura 43, hay meses que el valor sobrepasa los \$30.000 dólares americanos y el pedido de los recursos necesarios para realizar la reparación puede durar mucho tiempo en ser aprobados, esto provoca una disminución de la eficiencia de bombeo de productos limpios en la planta.

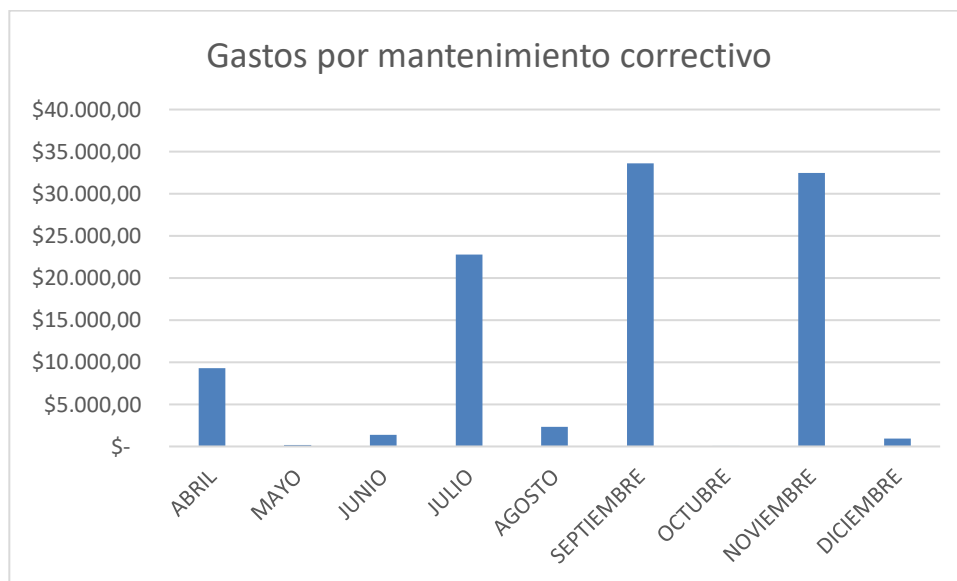


Figura 43: Gastos mantenimiento correctivo

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

La implementación de un manual de procedimientos que asegure la operación óptima de los equipos y grupos de bombeo permitirá disminuir estos costos, pudiendo tener una planificación más aproximada para eventualidades ocasionadas por fallas del equipo, aumentando su eficiencia de la estación y disminuyendo la depreciación de los mismos.

Desarrollo de la propuesta

Factibilidad

La propuesta tiene por objeto la realización de un manual de operaciones que optimice el proceso de bombeo de productos limpios de la estación el Beaterio, los problemas anteriormente analizados de la situación actual demuestran que el mal manejo de los procesos incide directamente con la eficiencia del bombeo y esto provoca pérdida de recursos humanos y financieros.

Estas fallas en operación como se observó en el capítulo 4, representan un monto cuantificable en dinero, esto representa una pérdida directa para la empresa, y como se está tratando en este caso particular de una organización que se financia con bienes públicos.

Finalmente, la propuesta es factible debido a que es la alternativa más económica, versátil y aplicable para solucionar la pérdida de recursos debido a fallas en los equipos en el proceso de arranque y prearranque en el bombeo, esto presentara mejoras inmediatas y se tendrá un documento que avale la ejecución de los operadores en el control de los elementos, máquinas y equipos.

Estudio de la ingeniería Básica

Características y especificaciones de los Equipos para bombeo.

Manifold de entrada a la estación

Este manifold se divide en dos tramos mediante una válvula de tres vías, a la izquierda un tramo de diésel con 5 válvulas con actuador y a la derecha un tramo de gasolina con 5 válvulas con actuador, a estas válvulas se las denomina MOV (válvulas operadas a motor).

Todas las válvulas y actuadores son iguales, cada ramal dispone de una válvula de seguridad, la misma que se acciona cuando sube la presión sobre los 100 psi.

Válvula

Las válvulas en general son de apertura rápida y fácil, de marca General-Twin, es de tapón macho cónico de asiento blando, requiere muy poco mantenimiento y garantizan doble seguridad de la presión.

Marca: General-Twin seal

Tipo: Macho cónico

Size: 8R

API class: 150



Figura 44: Válvula de apertura rápida.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Actuador: va acoplado al vástago de la válvula, dispone de un motor eléctrico y un sistema de engranajes, y mediante una señal desde la HMI podemos abrir o cerrar remotamente.

Marca: Limitorgue

Mx: 05-6

Motor: 1700 rpm

PH: 3

Voltaje: 460 V

Amperaje: 3 A

Run Amperaje: 1.3

Válvula de seguridad: sirve para proteger la tubería de sobrepresiones que pudieran ocurrir.



Figura 45: Válvula de seguridad

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Marca: Anderson Greenwood

Set press: 100 Psi

Size: 1/2"

Manifold Booster

Existen dos bombas de refuerzo llamadas booster, son las encargadas de incrementar la presión de 20 Psi a 80 Psi, esta es la presión necesaria para el ingreso a la succión del grupo de bombeo principal de baja, o a la succión del grupo eléctrico.

Este compuesto por el motor y bomba, válvula de tipo compuerta y actuador limitorque, enseguida se describirá las características de cada componente.

Ubicación: Manifold Booster (según ANEXO 4)

Motor

Marca: ACB

HP: 40

Voltaje: 460 vac

Amperaje: 46 amp

RPM: 3540

Class: B



Figura 46: Motor y bomba booster

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Bomba

Marca: Byron Jackson Argentina

Modelo: 4x6x8

Tipo: SJA

Caudal: $136 \frac{m^3}{h}$

RPM: 3540

Presión dif.: 4.15 Kg/cm^2

Altura: 50 m

Válvula



Figura 47: Válvula bomba booster

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Marca: Crane Steel

Size: 6

API: 150

Manifold Filtrado

Filtro separador que se encuentra después de las bombas Booster, este tiene como objetivo separar los sedimentos y agua provenientes de los tanques y por válvulas de compuestos descritos anteriormente.

Ubicación: Manifold Booster (según ANEXO 4)

Filtro

Caudal: 420 galones/minuto

Temperatura: 15-50 °C

Manifold de medición

Después del separador el producto pasa al manifold de medición compuesto por dos medidores másicos de tipo coriolis cuya información es recibida en la sala de controla través de un computador de flujo (FLOBOOS). Este medidor indica información del flujo, densidad y temperatura del producto.

Ubicación: Manifold de medición (según ANEXO 4)

Marca: Micromotion

Presión máx.: 275 Psi.

Case: 275 Psi.

Temperatura manguera: 70-125°C



Figura 48: Medidor másico tipo coriolis

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Sala de máquinas

Después del medidor másico tenemos el ingreso a los grupos principales ya sea los motores a diésel o eléctrico, esta cuenta con tres grupos diésel conectados en serie y un grupo eléctrico conectado en paralelo con los grupos de diésel.

Normalmente trabajan 2 grupos diésel, uno de baja presión y el otro de alta, el tercer grupo se mantiene en stand by, cada grupo se encarga de elevar la presión del producto bombeado.

Los grupos diésel está formado por tres partes: Motor diésel de combustión interna, multiplicador y bomba. Entre el motor y el multiplicador se encuentra el embrague, el mismo que acopla el motor a la bomba, una vez que el motor a motor a alcanzado la temperatura de trabajo 85°C.

El motor diésel de combustión interna, cuenta con 2 tanques de almacenamiento de diésel y un tanque elevado para consumo diario, para el control de revoluciones, cuenta con un controlador de velocidad que recibe una señal desde el cuarto de control de 4 a 20 (mA), cuenta con sensores de velocidad, temperatura de agua y

aceite, así como también de termocuplas encargadas de la medición de temperatura en cada parte del motor para su control.

Marca: MAN

Potencia: 500 HP

Velocidad: 1500 rpm

Cilindro: R8V 16/18 TLS

Año de fabricación: 1990



Figura 49: Grupos de bombeo de diésel.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Válvula neumática

Estos motores diésel arrancan mediante un Sistema neumático construido por un distribuidor de aire comprimido y válvulas de arranque dispuestos en los cilindros, se dispone de una válvula neumática para el arranque de los grupos.

Ubicación: Manifold Booster (según ANEXO 4)

Marca: FISHER

Size: 1”



Figura 50: Válvula neumática .

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Multiplicador

Para poder elevar la presión de la bomba debe girar a más de 3000 rpm, esto lo hace el multiplicador el cual permite incrementar la velocidad en un factor de 2,4, este multiplicador trabaja mediante un juego de engranajes, cuenta con sensores de temperatura y presión para el control.



Figura 51: Multiplicador.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador



Figura 52: Multiplicador internamente.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Bomba

En el extremo del motor se encuentra la bomba centrífuga encargada de elevar la presión de salida a 1200 psi o 600 psi dependiendo si es de alta o de baja.



Figura 53: Bomba centrífuga.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Marca: Byron Jackson

DWMX: 6x4x8 5 etapas

Peso: 1070 Kg

Flujo: 600 galones/minuto

Presión pie: 2300 FY

Velocidad de giro: 3774 rpm

Grupo eléctrico

El grupo eléctrico recibe la presión de la bomba booster y eleva directamente a la presión de descarga sin necesidad de otro grupo de bombeo. Mediante una rampa de velocidad que proporciona el variador automáticamente, sube los rpm hasta 2400 logrando una presión uniforme de 1000 Psi, presión necesaria para vencer la cordillera del Cotopaxi, el operador mediante el HMI puede variar la velocidad hasta un máximo de 3600rpm dependiendo del caudal que se desea bombear, teniendo muy en cuenta la presión de descarga, 1300 psi. Máximo.



Figura 54: Grupo de bombeo eléctrico.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Ubicación: Grupo de bombeo eléctrico (según ANEXO 4)

Motor



Figura 55: Motor eléctrico.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Marca: ABB trifásico H3GP355MLA233

Tipo de combustible: Extra II T3

Año: 2007

Voltaje: 480 V

Potencia: 450KW

Velocidad: 3600 RPM

Corriente: 635 Amp.

Bomba

Marca: GOULD

Velocidad: 3600 RPM

Tipo: 3x6x10

Caudal: 350 galones/min.



Figura 56: Bomba del grupo de bombeo eléctrico.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Sala de compresores

Se dispone de dos compresores necesarios para el arranque de los grupos, este se encuentra compuesto por un motor eléctrico y el compresor que es de dos etapas de compresión y refrigeración intermedio, el aire es acumulado en un sistema de 4 botellones a una presión de 400 psi.

Ubicación: Sala de compresores (según ANEXO 4)

Motor

Marca: LOHER

Potencia: 8.7 KW

Voltaje: 460 V

Amperaje: 15.5 A

Hz: 60

Velocidad: 1750 rpm



Figura 57: Compresores.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Compresor

Marca: JP. SABER & SON

Presión: Nominal 440 psi

Caudal: $38 \frac{m^3}{h}$

Velocidad: 1750 rpm

Tipo de regulación: intermitente



Figura 58: Tanques de almacenamiento de aire.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Instrumentos de medición de presión

En toda la estación se dispone de transmisores de presión e indicadores de presión los mismos que sirven para controlar el proceso, desde el manifold de entrada hasta la descarga de la estación.

Ubicación: Estación de bombeo el beaterio (según ANEXO 4)

Marca: POSEMOUNT

Max. Presión: 2000 psi

Supply: 10.5-55 UPC

Out put: 4-20 mA

CAL: 0-800 psi



Figura 59: Instrumento de medición.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Concepción técnica

Manuales

Procedimientos

Para la elección de los procedimientos se tomarán las siguientes referencias.

- Proceso con impacto en la calidad del proceso
- Procesos complejos de realizar
- Procesos críticos

En la estación el Beaterio para la solución en fallas y la baja de eficiencia en el bombeo de productos, se propone realizar los procedimientos de los siguientes procesos.

1. PROCEDIMIENTOS GENERALES

- Alineación de válvulas
- Procedimiento para inicio de bombeo

2. PREARRANQUE

- Alineación de válvulas
- Requisitos para arranque de unidad de bombeo eléctrico
- Requisitos para arranques de unidades de bombeo a diésel

3. ARRANQUE

- Grupos de bombeo de diésel
- Grupo de bombeo eléctrico

4. PARADA NORMAL

- Grupos de bombeo de diésel
- Grupo de bombeo eléctrico

5. PARADA EMERGENCIA

6. HISTÓRICOS DE ALARMAS

Después, de haber definido los procedimientos que irán incluidos en el manual de operaciones, el investigador se guiará en una metodología la cual consta de los siguientes pasos.

Planeación de estudio

Para la planificación de las acciones pertinentes se realizará una lista de actividades y se analizará mediante un diagrama de Gantt.

Tabla 20: Actividades

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	# Tarea
Elección de procedimientos	2 días	lun 26/12/16	mar 27/12/16		1
Planeación del estudio	2 días	mié 28/12/16	jue 29/12/16	1	2
Recopilación de datos	10 días	vie 30/12/16	jue 12/1/17	2	3
Análisis de la información	5 días	vie 13/1/17	jue 19/1/17	3	4
Registro de la información	8 días	vie 13/1/17	mar 24/1/17	3	5
Validación de la información recopilada	5 días	mié 25/1/17	mar 31/1/17	5;4	6
Revisión y actualización	3 días	mié 1/2/17	vie 3/2/17	6	7

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Para identificar la ruta crítica de la planificación se utilizará, un Diagrama de Gantt de seguimiento en este también se puede determinar la holgura del proceso.

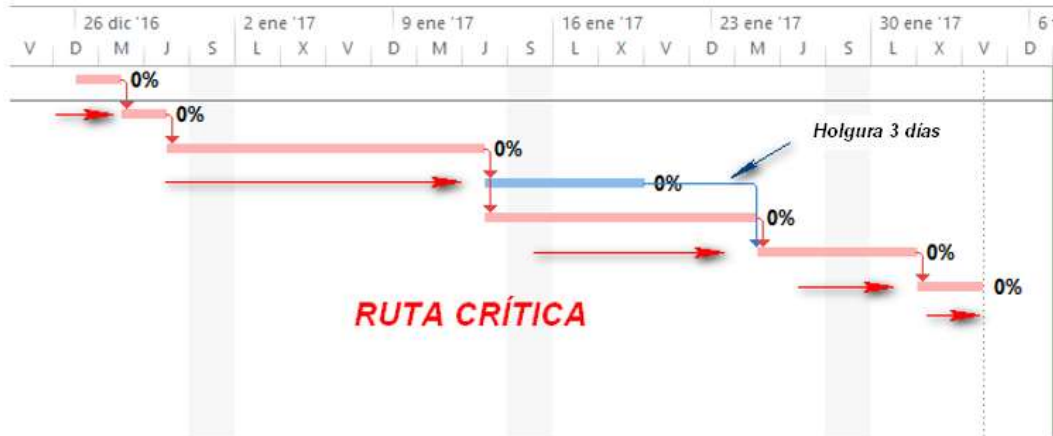


Figura 60: Diagrama de Gantt de seguimiento.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Como se puede observar en la Tabla 20 y en la Figura 60, todas las tareas se encuentran en serie a excepción de la tarea número 4 y 5, que se la realizan de forma paralela, y tienen una diferencia de duración de 3 días, es por esta razón que en toda la planificación existe una holgura de 3 días laborables.

