



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“ESTUDIO TÉCNICO PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE
OPERACIÓN DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS, EN LA EMPRESA
PACIFPETROL UBICADA EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE ANCÓN,
PROVINCIA DE SANTA ELENA.”**

**TEMA DE TESIS DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

MARCOS VINICIO NARVÁEZ PRUDENTE

TUTOR:

ING. FRANKLIN REYES SORIANO MSc.

AÑO 2017



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“ESTUDIO TÉCNICO PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE
OPERACIÓN DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS, EN LA EMPRESA
PACIFPETROL UBICADA EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE ANCÓN,
PROVINCIA DE SANTA ELENA.”**

**TEMA DE TESIS DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

MARCOS VINICIO NARVÁEZ PRUDENTE

TUTOR:

ING. FRANKLIN REYES SORIANO MSc.

AÑO 2017

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres, que gracias a su apoyo pude continuar con mis estudios.

También dedico a mi querida esposa y a mis tres hijas ya que ellas son el timón de mi superación.

Y quiero dedicar además a un amigo muy especial que es mi Dios ya que siempre ha estado conmigo, en las épocas de sequías y las de abundancia, por eso se lo debo todo por qué a pesar de mis errores en esta vida él supo perdonarme y darme una nueva oportunidad para formarme como un profesional.

Marcos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial ya que ellos me enseñaron a valorar los estudios y a superarme cada día, a mi tutor Ing. Franklin Reyes Soriano que supo guiarme en el desarrollo de este trabajo. También agradezco a mis padres que estuvieron en los días más difíciles de mi vida como estudiante con su esfuerzo y el mío ahora puedo ser un gran profesional y seré un orgullo para ellos.

Y agradezco a Dios por darme salud, fuerza, sabiduría para seguir adelante cada día y hacerme una persona de bien.

Marcos.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

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

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

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

Ing. Víctor Matías Pillasagua MSc.
PROFESOR DE ÁREA

Ab. Brenda Reyes Tomalá Mgt.
SECRETARIA GENERAL

UPSE

La Libertad, 3 de Julio de 2017

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELECTUAL

El contenido del presente trabajo de graduación “ESTUDIO TÉCNICO PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS, EN LA EMPRESA PACIFPETROL UBICADA EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE ANCÓN, PROVINCIA DE SANTA ELENA”, es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Atentamente,

Marcos Vinicio Narváez Prudente

C. I.: 0917008419

La Libertad, 3 de Julio de 2017

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de investigación, “ESTUDIO TÉCNICO PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS, EN LA EMPRESA PACIFPETROL UBICADA EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE ANCÓN, PROVINCIA DE SANTA ELENA”, elaborado por el Sr. Marcos Narváez, egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial., me permito declarar que luego de haber orientado y revisado, la Apruebo en todas sus partes.

Ing. Franklin Reyes Soriano MSc.
TUTOR

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO

PORTADA.....	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	V
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	VI
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE IMÁGENES	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVIII
ABREVIATURAS.....	XIX
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	XXI
RESUMEN.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
GENERALIDADES	3
1.1. ANTECEDENTES.....	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	7
1.4. OBJETIVO GENERAL.....	8
1.4.1. Objetivo específicos.....	8
CAPÍTULO II.....	9
LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO.....	9
2.1. UBICACIÓN DE LA EMPRESA	9
2.2 BREVE RESEÑA HISTÓRICA DEL BLOQUE “GUSTAVO GALINDO VELASCO	10
2.3. MISIÓN	11

2.4. VISIÓN	11
2.5. POLÍTICA DE CALIDAD, AMBIENTE, SALUD Y SEGURIDAD	11
2.6. LAS ACTIVIDADES EMPRESARIALES	12
2.6.1. BOMBEO MECÁNICO	13
2.6.2. UNIDADES DE SWAB (PISTONEAR).....	14
2.6.3. UNIDADES DE HL (HERRAMIENTA LOCAL).....	15
2.6.4. Descripción de las instalaciones	16
2.6.5. Campamento Base.....	16
2.6.6. Casa Bomba	18
2.6.7. Estaciones / Secciones.....	19
2.6.8. Planta de Gasolina.....	20
2.6.9. Descripción de las Instalaciones planta de Gasolina.....	20
2.6.10. Planta compresora 67	24
2.6.11. Planta compresora Tigre	26
2.6.12. Planta Absorvedora de Gasolina Natural Santa Paula	27
2.6.13. Estación de Gas Natural Vehicular	27
2.6.14. Planta de Generación eléctrica	28
2.7 SU SISTEMA PRODUCTIVO ACTUAL.....	29
2.7.1. Descripción de los productos	29
2.7.2 Descripción del sistema que intervienen en la producción de energía eléctrica	32
CAPÍTULO III.....	36
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	36
3.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DE CALIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA	36
3.2. ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO: MATERIA PRIMA, MANO DE OBRA, MÁQUINAS Y EQUIPOS	37
3.2.1. Materia prima	37
3.3 ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS Y DIAGRAMA DE PROCESOS PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	45