Recolección de datos

En esta etapa se recolectará toda la información necesaria para la realización del manual de operaciones, obteniendo evidencia real de la realización de la planificación.

Para conocer el funcionamiento de la estación el beaterio se realizó una visita, en el cual se tomaron fotografías que fueron registradas de manera digital, de los equipos y operadores encargados del control de los grupos de bombeo, esto nos ayudara en la organización, ejecución, supervisión y control, para así poder medir en el futuro las mejoras propuestas.

Para objeto de nuestra investigación utilizamos: investigación documental que basándonos en documentos, registros y datos tomados de las mejoras que se ha realizado en la estación, obtener información necesaria para levantar el manual de operaciones.

Finalmente, también se utilizó la metodología de investigación en campo que mediante la observación se pudo realizar un layout sencillo donde se muestra la información de los equipos y su ubicación de una manera general.

Análisis de la información

En esta etapa el investigador analiza y resume toda la información recabada, esta información debe ser relevante, precisa y representativa, debido a que servirá para la realización del manual y los procesos.

Registro de la información

En esta etapa se procederá a registrar los procesos y se emplearan dos herramientas.

- Descripción de procedimientos
- Diagramas de flujos
- Perfil de involucrados

Descripción de procedimientos

PROCEDIMIENTOS GENERALES

Alineación de válvulas

Antes de poner en marcha cualquiera de las unidades de bombeo de la estación, se debe abrir manualmente la válvula del pie de tanque, del producto que se desea bombear, acto seguido se realizaran los siguientes pasos.

- a) Verificar que la válvula de tres vías del manifold de entrada, este alineada en la dirección del producto que se desea bombear diésel o gasolina.
- b) Verificar que la válvula de entrada al ramal seleccionado diésel o gasolina este 100 % abierta y las demás válvulas se encuentren totalmente cerradas para evitar posibles contaminaciones.

Procedimiento para inicio de bombeo

Para el inicio del procedimiento de bombeo se debe realizar un check list de los siguientes registros y comprobar los siguientes requerimientos.

- a) Programar tanque y producto a bombear
- b) Verificar Certificado de calidad
- c) Verificar Aforo de Tanque a bombear
- d) Verificar Alineación de válvula de pie de tanque
- e) Verificar Alineación de válvula de Manifold
- f) Verificar condiciones de los grupos diésel:
 - 1. Temperatura de agua (40°C)
 - 2. Nivel de aceite del motor
 - 3. Nivel de agua en el radiador
 - 4. Nivel de combustible en el tanque
 - 5. Válvulas de paso de aire para el arranque (se encuentren abiertas)
 - 6. Válvulas de recirculación de agua y aceite (para la refrigeración del motor)
 - 7. Conector para regulación de la velocidad se encuentre debidamente conectado.
- g) Verificar funcionamiento de los compresores para el arranque de los grupos (presión de aire en los botellones 400 psi).
- h) Verificar presión de las bombas de los grupos principales, que estén sobre los 30 psi (no pueden estar sin producto, caso contrario cebarlas).
- i) Verificar apertura de las válvulas de succión y descarga de los grupos principales (diésel).

- j) Arrancar bomba booster
- k) Verificar que la presión sea mayor a 60 psi en succión de grupo de baja.
- l) Arrancar los grupos de bombeo hasta relanti 800rpm, por el lapso de 10 minutos antes de entrar con carga.
- m) Verificar presión de aceite del motor en los siguientes puntos
 - 1. Aceite motor, 60 psi
 - 2. Turbo, 30 psi
- n) Pasado los 10 minutos, accionar palanca de embrague para entrar con carga.
- o) Subir secuencialmente las revoluciones, primero en el grupo de baja y luego en el grupo de alta, en un rango de 10 rpm, hasta alcanzar los 1200 rpm. (no mover durante 5 min.)
- p) Verificar si existen fugas de agua o aceite en los grupos de bombeo.
- q) Verificar presión de descarga al grupo de baja, succión del grupo de alta y presión de descarga del grupo de alta

Luego de haber verificado los primeros requerimientos se procede a operaciones.

PRE ARRANQUE

1. Alineación de válvulas

Antes de poner en marcha cualquiera de las unidades de bombeo de la estación se debe abrir manualmente al 100% la válvula de pie del tanque del cual se desea realizar el despacho y verificar localmente que la válvula del manifold, la válvula de succión de la bomba booster y todas las válvulas manuales que no forman parte del sistema automático se encuentra abierta al 100%

Se abrirá al 100% la válvula de manifold correspondiente al tanque del cual se desea realizar el despacho, además colocar en la posición deseada a la válvula de tres vías y abrir la válvula correspondiente a la succión de la bomba booster que va a trabajar.

2. Requisitos para arranque de unidad de bombeo eléctrico

Si se ha seleccionado la unidad de bombeo eléctrico se debe verificar que el variador de velocidad este prendido, en modo remoto e indicando que la velocidad de inicio se encuentre en 2400 rpm, caso contrario notificar al personal de mantenimiento o arrancar con los grupos diésel.

Para evitar la corrosión interna de la tubería del poliducto existe un motor de inhibición el cual inyecta un químico, a la tubería. El arranque de este motor queda a disposición del personal de operaciones, debiendo verificar la existencia del químico para poder inyectarlo en la tubería.

3. Requisitos para arranques de unidades de bombeo a diésel

Se debe verificar las siguientes condiciones necesarias para el arranque de los grupos de bombeo.

a) Bomba de refrigeración aceite

Existe una bomba de refrigeración de aceite para los tres grupos de bombeo a diésel existentes.

Esta bomba arranca automáticamente 10 segundos después, en que arranca el grupo de bombeo de baja presión con el fin de establecer la refrigeración de aceite necesaria para las unidades que van a operar, siendo este motor un permisivo para el funcionamiento de los grupos diésel, ya que, si no funciona los grupos de bombeo diésel, se apagan por la subida brusca de temperatura en el aceite.

b) Bombas de pre-lubricación

Para establecer la lubricación necesaria existe una bomba de pre-lubricación para cada grupo de bombeo (3 bombas).

Estas bombas se encienden automáticamente por 10 minutos cada hora mientras el grupo se encuentra apagado, de esa forma los grupos se encuentran lubricados listos para el arranque.

c) Resistencias de pre-calentamiento de agua

Para el arranque adecuado de los grupos de bombeo la temperatura de agua debe ser de 40°C, por tal motivo existe resistencia de precalentamiento de agua en el interior del motor de combustión interna, sin estas resistencias el arranque se dificulta por encontrarse el motor frío.

Estas resistencias funcionan automáticamente cuando el motor se encuentra apagado. Las resistencias se encenderán cuando las unidades se apaguen.

d) Bujías de arranque

Para permitir la combustión en el arranque existen 8 bujías de precalentamiento una por cada culata en cada grupo de bombeo.

Estas bujías se conectan automáticamente por 50 segundos antes de arrancar el grupo y permanecen conectadas por 10 segundos más luego del arranque, de esa manera la mezcla aire/combustible, combustiona eficientemente.

e) Motor de inhibición de corrosión

Para evitar la corrosión interna de la tubería del poliducto existe un motor de inhibición el cual inyecta un químico a la tubería. El arranque de este motor queda a disposición del personal de operaciones, debiendo verificar la existencia del químico para poder inyectarlo a la tubería.

ARRANQUE

Esta fase tiene como objeto realizar el arranque propiamente dicho de las unidades seleccionadas para el bombeo del producto escogido, una vez completadas todas las tareas descritas en la fase de pre arranque.

Grupos de bombeo de diésel

Si se han seleccionado dos grupos de bombeo a diésel, los pasos necesarios para el arranque son los siguientes realizados por el operador.

- a) Arrancar los grupos diésel de bombeo de manera local o remotamente, localmente desde una botonera situada en el grupo o remotamente desde la sala de operaciones mediante el HMI.
- b) Accionar la válvula neumática de paso de aire para el arranque del motor, el tiempo que permanece abierta esta válvula, es hasta que el motor alcance 800 rpm, mantener la velocidad de relanti por el lapso de 10 minutos, tiempo de calentamiento del motor.
- c) Verificar la apertura de la válvula de succión y descarga de los grupos de bombeo de baja y de alta al 100%.
- d) Arrancar la bomba booster y verificar que exista una presión mínima de entrada de 60 PSI, si la presión no es suficiente los grupos no arrancaran.
- e) Controlar las revoluciones desde la sala de operaciones, mediante el interfaz HMI, donde se debe ir subiendo paulatinamente las revoluciones, primeramente se sube los rpm del grupo de baja y luego del grupo de alta, debido a que, de esa manera, el grupo de baja está entregando producto al grupo de alta, caso contrario el grupo de alta succionaría al producto grupo de baja, existiendo el peligro de que se quede sin producto el grupo de baja y genere daños a las bombas.

Es recomendable que la subida de rpm, se debe realizar con un máximo de 10 rpm para no forzar a los grupos de bombeo.

- f) Se controla las revoluciones del motor del grupo de bombeo de baja presión manualmente, la velocidad del motor se muestra en la pantalla de operación.

Para la comprobación de los parámetros de funcionamiento del “Grupo Diésel” y operación mediante el sistema HMI, se realizará los siguientes pasos para el

control de forma remota, como ejemplo se indicará la operación de un grupo de bombeo diésel.

En la pantalla principal, hacer click en “Estación de bombeo Beaterio”



Figura 61: Pantalla de inicio HMI

Fuente: EP Petroecuador

A continuación, seleccionar “Grupos diésel”

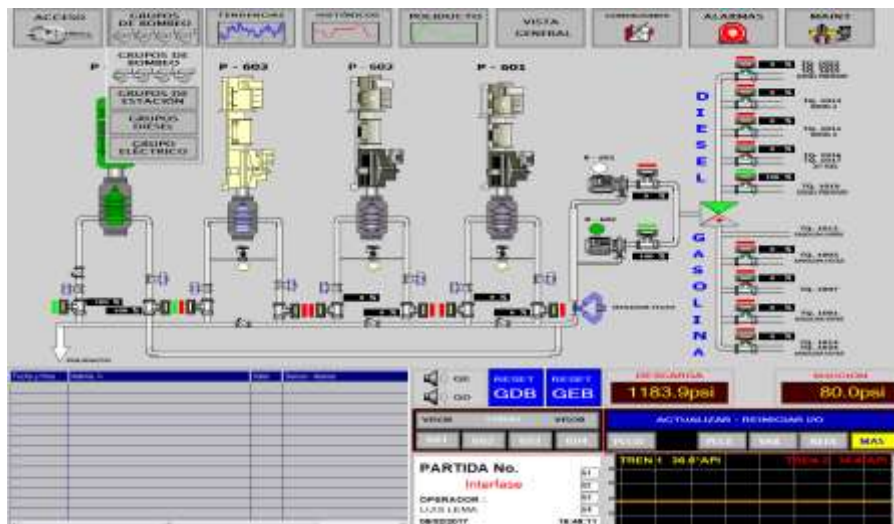


Figura 62: Escoger grupo diésel

Fuente: EP Petroecuador

Se despliega la siguiente pantalla donde aparecen los tres grupos diésel y el grupo eléctrico

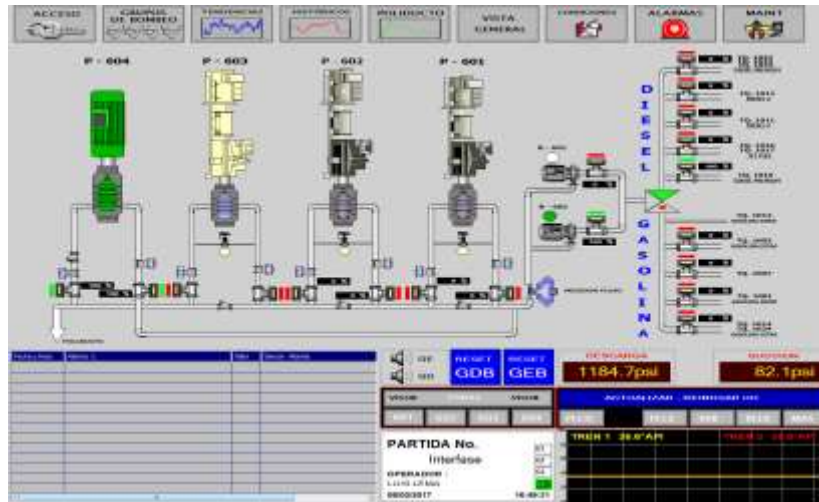


Figura 63: Vista general grupos diésel

Fuente: EP Petroecuador

Al seleccionar los grupos diésel, podemos escoger los grupos 601 y 602, siendo el 601 de baja y el 602 de alta, permaneciendo el grupo 603 en stand by o podemos escoger los grupos 601 y 603, siendo el 601 de baja y el 603 de alta, permaneciendo el 602 en stand by, o podemos escoger los grupos 602 y 603, siendo el 602 de baja y el 603 de alta, permaneciendo el 601 en stand by.



Figura 64: Vista grupo diésel G-602

Fuente: EP Petroecuador

Aparece la ventana de arranque de motor y control de velocidad, en esta se puede visualizar la velocidad de cada unidad, para interpretar el estado cada elemento o equipo en general se indica en la **Figura** la descripción de cada color.








COLOR		DESCRIPCIÓN
Verde		Activado o en funcionamiento
Rojo		Desactivado (botones), válvulas cerradas, alarma sin reconocer
Amarillo		Proceso de apertura o cierre de válvulas, pre alarma sin reconocer
Gris		Dispositivo Apagado
Blanco		Alarma o pre alarma reconocida
Azul		Botones de reinicio de variables
Rojo, Amarillo		Dispositivo con Alarma Activada

Figura 65: Descripción de colores

Fuente: EP Petroecuador

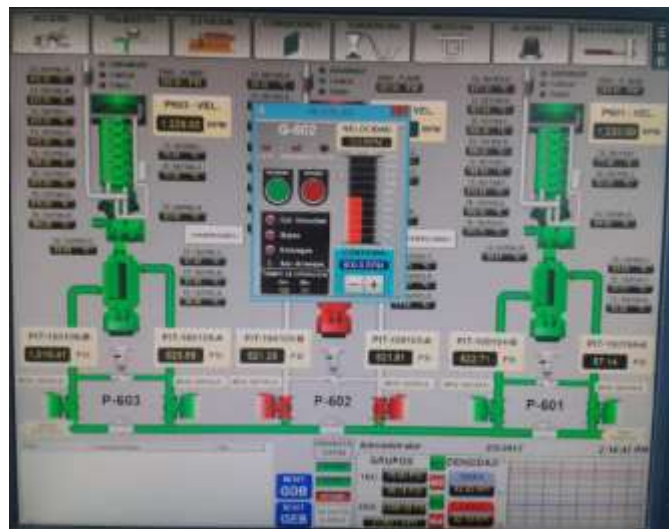


Figura 66: Vista arranque de motor y control de velocidad

Fuente: EP Petroecuador

A continuación, se procederá a abrir las válvulas de succión y descarga de los grupos escogidos de alta y de baja.

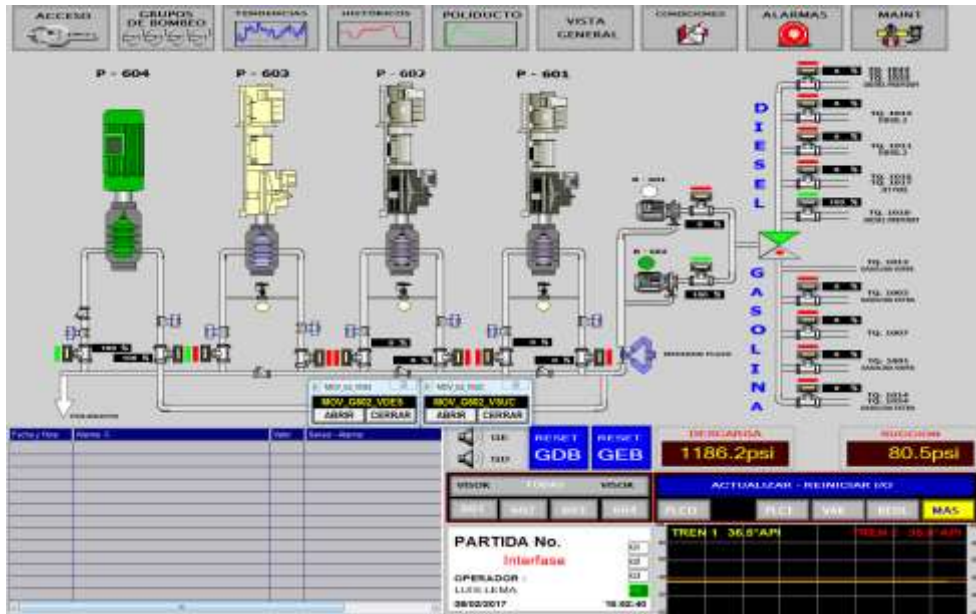


Figura 67: Apertura de válvulas de succión y descarga remota

Fuente: EP Petroecuador

Alineación de la válvula de tres vías dependiendo del producto a bombear diésel o gasolina

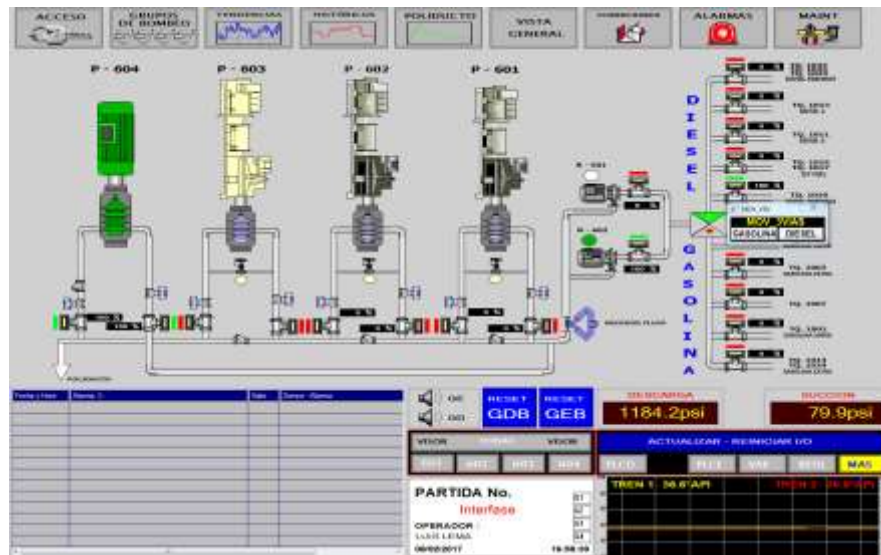


Figura 68: Alineación de la válvula tres vías de manera remota

Fuente: EP Petroecuador

Seguidamente, alineamos válvula del manifold de ingreso del producto escogido diésel o gasolina.

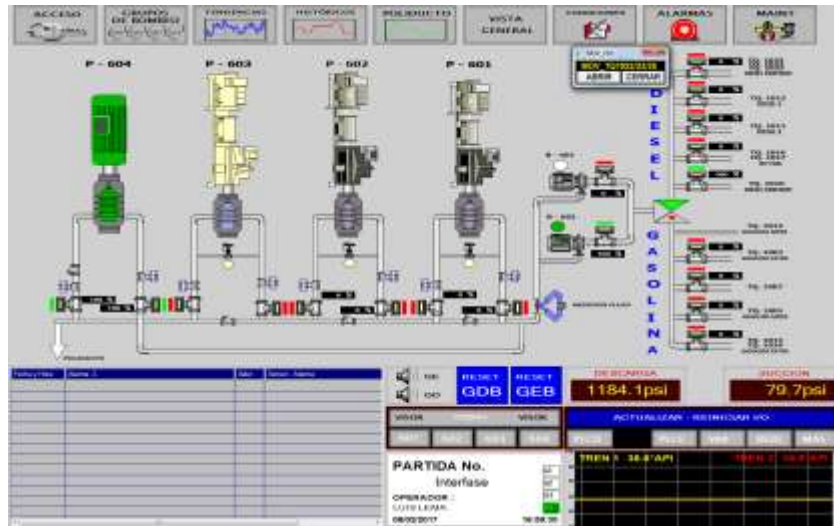


Figura 69: Alineación de la válvula manifold de manera remota

Fuente: EP Petroecuador

Una vez alineados las válvulas del manifold, se procede a abrir la válvula de succión de bomba booster.

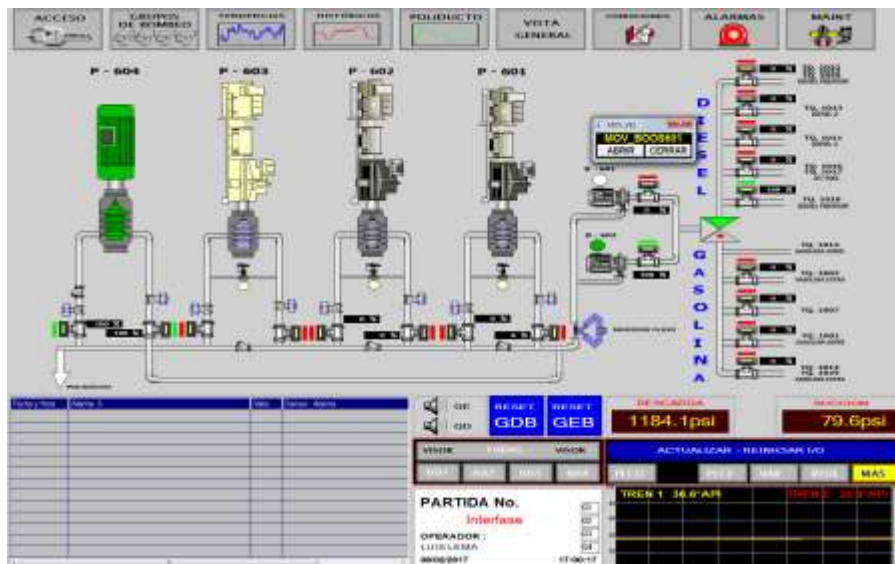


Figura 70: Apertura de la válvula de succión de bomba booster de manera remota

Fuente: EP Petroecuador

Enseguida, arrancamos bomba booster.

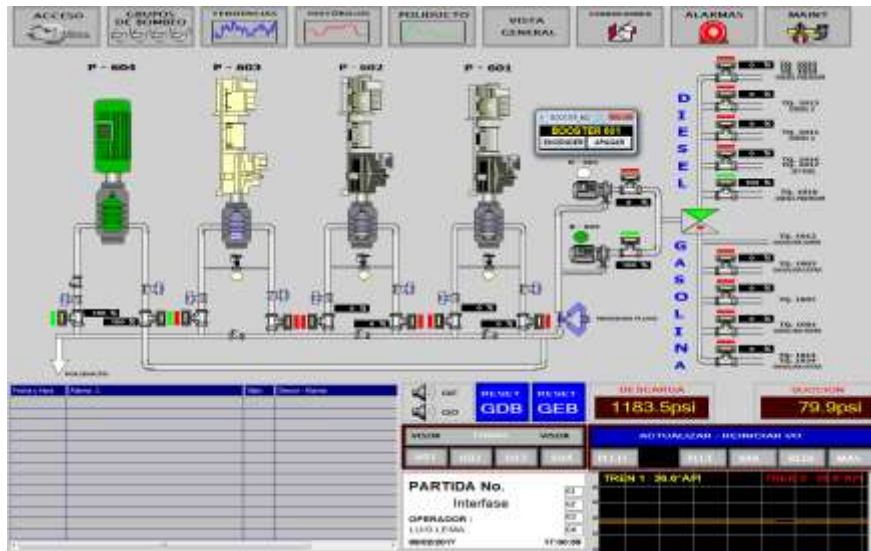


Figura 71: Arranque de bomba booster de manera remota

Fuente: EP Petroecuador

Una vez realizado este proceso embragamos los grupos principales, de manera manual y desde HMI subimos paulatinamente las revoluciones.



Figura 72: desembragado de grupos principales

Fuente: EP Petroecuador



Figura 73: Embragado de grupos principales

Fuente: EP Petroecuador

Ya en funcionamiento normal de los grupos principales de bombeo, se debe tomar muy en cuenta las condiciones de funcionamiento de cada grupo para una correcta operación.

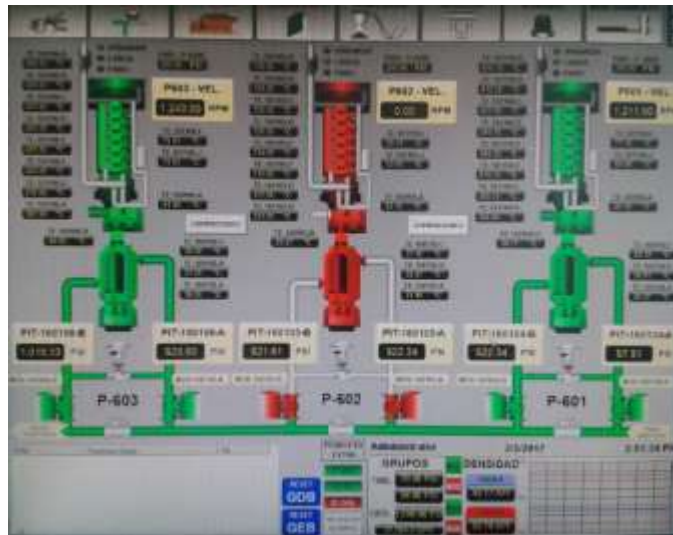


Figura 74: Indicadores del grupo de bombeo a diésel

Fuente: EP Petroecuador

Los siguientes indicadores están sobre cada uno de los grupos de bombeo.

- Velocidad
- Temperatura termocuplas (gases de descarga)
- Temperatura agua de enfriamiento del Motor
- Temperatura aceite Motor
- Temperatura Cojinete Anterior multiplicador
- Temperatura Cojinete Posterior multiplicador
- Temperatura Cojinete Posterior Bomba
- Temperatura Cojinete Empuje Bomba
- Temperatura carcasa bomba
- Temperatura Cojinete Anterior Bomba
- Temperatura Cojinete Posterior Bomba
- Temperatura Cojinete Empuje Bomba
- Presión de succión
- Presión en la Descarga

En la Figura 75, se puede observar los parámetros que se encuentra establecidos en cada una de las variables de operación, también se puede observar las alarmas que tienen el siguiente significado.

- Hi: Prealarma
- Hi Hi: alarma donde se apaga el grupo

Y para las presiones del grupo de bombeo existen alarma Lo Lo, para el límite bajo, la cual produce la salida de operación del grupo de bombeo.



Figura 75: Condiciones grupos de bombeo diésel

Fuente: EP Petroecuador

A continuación, cada hora el operador toma datos de las variables del grupo de bombeo en funcionamiento, mediante el interfaz de control HMI, y comprueba los valores en campo mediante los registros indicados en el Anexo 2 y 3.

Para la comprobación de los parámetros de funcionamiento se puede realizar de manera remota, pero para casos singulares se puede observar de forma manual como se indica en las siguientes figuras.

Presión de succión



Figura 76: Presión de succión

Fuente: EP Petroecuador

Presión de descarga



Figura 77: Presión de descarga

Fuente: EP Petroecuador

Temperatura de entrada de aceite al multiplicador



Figura 78: Temperatura de entrada de aceite al multiplicador

Fuente: EP Petroecuador

Temperatura de salida de aceite al multiplicador



Figura 79: Temperatura de salida de aceite al multiplicador

Fuente: EP Petroecuador

Temperatura de entrada y salida de aceite al motor



Figura 80: Temperatura de entrada de aceite al motor

Fuente: EP Petroecuador

Presión de aceite del motor



Figura 81: Temperatura de entrada de aceite al motor

Fuente: EP Petroecuador

Temperatura del agua del motor



Figura 82: Temperatura del agua del motor

Fuente: EP Petroecuador

Temperatura de admisión del motor



Figura 83: Temperatura de admisión del motor

Fuente: EP Petroecuador

Temperatura de cabezotes

Presión de aceite turbo



Figura 84: Presión de aceite turbo

Fuente: EP Petroecuador

La observación de los parámetros de funcionamiento en la estación de bombeo el beaterio deberá estar entre los siguientes rangos para verificar su funcionamiento normal.