3.4. APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS TÉCNICAS PARA DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	47
3.4.1. Aplicación diagrama de ISHIKAWA	47
3.4.2. Aplicación del diagrama de Pareto para priorizar las causas de la problemática.....	49
3.4.3. Análisis del diagrama de Pareto	49
3.4.4. Análisis y medición de la disponibilidad de los grupos electrógenos mediante datos estadísticos.	50
3.4.5. Análisis de consumo gas y energía de los grupos electrógenos mediante datos estadísticos.....	52
3.4.6. Análisis por pruebas de laboratorio para medir calidad de gas de entrada en el proceso	56
3.5. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	58
3.5.1. Tiempos de paradas por daños en equipo eléctricos y operación	58
3.5.2. Tiempos de paradas por daños en equipo mecánicos y mantenimiento.....	59
3.5.3. Tiempos de paradas por problemas en generador Waukesha	60
3.5.4. Tiempos de paradas por agentes exteriores.....	61
3.5.5. Tiempos de paradas por abastecimiento de combustible	62
3.6. TABULACIÓN Y RESULTADOS DE LA ENCUESTA	64
3.6.1. Población.....	64
3.6.2. Tamaño de la muestra	64
3.6.3. Tabulación.....	65
3.6.4. Análisis general de la encuesta	78
CAPÍTULO IV.....	79
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS.....	79
4.1. OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE PARADAS POR DAÑOS EN EQUIPOS ELECTRÓGENOS Y OPERACIÓN.....	79
4.1.1. Diagrama de flujo PROPUESTO de funcionamiento del administrador de energía Easy gen 3000 de los grupos electrógenos.....	79
4.1.2. Manual de operación para los grupos electrógenos	81

4.1.3. Fallas comunes de los grupos electrógenos	97
4.2. MEJORAR LOS TIEMPOS DE PARADAS POR DAÑOS MECÁNICOS Y MANTENIMIENTO	98
4.2.1. Implementación del mantenimiento RCM	99
4.3. OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE PARADAS POR AGENTES EXTERNOS	102
4.3.1. Realizar una coordinación del sistema de protecciones	102
4.3.2. Cronograma de mantenimiento de líneas y transformadores	106
4.4. OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE PARADAS POR DAÑOS ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	108
4.4.1. Instalación de medidor de oxígeno en el área de generación	108
4.5. PASOS PARA REALIZAR EL CAMBIO DEL GRUPO ELECTRÓGENO WAUKESHA A PALMERO	109
4.5.1. Pasos para el montaje de un nuevo grupo electrógeno palmero	110
4.5.2. Obra eléctrica	111
CAPÍTULO V	122
ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PROPUESTA	122
5.1. Costo para mejorar la operación	122
5.2. Costo para mejorar el mantenimiento	122
5.3. Costo de capacitación (SISO)	123
5.4. Costo de trabajos eléctricos	124
5.5. Costo de implementación de equipos	125
5.6. Costo total del proyecto	126
5.7. Análisis costo beneficio	127
CONCLUSIONES	131
RECOMENDACIONES	132
BIBLIOGRAFÍA	133
ANEXOS	134