- Presión en la succión, con un límite bajo en 30 PSI, y alto en 13000 PSI.
- Presión en la descarga con un límite bajo en 30 PSI y alto en 1300 PSI.
- Vibración Excesiva
- Velocidad de Bombeo Grupo de bombeo Diésel X. Velocidad de referencia a la que deseamos que operen los grupos con un límite de 1300 RPM.
- Temperatura Gases de descarga – Culeta 1, con un límite alto de 600 °C y un alto – alto de 650 |C
- Temperatura Gases de descarga – Culeta 2 con un límite alto de 600 |C y un alto – alto de 650 |C
- Temperatura de Gases de descarga – Culeta 3, con un límite alto de 600° y un alto – alto de 650 °C
- Temperatura de Gases de descarga – Culeta 4, con un límite alto de 600° y un alto – alto de 650 °C
- Temperatura de Gases de descarga – Culeta 5, con un límite alto de 600° y un alto – alto de 650 °C
- Temperatura de Gases de descarga – Culeta 6, con un límite alto de 600° y un alto – alto de 650 °C
- Temperatura de Gases de descarga – Culeta 7, con un límite alto de 600° y un alto – alto de 650 °C
- Temperatura de Gases de descarga – Culeta 8, con un límite alto de 600° y un alto – alto de 650 °C
- Temperatura agua de enfriamiento del Motor, con un límite alto de 85 °C y un alto – alto de 90 °C.
- Temperatura aceite del Motor, con un límite alto de 85 °C y un alto – alto de 90 °C.
- Temperatura Multiplicador B.V., con un límite alto de 55 °C y un alto – alto de 60 °C.

- Temperatura multiplicador A.V., con un límite alto de 55 °C y un alto – alto de 60 °C.
- Temperatura Cojinete Anterior Bomba, con un límite alto de 55 °C y un alto – alto de 60 °C.
- Temperatura Cojinete Posterior Bomba, con un límite alto de 55 °C y un alto – alto de 60 °C.
- Temperatura Cojinete empuje Bomba, con un límite alto de 55 °C y un alto – alto de 60 °C.

Los límites de alarma podrán ser modificados por el personal, siendo responsabilidad de ellos si se ingresan valores no apropiados.

Para el arranque de los grupos de bombeo se tendrán en cuenta los siguientes parámetros, en caso de inconvenientes.

- Si la velocidad del motor del grupo de bombeo de baja presión no alcanza la velocidad de relanti de 800 rpm se para el motor y se genera una falta de encendido. FALLA_GBD_01
- Se puede realizar un máximo de 3 pre-arranque continuos por una falla de encendido luego de lo cual se bloquea el arranque para que el operador cheque si existe algún problema mecánico con la bomba antes de realizar otro arranque. Este nuevo intento de arranque se podrá hacer luego de presionar el pulsante RESETEAR GBDxx, debiendo antes de resetear chequear todas las condiciones y analizar el por qué el motor no ha arrancado en los intentos anteriores.



Figura 85: Reset grupos de bombeo

Fuente: EP Petroecuador

Finalmente se realizará un registro cada 2 horas del estado de los grupos de bombeo a diésel en el formato indicado en el anexo 2.

Grupo de bombeo eléctrico

Para comenzar con la puesta en línea del grupo de bombeo eléctrico, primero se debe verificar las condiciones del variador, que se encuentre en modo remoto como se indica en la Figura 86 y con la velocidad de inicio hasta 240 rpm, este grupo de bombeo se puede arrancar de manera remota, y para esto se indicara el siguiente procedimiento.



Figura 86: Centro de control de variador de velocidad

Fuente: EP Petroecuador

Los pasos necesarios para el arranque del grupo de bombeo eléctrico son los siguientes.

- a) Primero, se ubica la pantalla principal indicada en la Figura 61, y hacer click en grupos de bombeo y se selecciona grupo eléctrico.

Se despliega la pantalla para realizar el control de bombeo del sistema eléctrico conformado por el variador de velocidad ABB, el motor eléctrico y la bomba.



Figura 87: Variador de velocidad ABB

Fuente: EP Petroecuador

Esta pantalla está compuesta por los parámetros de operación y los parámetros de funcionamiento del motor eléctrico.

Podemos observar la apertura de las válvulas de succión y descarga. La presión de succión y la presión de descarga.

- b) Ingresar la velocidad de operación del motor desde el interfaz HMI. Y se podrá observar la velocidad de operación del grupo eléctrico

En esta pantalla se despliegan todos los parámetros de operación con su unidad y los límites de alarmas. Tenemos que tener en cuenta que estos límites no podrán ser cambiados.

- Presión en la succión, los límites de alarmas bajo – bajo en 45 psi. alto – alto en 130 psi
- Presión en la descarga, los límites de alarmas bajo – bajo en 45 psi. alto – alto en 1300 psi
- Temperatura cojinete de empuje bomba, los límites de alarmas alto en 75 °C. alto – alto en 80 °C
- Temperatura cojinete anterior bomba, los límites de alarmas alto en 75 °C. alto – alto en 80 °C
- Temperatura carcasa bomba, los límites de alarmas alto en 40 °C. alto – alto en 50 °C
- Temperatura cojinete posterior bomba, los límites de alarmas alto °C. alto – alto en °C.

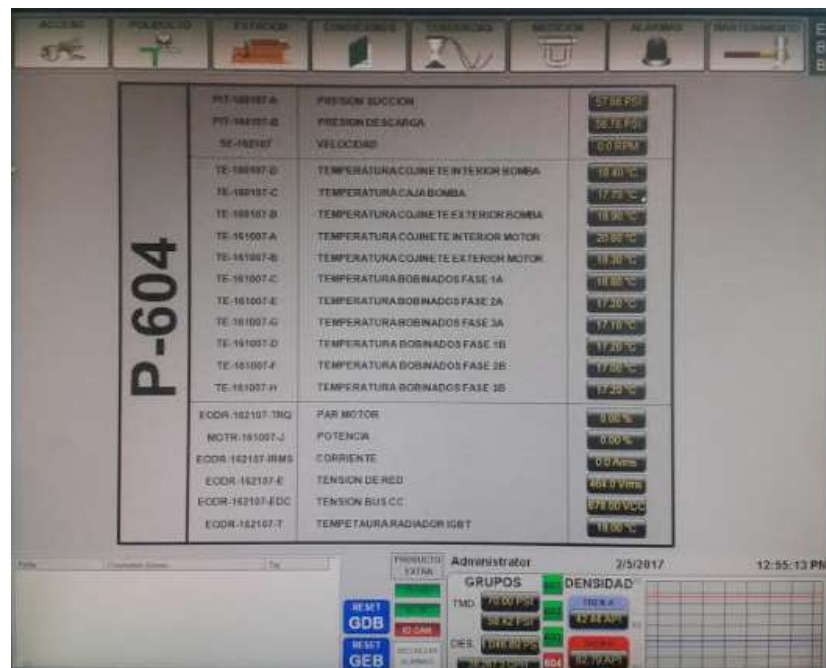


Figura 88: Condiciones grupo eléctrico

Fuente: EP Petroecuador

En la pantalla tenemos los parámetros de operación del grupo de bombeo, estos pueden ser establecidos únicamente por el personal de mantenimiento, los operadores no pueden cambiar estos parámetros, debido a que por la velocidad del motor 3600 rpm, se requiere de menos 1 segundo para que sufra daños el motor eléctrico.

- Presión de succión y descarga
 - Temperaturas de los cojinetes interiores y exteriores de la bomba
 - Empuje de la bomba
 - Temperatura de los ejes de la bomba
 - Temperaturas de los cojinetes interiores y exteriores del motor eléctrico
 - Temperatura de los desvenados del motor eléctrico
- c) Cumplir con las condiciones de pre arranque mencionada al inicio del documento.
 - d) Programar el tanque y el producto a bombear
 - e) Comprobar el certificado de calidad
 - f) Verificar el aforo de tanque a bombear
 - g) Alinear válvula de pies de tanque
 - h) Alinear válvula de tres vías en manifold de entrada, dependiendo del producto a bombear.
 - i) Alinear válvula de manifold de tanque a bombear.
 - j) Alinear válvula de succión de la bomba booster
 - k) Alinear válvula de medidor másico

Una vez alineadas todas las válvulas, se debe realizar las siguientes operaciones.

- l) Arrancar la bomba booster
- m) Verificar que la presión de descarga se encuentre entre 60 y 80 psi
- n) Arrancar el grupo de bombeo eléctrico.
- o) Verificar la apertura de la válvula de succión y descarga que se realiza automáticamente.

- p) Abrir la válvula de succión, para tener una presión mayor a 60psi en la bomba.
- q) Una vez que se abran las válvulas de succión y descarga, prender el motor eléctrico con una rampa de velocidad de 0 a 2400 rpm (este proceso lo realiza el variador de velocidad automáticamente, la velocidad en la cual vence la columna del Cotopaxi a una presión de 900 Psi)
- r) Alcanzada esta velocidad, el operador va incrementando paulatinamente 100 rpm, si este es bruscamente aumentado la velocidad el motor cae por sobrecarga, se debe aumentar la velocidad hasta llegar 2400 rpm , en un tiempo de 10 minutos.

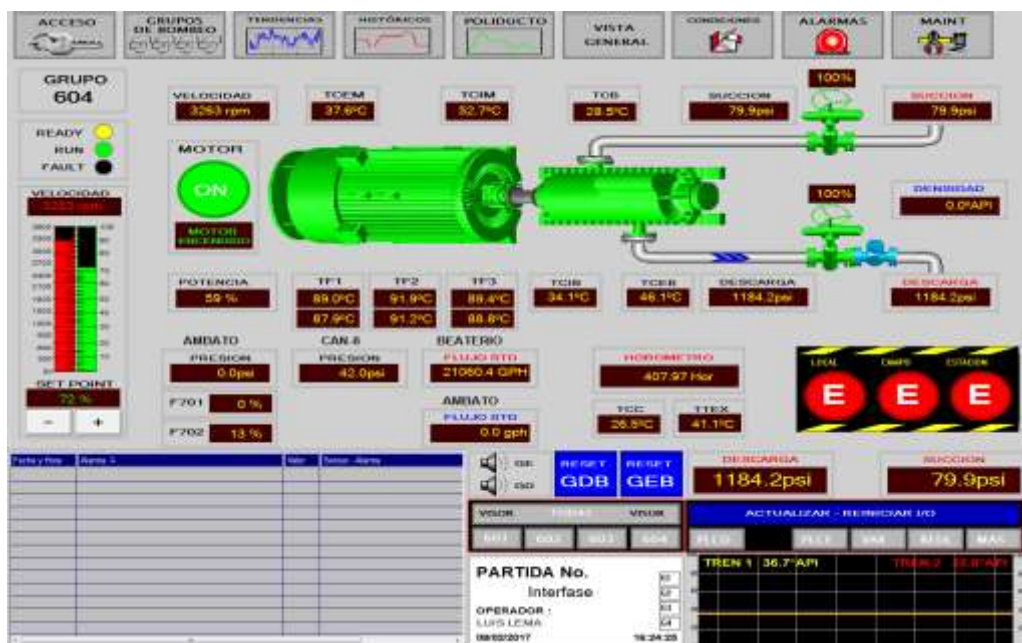


Figura 89: Grupo eléctrico-variador de velocidad

Fuente: EP Petroecuador

Al seleccionar la ventana condiciones, en la pantalla donde tenemos los parámetros de operación del variador de velocidad.

En esta pantalla podemos observar:



Figura 90: Parámetros de operación-variador de velocidad

Fuente: EP Petroecuador

READY El Variador se encuentra listo para operar y no tiene ninguna falla y puede comenzar a operar.

RUN El variador se encuentra operando.

FAULT El variador tiene una falla y debemos revisar que sucede en el variador.

VELOCIDAD La velocidad de operación a la que se encuentra funcionando el variador, este valor es el seleccionado por el operador en “CONTROL DE REVOLUCIONES”.

FRECUENCIA Frecuencia de operación.

CORRIENTE Corriente del motor eléctrico.

TORQUE El % del torque en el eje del motor

POTENCIA El % de la potencia del motor

VOLTAJE DE ENTRADA Voltaje en la entrada del variador de velocidad

VOLTAJE DC BUS Voltaje después de la rectificación

VOLTAJE DE SALIDA Voltaje a la salida de los terminales del motor

TEMPERATURA Temperatura de trabajo del motor

HOROMETRO VARIADOR Horas de trabajo del variador de velocidad

HOROMETRO MOTOR Horas de trabajo del motor eléctrico

Nota: luego de un corte de energía es importante recordar que se debe volver a arrancar el variador desde el cuarto donde se encuentra ubicado.

Finalmente, se realizará un registro cada hora del estado de los grupos de bombeo eléctrico en el formato indicado en el anexo 3.

PARADA NORMAL

Se realiza una parada normal de la unidad por las siguientes razones:

- Una vez alcanzada programación de bombeo.
- Cuando se generan alarmas no críticas luego de una confirmación por parte del operador.

Los pasos que se siguen para una parada normal de la unidad son los siguientes:

Grupos de bombeo de diésel

- a) Se debe reducir las revoluciones de los motores de los grupos de bombeo, en el orden primero el de alta y luego el de baja presión de cada grupo hasta llegar a la velocidad de relanti (800 rpm)
- b) Se debe verificar, primero el cierre de la válvula de descarga del grupo de bombeo y luego la de succión.
- c) Desembragar los grupos de bombeo
- d) Mantener prendido los grupos de bombeo por 10 minutos para no suba la temperatura.
- e) Apagar la bomba booster y cerrar válvulas.
- f) Cerrar la válvula del pie de tanque correspondiente al tanque del cual se ha realizado el despacho.
- g) Cerrar válvulas del manifold.

- h) Verificar fugas de agua o aceite en el grupo de bombeo

Grupos de bombeo eléctrico

- a) Reducir las revoluciones del motor del grupo de bombeo eléctrico, que permita variador de velocidad del motor llegar a la velocidad mínima (2600 RPM)
- b) Apagar el motor eléctrico
- c) Cerrar la válvula de descarga del grupo de bombeo eléctrico
- d) Una vez detenida la unidad principal, apagar la bomba booster
- e) Cerrar la válvula correspondiente a la succión del grupo
- f) Cerrar la válvula correspondiente al naque del cual se ha realizado el despacho
- g) Cerrar la válvula de manifold
- h) Verificar estado del motor eléctrico.

PARADA EMERGENCIA

Se realiza una parada de emergencia o shutdown de la estación cuando se generan alarmas críticas de parámetros definidos por el cliente y cuando se presionan los botones de parada de emergencia

En una parada de emergencia se siguen los siguientes pasos:

- a) Apagar el motor de la unidad o unidades que se encuentren operando
- b) Generar una falla general del sistema que apaga cualquier unidad hasta que la falla sea reseteada
- c) Cerrar todas las válvulas de cierre manual

HISTÓRICOS DE ALARMAS

Esta pantalla muestra un registro de las alarmas del sistema con la hora, fecha de activación, así como la información de donde ha ocurrido una falla. El color del texto indica la gravedad de la falla y también si ha sido o no reconocida.

En la parte superior izquierda se tiene un menú desplegable, el mismo que permite seleccionar el grupo de alarmas a visualizarse en el cuadro de resumen. Existen tres grupos de alarmas:

- Alarmas del grupo eléctrico.
- Alarmas del grupo diésel
- Alarmas de manifold
- Pre-alarmas del grupo eléctrico.



Figura 91: Históricos de alarma

Fuente: EP Petroecuador

En las alarmas tenemos:

FECHA: Fecha en la que sucedió el evento

HORA: Hora a la que la alarma se activó y la hora en la que la alarma recupero su estado normal de operación.

ESTADO: Estado actual del alta, si esta activa, si ha sido reconocida, condición normal de operación.

Para finalizar esta etapa de descripción de procesos se realizarán unas tablas de resumen de las operaciones involucradas en el manual de operaciones.

Tabla 21: Normas procedimientos generales

	1. PROCEDIMIENTOS GENERALES	
Información	Alineación de válvulas	Procedimiento para inicio de bombeo
Dependencia	Operaciones	Operaciones
Entidad	Petroecuador EP	Petroecuador EP
Nombre del procedimiento	Alineación de válvulas	Procedimiento para inicio de bombeo
Responsable de la ejecución	Operador; Supervisor	Operador; Supervisor
Número de actividades	2	17
Formato	A4	A4
Tantos	2	2

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Tabla 22: Normas prearranque

	2. PREARRANQUE		
Información	Alineación de válvulas	Requisitos para arranque de unidad de bombeo eléctrico	Requisitos para arranques de unidades de bombeo a diésel
Dependencia	Operaciones	Operaciones	Operaciones
Entidad	Petroecuador EP	Petroecuador EP	Petroecuador EP
Nombre del procedimiento	Alineación de válvulas	Requisitos para arranque de unidad de bombeo eléctrico	Requisitos para arranques de unidades de bombeo a diésel
Responsable de la ejecución	Operador; Supervisor	Operador; Supervisor	Operador; Supervisor
Número de actividades	5	2	5
Formato	A4	A4	A4
Tantos	2	2	2

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Tabla 23: Normas arranque

	3. ARRANQUE	
Información	Grupos de bombeo de diésel	Grupo de bombeo eléctrico
Dependencia	Operaciones	Operaciones
Entidad	Petroecuador EP	Petroecuador EP
Nombre del procedimiento	Grupos de bombeo de diésel	Grupo de bombeo eléctrico
Responsable de la ejecución	Operador; Supervisor	Operador; Supervisor
Número de actividades	18	18
Formato	A4	A4
Tantos	2	2

Fuente: Propia**Elaborado por:** El Investigador**Tabla 24:** Normas parada normal

	4. PARADA NORMAL	
Información	Grupos de bombeo de diésel	Grupo de bombeo eléctrico
Dependencia	Operaciones	Operaciones
Entidad	Petroecuador EP	Petroecuador EP
Nombre del procedimiento	Grupos de bombeo de diésel	Grupo de bombeo eléctrico
Responsable de la ejecución	Operador; Supervisor	Operador; Supervisor
Número de actividades	8	8
Formato	A4	A4
Tantos	2	2

Fuente: Propia**Elaborado por:** El Investigador**Tabla 25:** Normas parada de emergencia e histórico de alarmas

	5. PARADA EMERGENCIA	6. HISTÓRICOS DE ALARMAS
Información		
Dependencia	Operaciones	Operaciones
Entidad	Petroecuador EP	Petroecuador EP
Nombre del procedimiento	5. PARADA EMERGENCIA	6. HISTÓRICOS DE ALARMAS
Responsable de la ejecución	Operador; Supervisor	Operador; Supervisor
Número de actividades	4	2
Formato	A4	A4
Tantos	2	2

Fuente: Propia**Elaborado por:** El Investigador

Diagrama de flujo

Para la realización de los flujos de procesos se tomaron en consideración los siguientes parámetros.

- El diagrama de flujo tendrá un inicio que se representará con un círculo de color verde y un final que se representará con un círculo de color rojo.
- Las líneas entre los símbolos indican la dirección y sentido del flujo.
- Se realizará un diagrama de tipo mecánico, que muestra la forma de cómo se va a realizar un procedimiento.
- Se utilizará para la modelación normativa BPM (Business Process Management)

FLUJOGRAMA GENERAL

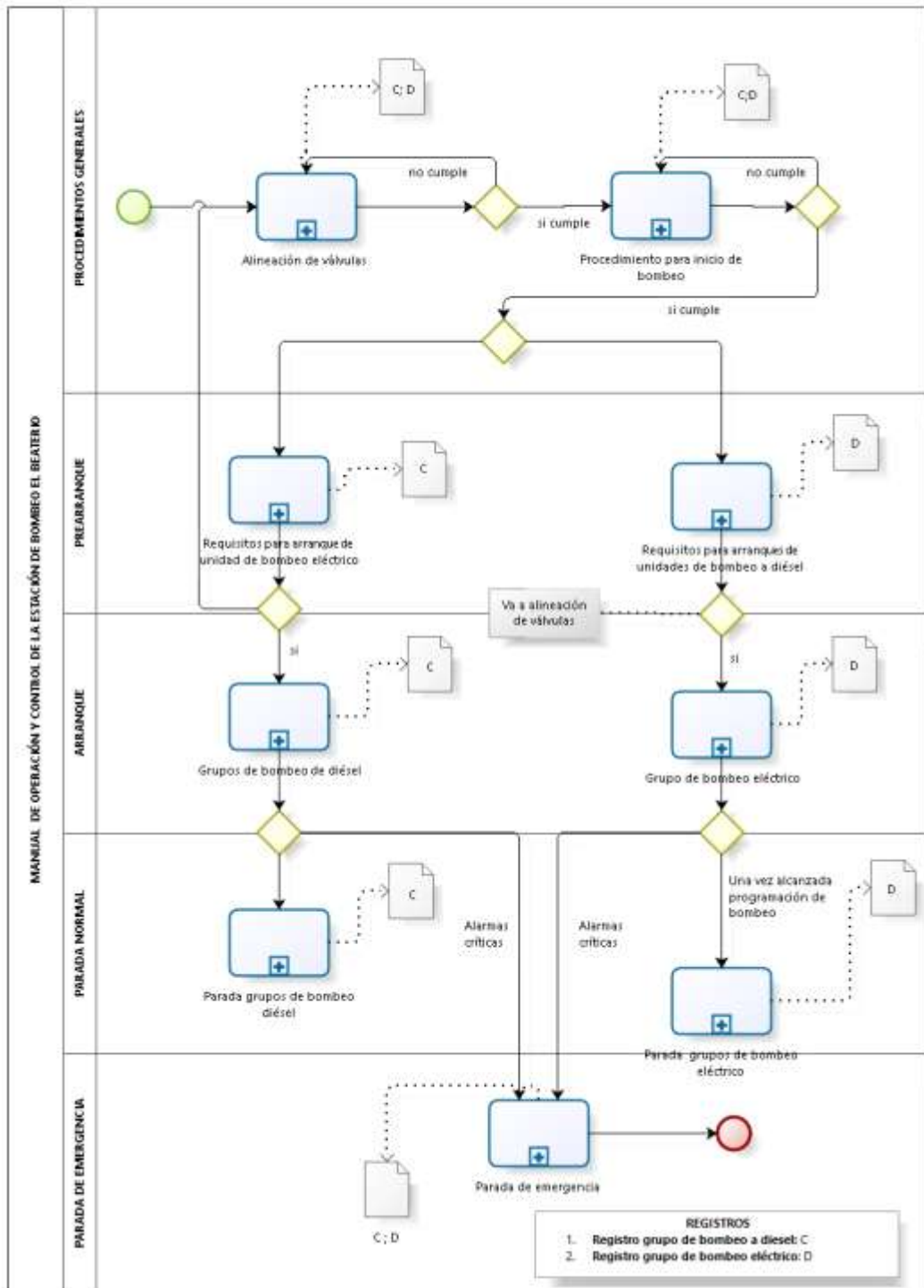


Figura 92: Flujoograma general.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

ALINEACIÓN DE VÁLVULAS

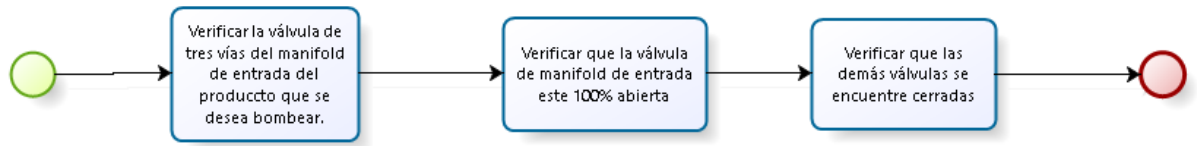


Figura 93: Flujograma de alineación de válvulas.

Fuente: Propia

PROCEDIMIENTO PARA INICIO DE BOMBEO

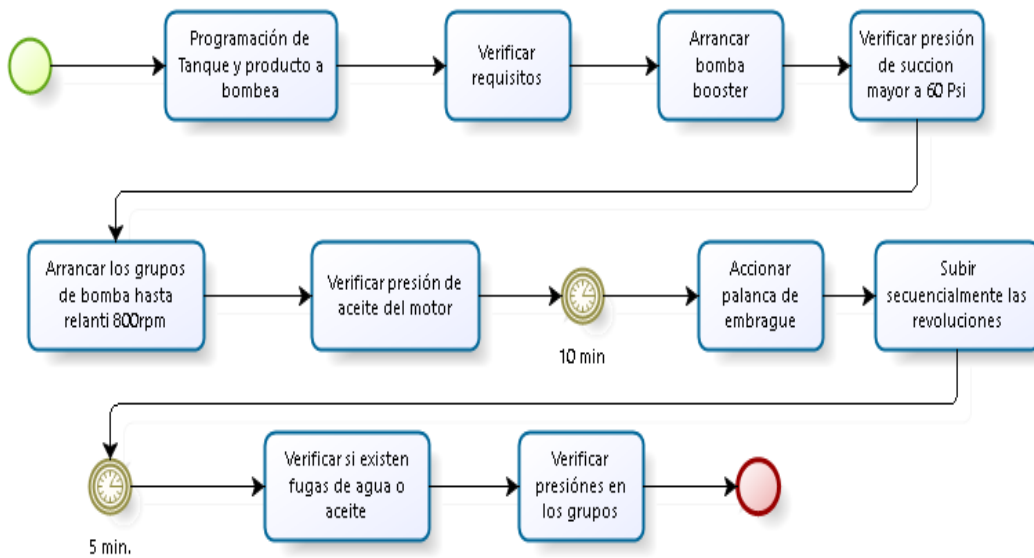


Figura 94: Flujograma para inicio de bombeo.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

REQUISITOS PARA ARRANQUE DE UNIDAD DE BOMBEO ELÉCTRICO

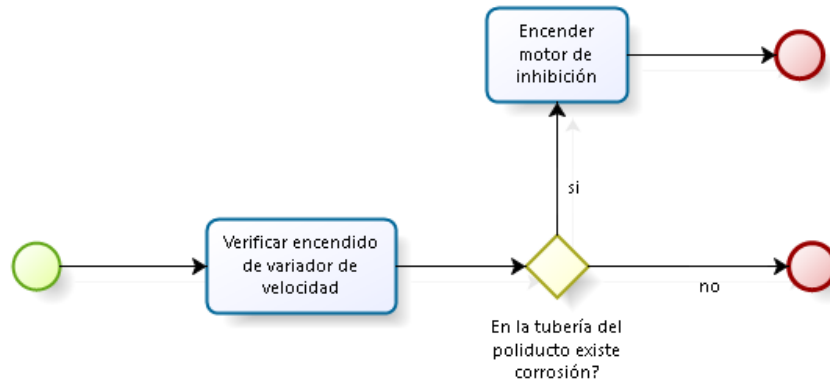


Figura 95: Flujograma requisitos para arranque de unidad de bombeo eléctrico.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

REQUISITOS PARA ARRANQUES DE UNIDADES DE BOMBEO A DIÉSEL

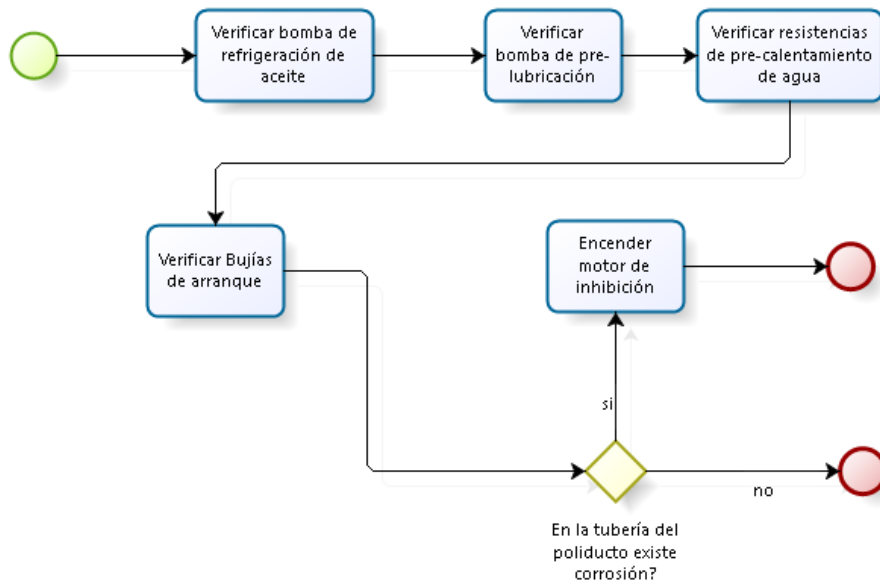


Figura 96: Flujograma requisitos para arranque de unidad de bombeo a diésel.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