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Mapa de ubicación	9
Imagen 2. Zonificación del bloque.....	11
Imagen 3. Balancín fijo con motor a combustión	13
Imagen 4. Unidad de swab	15
Imagen 5. Unidad de HL.....	16
Imagen 6. Base de Operaciones	17
Imagen 7. Casa bomba	18
Imagen 8. Tanque N.....	19
Imagen 9. Tanque H.....	19
Imagen 10. Planta de extracción de gasolina y deshidratación de gas natural.....	20
Imagen 11. Tanque de reflujo	21
Imagen 12. Horno.....	22
Imagen 13. Torres Absorción destilación	23
Imagen 14. Intercambiador de calor.....	24
Imagen 15. Planta compresora 67	25
Imagen 16. Palla principal Sistema Scada	25
Imagen 17. Planta compresora tigre.....	26
Imagen 18. Planta absorbedora de Gasolina Natural Santa Paula	27
Imagen 19. Estación GNV	28
Imagen 20. Planta de generación de generación eléctrica.....	29
Imagen 21. Revista mes de octubre.....	30
Imagen 22. Grupos electrógeno palmero1	31
Imagen 23. Grupos electrógeno palmero2	31
Imagen 24. Grupos electrógeno Waukesha.....	32
Imagen 25. Motor CUMMINS.....	33
Imagen 26. Generador.....	33
Imagen 27. Sistema de escape.....	34
Imagen 28. Sistema de enfriamiento	35
Imagen 29. Resultados de análisis cromatográficas.....	57

Imagen 30. Administrador EASY GEN (falla eléctrica.)	59
Imagen 31. Tuberías rotas (fuga de refrigerante).....	60
Imagen 32. Administrador EASYGEN (sincronismo).....	61
Imagen 33. Reparación eléctrica. (Líneas sulfatadas).....	62
Imagen 34. Sistemas cada (alto porcentaje de oxígeno)	63
Imagen 35. Orden de trabajo.....	98
Imagen 36. Diagrama unifilar de GNV	103
Imagen 37. Analizador de oxígeno	108
Imagen 38. Sitio donde se instalaría analizador de oxígeno	109
Imagen 39. Tablero de control	111
Imagen 40. Grupo electrógeno	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de gases	38
Tabla 2. Personal eléctrico y mecánico.....	38
Tabla 3. Equipos y sus características.....	39
Tabla 4. Disponibilidad de los grupos electrógenos.	51
Tabla 5. Disponibilidad de los grupos electrógenos	52
Tabla 6. Datos para realizar diagrama de Pareto.....	54
Tabla 7. Consumo de gas y energía, generación Eléctrica Pacifpetrol noche.....	55
Tabla 8. Población.....	64
Tabla 9. Resultados de la pregunta N°1	65
Tabla 10. Resultados de la pregunta N°2	66
Tabla 11. Resultados de la pregunta N°3	67
Tabla 12. Resultados de la pregunta N°4	68
Tabla 13. Resultados de la pregunta N°5	69
Tabla 14. Resultados de la pregunta N°6	70
Tabla 15. Resultados de la pregunta N°7	71
Tabla 16. Resultados de la pregunta N°8	72
Tabla 17. Resultados de la pregunta N°9	73
Tabla 18. Resultados de la pregunta N°10	74
Tabla 19. Resultados de la pregunta N°7	75
Tabla 20. Resultados de la pregunta N°12	76
Tabla 21. Resultados de la pregunta N°13	77
Tabla 22. Fallas comunes de los grupos electrógenos	97
Tabla 23. Programa de mantenimiento eléctrico de transformadores - generadores - distribución	107
Tabla 24. Dimensiones generales.....	111
Tabla 25. Medidas eléctricas.....	113
Tabla 26. Controles	113
Tabla 27. Indicadores de fallas automáticas	114
Tabla 28. Indicadores sin parada.....	115

Tabla 29. Medidas de motor.....	115
Tabla 30. Automatismo	116
Tabla 31. Varios	116
Tabla 32. Capacidades de generación	117
Tabla 33. Datos técnicos del motor.....	119
Tabla 34. Datos técnicos del generador	120
Tabla 35. Datos tecnico del interruptor.....	120
Tabla 36. Costos de la ejecución del manual de operación.....	122
Tabla 37. Costos de mantenimiento	123
Tabla 38. Costos de capacitación	124
Tabla 39. Costos de coordinación de protecciones	124
Tabla 40. Costos de mantenimiento de líneas y transformadores	125
Tabla 41. Costos de implementación de un analizador de oxígeno	125
Tabla 42. Costos de implementación de un nuevo grupo electrógeno.....	126
Tabla 43. Costos de presupuesto referencial del trabajo.....	127
Tabla 44. Consumo del año 2015 en KWH	127
Tabla 45. Consumo del año 2015 en KWH	128
Tabla 46. Cálculos entre generación y CNEL.....	129
Tabla 43. Total de costo producido por la generación año 2015	129
Tabla 48. Deducción de ahorro al 10,35%	130
Tabla 49. Recuperación de la inversión del proyecto	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de proceso para la obtención de energía eléctrica.....	46
Figura 2. DIAGRAMA ISHIKAWA	48
Figura 3. Datos para realizar diagrama de Pareto	49
Figura 4. Diagrama de Pareto.....	50
Figura 5. Pregunta N°1	65
Figura 6. Pregunta N°2.....	66
Figura 7. Pregunta N°3	67
Figura 8. Pregunta N°4.....	68
Figura 9. Pregunta N°5	69
Figura 10. Pregunta N°6.....	70
Figura 11. Pregunta N°7	71
Figura 12. Pregunta N°8	72
Figura 13. Pregunta N°9.....	73
Figura 14. Pregunta N°10.....	74
Figura 15. Pregunta N°11	75
Figura 16. Pregunta N°12	76
Figura 17. Pregunta N°13	77
Figura 18. Diagrama de flujo de funcionamiento del administrador de energía Easy gen 3000 de los grupos electrógenos.....	80
Figura 19. Interfaz pantalla principal EASY GEN 3200 Woodward.....	81
Figura 20. Topología EASY GEN 3200 Woodward	82
Figura 21. Símbolos diagrama lineal	82
Figura 22. Pantalla principal y sub pantalla	83
Figura 23. Sincronismo	84
Figura 24. Contadores de Servicio	84
Figura 25. Entradas /Salidas Analógicas.....	85
Figura 26. Parámetros de Generador.....	86
Figura 27. Entradas y Salidas Digitales	87
Figura 28. Barras y sistemas	88

Figura 29. Set Point.....	88
Figura 30. Fecha y horas actuales	89
Figura 31. Registro de eventos.....	89
Figura 32. Parámetros/Configurar Visualización.....	90
Figura 33. Parámetros/Configurar /Idioma /Reloj	90
Figura 34. Alarmas.....	91
Figura 35. Sub pantalla de Alarmas	92
Figura 36. Pasos para la sincronización de dos grupos uno activo y otro apagado ...	93
Figura 37. Pasos para la sincronización de dos grupos apagados	94
Figura 38. Selector y botonera de paro de emergencia	95
Figura 39. Carga base/repartición de carga.....	95
Figura 40. Stop del generador	96
Figura 41. Control de breaker	96
Figura 42. Implementación del RCM	100
Figura 43. Indicadores de generación	101

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Permiso de trabajo	135
Anexo 2. ART (ANALISIS DE REISGO DE LA TAREA)	136
Anexo 3. ENCUESTA	138
Anexo 4. Planos No. ANC-PC-PM-003 / ANC-PC-PM-004	142
Anexo 5. Planos ANC-PC-PM-001 / ANC-PC-PM-00	143

ABREVIATURAS

GNV.- Gas natural para vehículos

CNEL.- Corporación nacional de electricidad

Kw .- (Kilo vatios) unidad de medida de la potencia media

Fp.- (Factor de potencia) es una relación entre potencia activa y aparente

Hz.- El hercio o hertz es la unidad de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades.

V.- El *voltio*, o volt, es la unidad derivada del Sistema Internacional para el potencial eléctrico, la fuerza electromotriz y la tensión eléctrica

I .- La corriente eléctrica o *intensidad eléctrica* es el flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que recorre un material

P.- La **potencia eléctrica** es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo A

W.- (vatios watt) unidad de medida de la potencia baja

Rpm.- Revoluciones por minuto

Kpa.- Kilo pascal (es una unidad de presión que equivale a 1 000 pascales)

MWH.- (Mega vatios) unidad de medida de la potencia alta

Swab.- Suavisar

Vacuum.- Extraer algún fluido

Mscfd .- Mil pies cúbicos estándar por día, medida común para volumen de gas.

Lts.- Litros

Bar.- Se denomina *bar* a una unidad de presión equivalente a un millón de barias, aproximadamente igual a una atmósfera (1 atm)

Warning.- Advertencia

Shutdown.-Apagado

Iso.- International Standarization Organization (Organización Internacional de Normalización)

Ft.- El pie —del inglés feet— es una unidad de longitud de origen natural, basada en el pie humano

EQA.- European quality assurance(marca de valvula reguladora)

Stop. – Parada

RCM Reliability Centred Maintenance, (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad)

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Sistema de potencia.- El sistema eléctrico de potencia es un conjunto de elementos que tiene como fin generar, transformar, transmitir, distribuir y consumir la energía eléctrica de tal forma que se logre la mayor calidad al menor costo posible.