ARRANQUE GRUPOS DE BOMBEO DE DIÉSEL

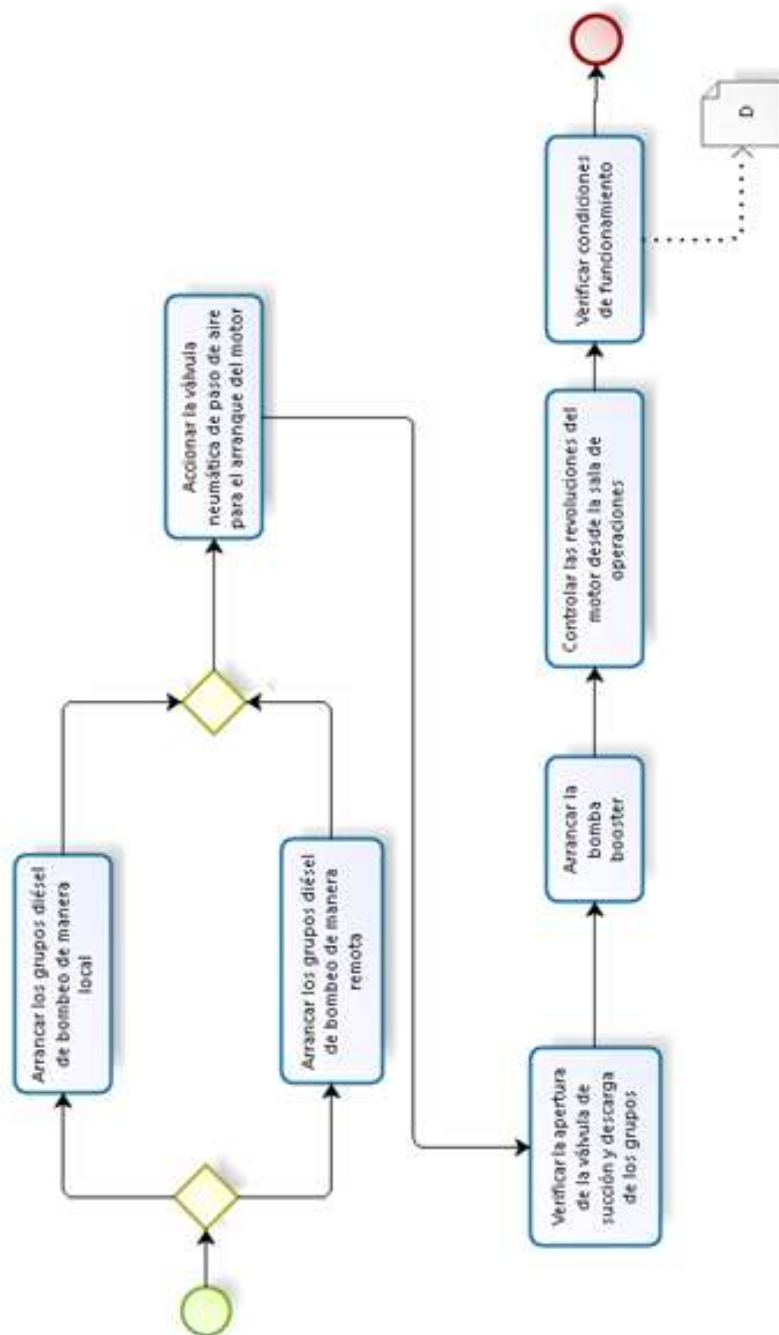


Figura 97: Flujoograma arranque grupos de bombeo diésel.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

ARRANQUE GRUPOS DE BOMBEO ELÉCTRICO

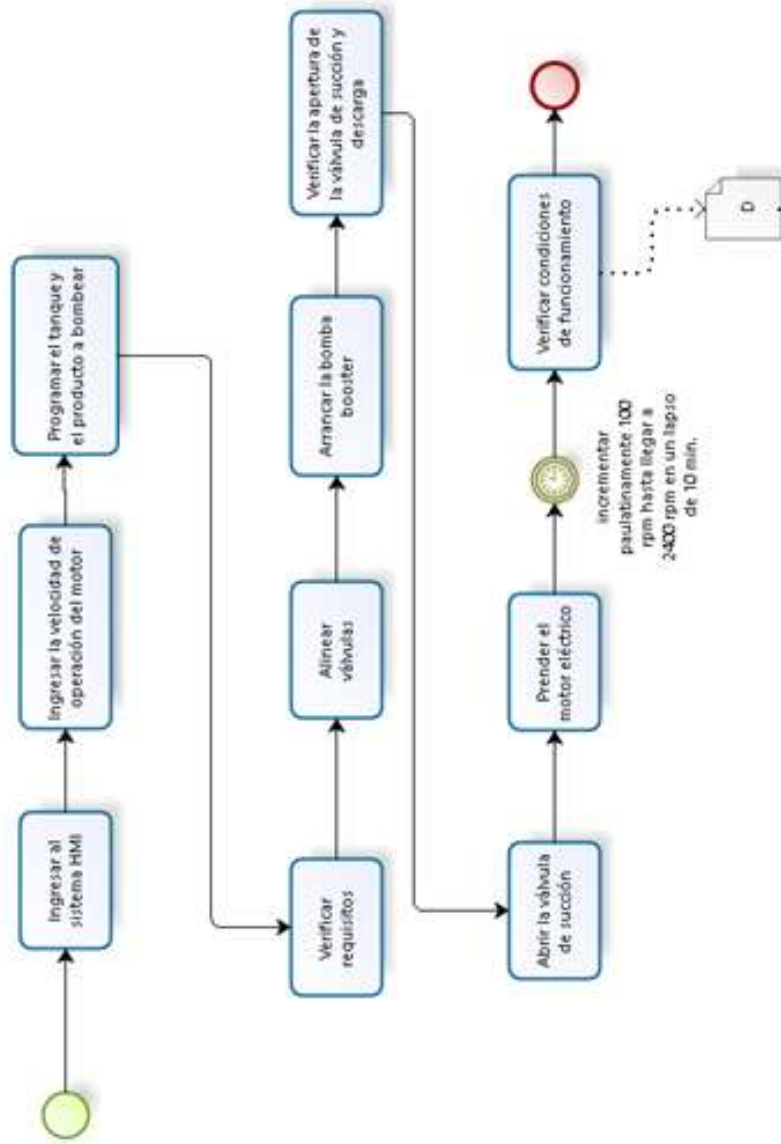


Figura 98: Flujoograma arranque grupos de bombeo eléctrico.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

PARADA GRUPOS DE BOMBEO DIÉSEL

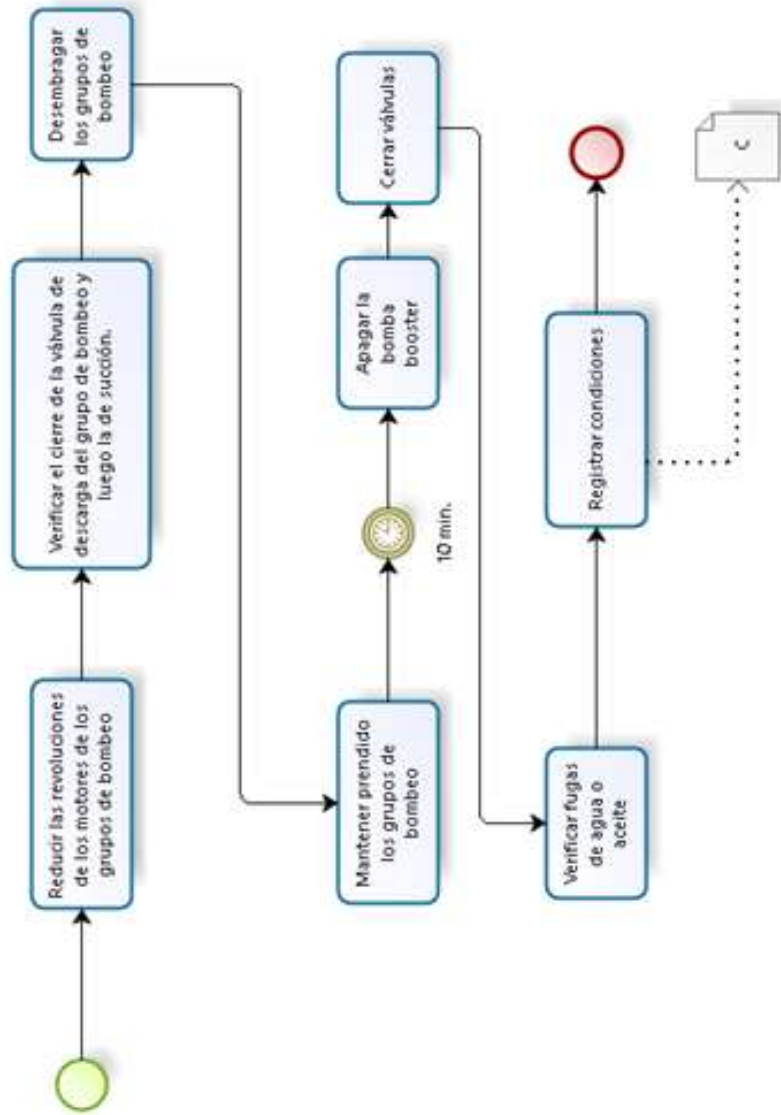


Figura 99: Parada grupos de bombeo diésel.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

PARADA GRUPOS DE BOMBEO ELÉCTRICO

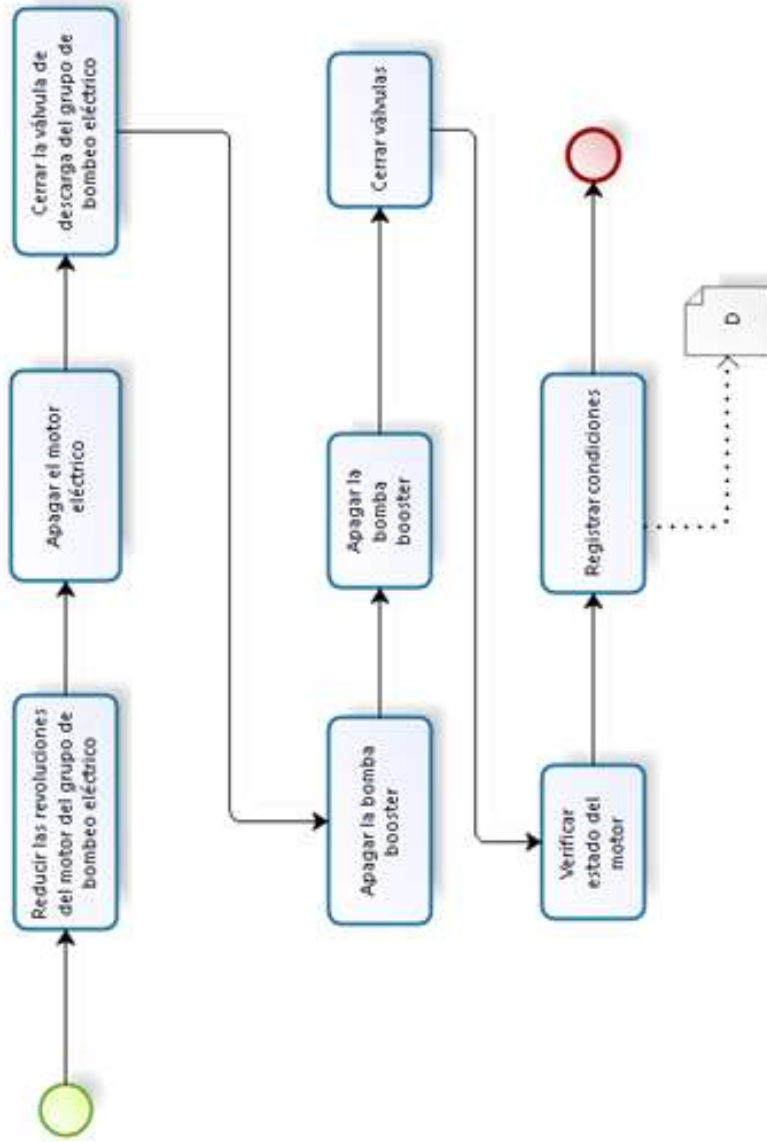


Figura 100: Parada grupos de bombeo eléctrico.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

PARADA DE EMERGENCIA

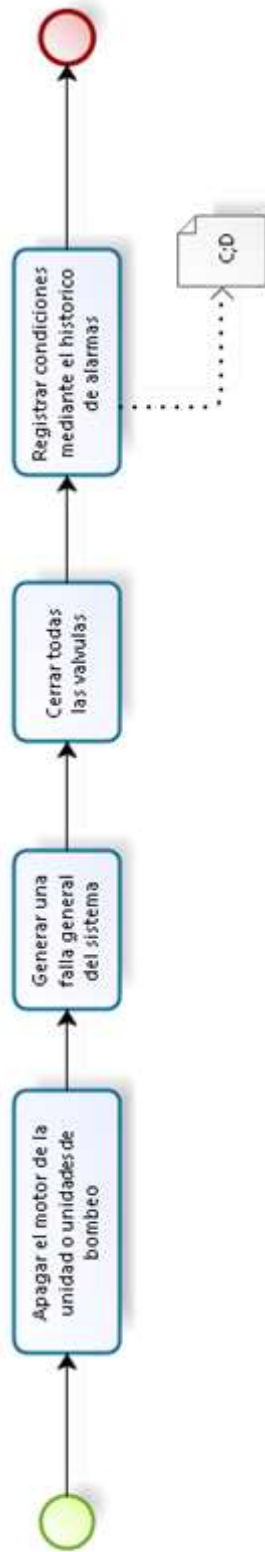


Figura 101: Parada de emergencia.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Perfil de involucrados

Perfil operador

Técnico Operador de estación de bombeo

PERFIL DEL CARGO:

1. Instrucción Formal:

Técnico Superior

2. Área de Conocimiento Formal:

Ingeniería Mecánica

3. Expertis en el área: 3 años desempeñando actividades relacionadas tales como:
 - Identifica y Reacciona ante situaciones de emergencia, aplicando los procedimientos adecuados a tales situaciones y comunica inmediatamente para que se coordinen las acciones con las áreas involucradas.
 - Mantiene informados del estado actual de la unidad que controla, a las personas vinculadas en el proceso, utilizando los canales de comunicación existente verbales, escritos, así como radios, teléfonos, bitácoras y otros.
 - Modela con sus acciones como agente propulsor de las políticas, normas y procedimientos de seguridad y ambiente de bombeo en productos derivados del petróleo.
 - Opera, monitorea toma datos los equipos rotativos compresores, generadores eléctricos, turbinas, aerofriadores, bombas, etc., a través de la observación y revisión de las variables del proceso para la buena operación de la planta
4. Capacitación
 - Brigadas y Sistemas Contra Incendios
 - Legislación de Seguridad y Salud Ocupacional

- Procedimientos Operativos de Seguridad
- Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional Ohsas 18001 y Sart
- Toma de muestras
- Control de Variables de Proceso
- Permisos de Trabajo
- Seguridad Industrial

Validación de la información recolectada

Esta información se validará, mediante el formato realizado indicado en la tabla siguiente, y servirá para registrar la responsabilidad de cualquier modificación.

Tabla 26: Ficha identificativa del proceso

FICHA IDENTIFICATIVA DEL PROCESO	
Lugar de elaboración	Quito-Ecuador
Tipo de proceso	Operacional
Código del proceso	MO-001
Versión	1.1
Fecha de última actualización	30/12/2016
Nombre del proceso	Operación y control de grupos de bombeo
Participantes del proceso	Supervisor
	Operador
	Auxiliar
Observaciones.	
Vigencia	Indefinida
Revisado por	Jefe de turno Supervisor

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Todos los documentos y registros se realizaron según la normativa interna respecto a los requerimientos que recomienda, y se anexara al documento de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 27: Resumen anexos

ANEXOS	NOMBRE
ANEXO 2	Registro grupos de bombeo diésel (Registro C)
ANEXO 3	Registro grupos de bombeo eléctrico (Registro D)
ANEXO 4	Layout de grupos de bombeo

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Beneficios de la propuesta

La propuesta de la elaboración de un manual de operaciones del procedimiento para el arranque de los grupos de bombeo de la estación el beaterio, tiene como beneficios en la parte técnica y económica para la empresa publica Petroecuador.

En la parte técnica, este manual de operaciones tiene como objetivo evitar la fallas de los equipos que intervienen en el proceso de bombeo de productos limpios, debido a la mala operación al momento del arranque de los grupos de bombeo y durante el proceso, aumentando así su eficiencia diaria del caudal programado.

En la parte económica la empresa Petroecuador será beneficiaria de la implementación de este manual, debido a que por mala operación de los equipos se producen fallas y se debe realizar un mantenimiento correctivo o reemplazo de piezas y partes, esto en el año 2016 genero gastos anuales de 102992.15\$, después de la implementación de esta propuesta se espera que los gastos disminuyan.

Finalmente, la propuesta tiene como propósito, presentar un estudio importante, aportando con datos útiles para los estudiantes como guía de investigación o también información de ayuda técnica a los profesionales en el ámbito técnico – industrial.

Beneficio ambiental

Los accidentes industriales que se deben prever en todo Estudio de proceso de bombeo de productos derivados del petroleo, y que afectan seriamente al ambiente,

los accidentes se pueden presentar por causas naturales (fortuitas) o fallas humanas, y se debe contemplar medidas de prevención y mitigación de riesgos que pueden clasificarse de la siguiente manera:

Medidas preventivas, cuya finalidad es reducir en su origen los niveles posibles de riesgo al medio ambiente,

Medidas de control, que tienen como objetivo reducir los efectos negativos en el ambiente de accidentes, cuando se lleguen a presentar y

Medidas de atención, destinadas a reducir los daños a la población y al equilibrio ecológico, cuando el accidente ha tenido lugar.

En este sentido, es importante señalar que en el riesgo total que presenta una estación de bombeo, depende de la naturaleza de los materiales que se manejen, de las modalidades energéticas utilizadas y la vulnerabilidad de los diversos equipos que lo integran y el riesgo de instalación, que depende de las características del sitio en que se encuentra ubicada, donde pueden existir factores que magnifican los riesgos que puedan derivar de accidentes (condiciones meteorológicas, vulnerabilidad de la población aledaña, ecosistemas frágiles, infraestructura para responder a accidentes, entre otros).

En la estación de bombeo el Beaterio, la contaminación al medio ambiente es mínima, las principales fuentes que podrían causar una afectación al medio ambiente como son las bombas principales de los grupos de bombeo tienen una doble seguridad (sellos mecánicos en arreglo doble), donde la fuga de fluido del proceso es enviada a un tanque sumidero mediante tuberías de drenaje conectadas directamente a la bomba.

Cuando se detecta una falla el personal de mantenimiento realiza el respectivo trabajo correctivo inmediatamente.

Hasta la fecha no se ha registrado problemas que afecten al medio ambiente.

Evaluación económica

Análisis previo a la implementación del manual operativo:

Tabla 28: Gastos anuales 2016

MES	GASTO MENSUAL
Enero	9268,87
Febrero	168,98
Marzo	1375,27
Abril	22804,53
Mayo	2347,1
Junio	33633,03
Julio	33,88
Agosto	32442,62
Septiembre	917,87
TOTAL GENERAL	102992,15

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

De acuerdo a la información obtenida, se puede concluir lo siguiente:

- Se observa que los gastos correctivos durante el período comprendido entre los meses de enero y septiembre del año 2016, antes de la aplicación del manual de operaciones, ha registrado un monto igual a \$ 102.992,15 USD.
- Alrededor de \$ 14.227, 34 USD ha sido la variación mensual de los gastos correctivos antes de implementar el manual de operaciones.
- Durante los nueve meses considerados para este análisis el Estado ecuatoriano ha incurrido en gastos de \$ 11.443, 57 USD mensuales por concepto de mantenimientos correctivos.

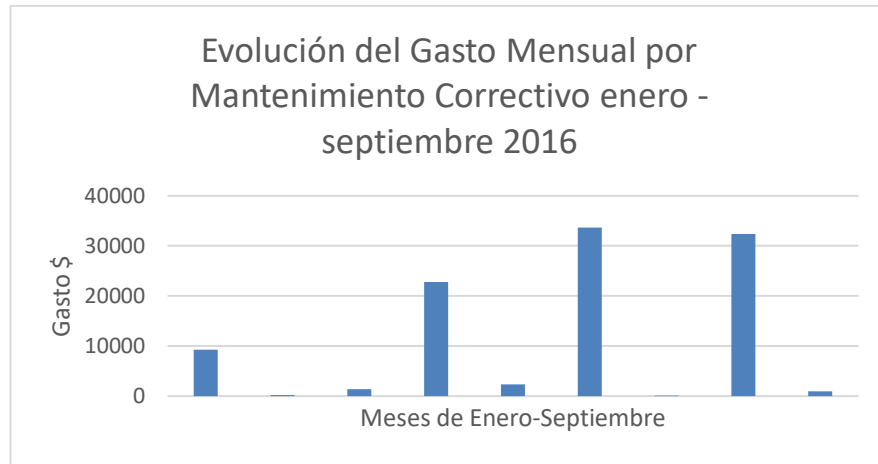


Figura 102: Evolución del gasto mensual por mantenimiento correctivo.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Tabla 29: Gastos anuales 2016

TIPO DE MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL EN USD
PQ23553	\$ 64.520,84
PQ22245	\$ 18.985,64
PQ18014	\$ 4.499,30
PQ18877	\$ 4.368,80
PQ22438	\$ 3.818,89
PQ23560	\$ 1.619,28
PQ25191	\$ 1.372,61
PQ23520	\$ 628,47
PQ20486	\$ 518,06
PQ21151	\$ 479,42
PQ21145	\$ 282,09
PQ28313	\$ 266,66
PQ18864	\$ 256,92
PQ28315	\$ 241,40
PQ28395	\$ 207,36
PQ28324	\$ 202,45
PQ27476	\$ 182,20
PQ20370	\$ 168,98
PQ18710	\$ 143,85
PQ23561	\$ 99,35
PQ21152	\$ 95,70
PQ26508	\$ 33,88

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

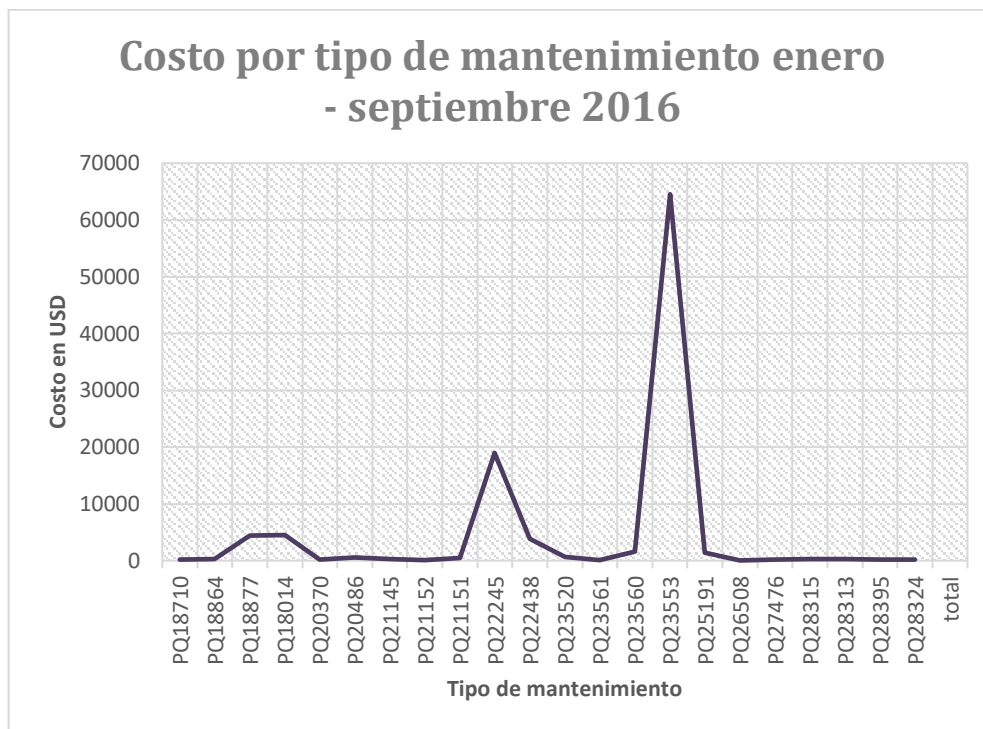


Figura 103: Costo por tipo de mantenimiento correctivo.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En conclusión, se observa lo siguiente:

- El tipo de mantenimiento que mayor costo ha ocasionado al Estado antes de la aplicación del manual de operaciones es el PQ23553, correspondiente a la “reparación de compresor 602”, por un monto registrado de \$ 64.520,84 USD, incurridos en los meses de agosto y junio por \$ 32.260,42 USD cada uno.
- El mantenimiento PQ22245 correspondiente a la “revisión de consumo de aceite de 6 a 7 galones diarios” ha registrado un monto de \$ 18.985,64 USD ejecutado en el mes de abril del 2016, este gasto representa el segundo rubro más alto del período 2016.
- El mantenimiento PQ26508 correspondiente a “válvulas de cierre rápido de drenaje al tanque cisterna semi bloqueadas de 4” por un monto de \$

33,88 USD registrado en el mes de julio de 2016 es el que menos gasto representa por mantenimiento correctivo.

- Cabe mencionar que ante la aplicación del manual operativo se puede disminuir el gasto por mantenimiento correctivo de varios de los tipos de mantenimientos, entre ellos se encuentran a los siguientes: PQ23553, PQ18710, PQ18877, PQ20486, PQ21151, PQ22438, PQ23553, PQ25191, PQ26508 y el PQ28324.
- En otras palabras, el beneficio económico que hubiera significado un ahorro para el Estado ecuatoriano para el período comprendido entre enero y septiembre de 2016 sería el siguiente:
- En general, el ahorro sería de \$ 75.458,80 USD durante los nueve meses analizados.
- El ahorro promedio mensual por mantenimiento correctivo sería de \$ 8.384,31 USD
- El gasto total incurrido por mantenimiento correctivo disminuiría en un 73 %
- La relación entre el gasto incurrido por mantenimientos correctivos con la aplicación del manual de operaciones en relación con el gasto total incurrido por mantenimientos correctivos sin la aplicación del manual de operaciones es del 27 %.

Conclusiones

Se concluyó que las metodologías de investigación y análisis de resultados, utilizadas para determinar los factores que inciden en el funcionamiento óptimo de la estación de bombeo el beaterio, fueron las adecuadas y se pudo determinar que las malas operaciones en el arranque de los grupos de bombeo al momento que se realizaba el cambio de turno del operador, provocaban daños en los equipos, esto a su vez provoca que para cumplir con la programación diaria el operador debía forzar los grupos de bombeo, generando pérdida de recurso financieros por los altos costos del mantenimiento correctivo a los equipos

Se concluyó que la única solución viable, factible y de fácil aplicación era la implementación de un manual de operaciones y control, en la estación el beaterio recientemente se modernizó y se implementó un mando remoto de nombre HMI para el control de los grupos de bombeo, el manual propuesto debe guardar relación y ser compatible con los instrumentos y sensores actualmente instalados.

Se concluyó que la implementación de un manual de procesos ordenara y detallara las operaciones para el arranque de los grupos de bombeo, para establecer de una manera formal metodologías y técnicas de trabajos que deben llevar relación con el reglamento interno de la organización, mediante flujogramas representar fácilmente las operaciones y servir como un medio de adaptación e integración fácil para el personal nuevo en la organización.

Finalmente, se concluye que la ubicación de los elementos que interactúan para el proceso de operación y control en el bombeo de productos limpios es indispensable, para conocer de donde provienen las diferentes alarmas y poder intervenir de la manera más óptima y adecuada, realizando una para normal o de emergencia en los grupos de bombeo.

Recomendaciones

Se recomienda al lector que profundice más en las necesidades de la estación el beaterio ubicada en el distrito metropolitano de la ciudad de Quito, debido a que se realizó una actualización del software de control, y todos los manuales de proceso se encuentra desactualizados y podría servir como objeto de investigación para futuros egresados.

Se recomienda a los lectores que les interese la realización de manuales de operaciones, seguir metodologías comprobadas utilizando referencias científicas o documentos compartidos en red, ya que esto facilitara la investigación y mejorara la calidad del documento.

Se recomienda al lector, que antes de realizar una investigación enfocada a instituciones públicas se asegure que puede tener acceso a la información necesaria, después de esto realizar una planificación y mediante esta, tramitar permisos para obtención de información, debido a que la información interna de las empresas públicas es muy privada y debe contar con la autorización de las jefaturas.

Bibliografía

- Aficionados a la mecánica. (2014). Motor: estructura del motor de explosion. Retrieved January 23, 2017, from <http://www.aficionadosalamecanica.net/motor-estructura.htm>
- API. (2013). API 1104: standard for welding pipelings and related facilities, 552. Retrieved from <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.1104.1999.pdf>
- Cepeda Pico, A. R., & Estévez Benítez, F. J. (2011). *REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y HMI PARA EL GRUPO ELÉCTRICO DE BOMBEO DEL TERMINAL BEATERIO DEL POLIDUCTO QUITO – AMBATO – RIOBAMBA DE EP PETROECUADOR* (1°). ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, Quito.
- Explorable. (2017). Muestreo no probabilístico. Retrieved April 6, 2017, from <https://explorable.com/es/muestreo-no-probabilistico>
- gestiopolis. (2017). Análisis de distribución en planta para una empresa de pinturas
- GestioPolis. Retrieved January 23, 2017, from <http://www.gestiopolis.com/analisis-de-distribucion-en-planta-para-una-empresa-de-pinturas/>
- Hurtado, A. N., & Domínguez Sánchez, F. C. (2009). Análisis de correlación y regresión. *Probabilidad Y Estadística Para Ingeniería. Un Enfoque Moderno*, 1–88. Retrieved from <http://www.mcgraw-hill-educacion.com/pye01e/>
- ingenieriaindustrialonline. (2017). PERT - Tecnica de evaluacion y revision de proyectos - Ingeniería Industrial. Retrieved February 15, 2017, from <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigación-de-operaciones/pert-tecnica-de-evaluacion-y-revision-de-proyectos/>
- International Organization for Standardization. (2008). Norma Internacional ISO

9001;2008 Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos. *Normativa ISO, 2008*, 27. Retrieved from www.iso.org

ISO. (2017). Calidad y gestión. Retrieved from <http://www.calidad-gestion.com.ar/>

M&M. (2013). Arduino y solo Arduino - Todo lo que necesitas lo encontrarás aquí.: Sensor de vibración mecánico por muelle. Retrieved January 21, 2017, from <https://soloarduino.blogspot.com/2013/12/sensor-de-vibracion-mecanico-el-sensor.html>

Mecánica de fluidos. (2011). Bombas centrifugas. Retrieved January 21, 2017, from <http://es.slideshare.net/mecanicadefluidos/bombas-centrifugas-7934169>

Medina Orellana, L. F. (2013). *ESTUDIO Y DISEÑOS DE EFLUENTES AGUAS LLUVIAS Y ACEITOSOS Y SISTEMA EFECTIVO DE MEDICIÓN DE CAUDAL DE DESCARGA DE SEPARADORES API DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS "EL BEATERIO."* UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.

Oyarzo, V. (n.d.). Tendencias estadísticas.

PETROECUADOR. (1978). Ley de hidrocarburos vigente, 1–70.

Sapiensman. (2017). Sensores de temperatura. Medición y control industrial. Retrieved January 21, 2017, from http://www.sapiensman.com/medicion_de_temperatura/sensores_de_temperatura.htm

Saravia Vasconez, J. (2012). Controlador lógico programable. Retrieved January 21, 2017, from <http://es.slideshare.net/dorissaravia/controlador-lgico-programable>

wikimedia. (2016). File:CaracterísticaBomba.png - Wikimedia Commons. Retrieved January 23, 2017, from

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CaracterísticaBomba.png?uselang=es>

ANEXOS

ANEXO 1: Muestra de datos

	#	FECHA	PROGRAM ADO	EJECUTA DO	CAUDAL	DIFERENC IA	EFICIENCI A %
ENERO	1	01/01/20 16	12.433,21	12.147,00	506,13	-286,21	97,70%
	2	02/01/20 16	12.433,21	13.362,00	573,48	928,79	107,47%
	3	03/01/20 16	12.433,21	11.614,00	483,92	-819,21	93,41%
	4	04/01/20 16	12.433,21	11.490,00	478,75	-943,21	92,41%
	5	05/01/20 16	12.433,21	13.145,00	547,71	711,79	105,72%
	6	06/01/20 16	12.433,21	15.238,00	634,92	2.804,79	122,56%
	7	07/01/20 16	12.433,21	13.540,00	564,17	1.106,79	108,90%
	8	08/01/20 16	12.433,21	14.183,00	607,41	1.749,79	114,07%
	9	09/01/20 16	12.433,21	11.590,00	482,92	-843,21	93,22%
	10	10/01/20 16	12.433,21	11.853,00	504,38	-580,21	95,33%
	11	11/01/20 16	12.433,21	12.852,00	535,5	418,79	103,37%
	12	12/01/20 16	12.433,21	15.100,00	629,17	2.666,79	121,45%
	13	13/01/20 16	12.433,21	15.157,00	631,54	2.723,79	121,91%
	14	14/01/20 16	12.433,21	12.952,00	539,67	518,79	104,17%
	15	15/01/20 16	12.433,21	11.998,00	499,92	-435,21	96,50%
	16	16/01/20 16	12.433,21	12.892,00	537,17	458,79	103,69%
	17	17/01/20 16	12.433,21	14.952,00	734,74	2.518,79	120,26%
	18	18/01/20 16	12.433,21	12.200,00	543,43	-233,21	98,12%
	19	19/01/20 16	12.433,21	11.805,00	491,88	-628,21	94,95%
	20	20/01/20 16	12.433,21	12.215,00	508,96	-218,21	98,24%
	21	21/01/20 16	12.433,21	15.071,00	627,96	2.637,79	121,22%
	22	22/01/20 16	12.433,21	13.217,00	550,71	783,79	106,30%

	23	23/01/20 16	12.433,21	11.641,00	485,04	-792,21	93,63%
	24	24/01/20 16	12.433,21	11.674,00	486,42	-759,21	93,89%
	25	25/01/20 16	12.433,21	13.923,00	580,13	1.489,79	111,98%
	26	26/01/20 16	12.433,21	13.262,00	552,58	828,79	106,67%
	27	27/01/20 16	12.433,21	12.393,00	516,38	-40,21	99,68%
	28	28/01/20 16	12.433,21	12.260,00	510,83	-173,21	98,61%
	29	29/01/20 16	12.433,21		-	- 12.433,21	0,00%
	30	30/01/20 16	12.433,21		-	- 12.433,21	0,00%
	31	31/01/20 16	12.433,21		-	- 12.433,21	0,00%
FEBRERO	32	01/02/20 16	12.003,53	13.719,00	571,63	1.715,47	114,29%
	33	02/02/20 16	12.003,53	12.031,00	501,29	27,47	100,23%
	34	03/02/20 16	12.003,53	10.553,00	439,71	-1.450,53	87,92%
	35	04/02/20 16	12.003,53	13.483,00	561,79	1.479,47	112,33%
	36	05/02/20 16	12.003,53	14.805,00	616,88	2.801,47	123,34%
	37	06/02/20 16	12.003,53	13.324,00	555,17	1.320,47	111,00%
	38	07/02/20 16	12.003,53	12.512,00	521,33	508,47	104,24%
	39	08/02/20 16	12.003,53	11.474,00	478,08	-529,53	95,59%
	40	09/02/20 16	12.003,53	13.531,00	563,79	1.527,47	112,73%
	41	10/02/20 16	12.003,53	14.631,00	609,63	2.627,47	121,89%
	42	11/02/20 16	12.003,53	15.095,00	628,96	3.091,47	125,75%
	43	12/02/20 16	12.003,53	12.533,00	522,21	529,47	104,41%
	44	13/02/20 16	12.003,53	11.276,00	469,83	-727,53	93,94%
	45	14/02/20 16	12.003,53	11.813,00	492,21	-190,53	98,41%
	46	15/02/20 16	12.003,53	14.052,00	585,5	2.048,47	117,07%
	47	16/02/20 16	12.003,53	14.588,00	607,83	2.584,47	121,53%

	48	17/02/20 16	12.003,53	12.807,00	533,63	803,47	106,69%
	49	18/02/20 16	12.003,53	12.007,00	500,29	3,47	100,03%
	50	19/02/20 16	12.003,53	11.465,00	477,71	-538,53	95,51%
	51	20/02/20 16	12.003,53	12.828,00	534,5	824,47	106,87%
	52	21/02/20 16	12.003,53	14.988,00	624,5	2.984,47	124,86%
	53	22/02/20 16	12.003,53	14.824,00	617,67	2.820,47	123,50%
	54	23/02/20 16	12.003,53	13.264,00	552,67	1.260,47	110,50%
	55	24/02/20 16	12.003,53	11.688,00	487	-315,53	97,37%
	56	25/02/20 16	12.003,53	10.451,00	435,46	-1.552,53	87,07%
	57	26/02/20 16	12.003,53	13.144,00	547,67	1.140,47	109,50%
	58	27/02/20 16	12.003,53	14.764,00	615,17	2.760,47	123,00%
	59	28/02/20 16	12.003,53	13.886,00	578,58	1.882,47	115,68%
	60	29/02/20 16	12.003,53	13.441,00	560,04	1.437,47	111,98%
MARZO	61	01/03/20 16	12.808,19	11.140,00	464,17	-1.668,19	86,98%
	62	02/03/20 16	12.808,19	11.948,00	497,83	-860,19	93,28%
	63	03/03/20 16	12.808,19	11.779,00	490,79	-1.029,19	91,96%
	64	04/03/20 16	12.808,19	13.967,00	963,24	1.158,81	109,05%
	65	05/03/20 16	12.808,19	14.966,00	623,58	2.157,81	116,85%
	66	06/03/20 16	12.808,19	14.860,00	619,17	2.051,81	116,02%
	67	07/03/20 16	12.808,19	13.860,00	577,5	1.051,81	108,21%
	68	08/03/20 16	12.808,19	12.319,00	513,29	-489,19	96,18%
	69	09/03/20 16	12.808,19	11.747,00	489,46	-1.061,19	91,71%
	70	10/03/20 16	12.808,19	13.371,00	557,13	562,81	104,39%
	71	11/03/20 16	12.808,19	14.879,00	619,96	2.070,81	116,17%
	72	12/03/20 16	12.808,19	15.150,00	797,37	2.341,81	118,28%

	73	13/03/20 16	12.808,19	13.521,00	563,38	712,81	105,57%
	74	14/03/20 16	12.808,19	12.143,00	505,96	-665,19	94,81%
	75	15/03/20 16	12.808,19	12.232,00	509,67	-576,19	95,50%
	76	16/03/20 16	12.808,19	14.200,00	591,67	1.391,81	110,87%
	77	17/03/20 16	12.808,19	14.143,00	589,29	1.334,81	110,42%
	78	18/03/20 16	12.808,19	13.824,00	576	1.015,81	107,93%
	79	19/03/20 16	12.808,19	12.412,00	517,17	-396,19	96,91%
	80	20/03/20 16	12.808,19	11.974,00	498,92	-834,19	93,49%
	81	21/03/20 16	12.808,19	13.391,00	557,96	582,81	104,55%
	82	22/03/20 16	12.808,19	12.312,00	513	-496,19	96,13%
	83	23/03/20 16	12.808,19	11.786,00	491,08	-1.022,19	92,02%
	84	24/03/20 16	12.808,19	14.669,00	611,21	1.860,81	114,53%
	85	25/03/20 16	12.808,19		-	- 12.808,19	0,00%
	86	26/03/20 16	12.808,19		-	- 12.808,19	0,00%
	87	27/03/20 16	12.808,19		-	- 12.808,19	0,00%
	88	28/03/20 16	12.808,19		-	- 12.808,19	0,00%
	89	29/03/20 16	12.808,19		-	- 12.808,19	0,00%
	90	30/03/20 16	12.808,19		-	- 12.808,19	0,00%
	91	31/03/20 16	12.808,19		-	- 12.808,19	0,00%
NOVIEMBRE	92	01/11/20 16	13.354,05	13.369,00	557,04	14,95	100,11%
	93	02/11/20 16	13.354,05	13.760,00	573,33	405,95	103,04%
	94	03/11/20 16	13.354,05	11.971,00	498,79	-1.383,05	89,64%
	95	04/11/20 16	13.354,05	11.586,00	482,75	-1.768,05	86,76%
	96	05/11/20 16	13.354,05	13.005,00	541,88	-349,05	97,39%
	97	06/11/20 16	13.354,05	15.100,00	629,17	1.745,95	113,07%

98	07/11/20 16	13.354,05	14.748,00	614,5	1.393,95	110,44%
99	08/11/20 16	13.354,05	11.952,00	498	-1.402,05	89,50%
100	09/11/20 16	13.354,05	12.453,00	518,88	-901,05	93,25%
101	10/11/20 16	13.354,05	14.200,00	591,67	845,95	106,33%
102	11/11/20 16	13.354,05	14.798,00	616,58	1.443,95	110,81%
103	12/11/20 16	13.354,05	13.681,00	570,04	326,95	102,45%
104	13/11/20 16	13.354,05	13.054,00	543,92	-300,05	97,75%
105	14/11/20 16	13.354,05	14.017,00	584,04	662,95	104,96%
106	15/11/20 16	13.354,05	14.558,00	606,58	1.203,95	109,02%
107	16/11/20 16	13.354,05	12.009,00	500,38	-1.345,05	89,93%
108	17/11/20 16	13.354,05	12.703,00	529,29	-651,05	95,12%
109	18/11/20 16	13.354,05	9.909,00	412,88	-3.445,05	74,20%
110	19/11/20 16	13.354,05	14.621,00	609,21	1.266,95	109,49%
111	20/11/20 16	13.354,05	13.407,00	558,63	52,95	100,40%
112	21/11/20 16	13.354,05	11.860,00	494,17	-1.494,05	88,81%
113	22/11/20 16	13.354,05	12.046,00	501,92	-1.308,05	90,20%
114	23/11/20 16	13.354,05	14.769,00	615,38	1.414,95	110,60%
115	24/11/20 16	13.354,05	13.261,00	552,54	-93,05	99,30%
116	25/11/20 16	13.354,05	11.865,00	494,38	-1.489,05	88,85%
117	26/11/20 16	13.354,05	13.621,00	567,54	266,95	102,00%
118	27/11/20 16	13.354,05	15.264,00	636	1.909,95	114,30%
119	28/11/20 16	13.354,05	15.102,00	629,25	1.747,95	113,09%
120	29/11/20 16	13.354,05	13.674,00	569,75	319,95	102,40%
121	30/11/20 16	13.354,05	12.117,00	504,88	-1.237,05	90,74%