ARCOLANDS.- Empresa dedicada a dar mantenimiento a motores Waukesha.

MILCAVAL.- Empresa dedicada a dar mantenimiento a los generadores.

INDUSUR.- Empresa dedicada a dar mantenimiento a los motores cummins.

ASPRO.- Empresa fabricante a sistema de compresión (compresores ASPRO).

Estator.- El *estátor* es la parte fija de una máquina rotativa y uno de los dos elementos fundamentales para la transmisión de potencia (en el caso de motores eléctricos).

Rotor.- El *rotor* es el componente que gira (rota) en una máquina eléctrica, sea ésta un motor o un generador eléctrico.

Motor.- Un *motor* es la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía.

Generador.- Un *generador* es una máquina eléctrica rotativa que transforma energía mecánica en energía eléctrica.

Grupos electrógenos.- Un *grupo eléctrico* es una máquina que mueve un generador eléctrico a través de un motor de combustión interna.

Overhaul.- Reparación Mayor, Renovación o Reconstrucción del Motor.

Casa bomba.- Lugar específico de la empresa donde se receipta el crudo y se realiza el almacenamiento y bombeo a refinería.

Sección 67.- Lugar donde se encuentra especialmente la compresora 67 y algunos pozos petroleros.

Sección tigre.- Lugar donde se encuentra especialmente la compresora tigre y algunos pozos petroleros.

Equipeninsula.- CIA perteneciente al grupo SYNERGY encargada del alquiler de equipos y vehículos livianos y pesados.

Grupo electrógeno Waukesha.- Máquina con motor Waukesha y generador Kohler.

Grupo electrógeno Palmero Máquina con motor cummins y generador stamford.

Gas pobre.- Se considera así por contener bajos hidrocarburos líquidos licuados o ya no los contiene, también se lo denomina gas natural licuado.

Gas rico.- Se denomina con altos porcentajes de hidrocarburos pesados como metano, butano, propano otros.

Ishikawa.- El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de espina de pescado, diagrama de causa-efecto, diagrama de Grandal o diagrama causal, se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: Diagrama de espina de pez.

Sincronismo.- El sincronismo, es un sistema, que nos permite conectar una planta de generación eléctrica, con una red de distribución existente o entre dos grupos o más grupos electrógenos.

Contaminación de oxígeno.- Cuando el porcentaje de oxígeno supera los 2,5 % en el gas de entrada a los grupos.

Disponibilidad Se denomina *disponibilidad* a la posibilidad de una cosa o persona de estar presente cuando se la necesita.

Cromatografía.- La *cromatografía* es un método físico de separación en el que los componentes que se han de separar se distribuyen entre dos fases.

Agentes exterior.-Se considera agentes externos a lluvias, rayos, aves, salinidad en ambiente y todo lo que relaciona o cause daño de forma indirecta a los grupos.

Líneas sulfatadas.-Líneas con presencia de sulfato de aluminio o sulfato de cobre

EASY GEN 3000.-Es un controlador y administrador remoto que se utiliza para la operación de los grupos electrógenos.

Modo automático.- Es un estado de una máquina donde realiza pruebas de encendido, y permanece estable.

Modo manual.- Es un estado donde la máquina realiza pruebas de encendido y se necesita realizar pulsos manuales.

RESUMEN

La presente tesis realiza el análisis y evaluación del desempeño operativo de los grupos electrógenos de la Empresa PACIFPETROL, mediante técnicas aplicadas de ingeniería industrial se logró alcanzar los objetivos planteados. Como todas las empresas petroleras a nivel mundial busca mejorar la eficiencia en la extracción de crudo, reducir costos e impactos ambientales, ya que están sujetas a normativas internacionales, e incluso si no se las cumplen dejarían de operar. Y una de sus metas es reducir los cortes de energía eléctrica.

Se analizó la producción de energía eléctrica del departamento de generación a través de sus grupos electrógenos, se realizó un estudio minucioso de sus componentes y sistemas para determinar la problemática actual, se utilizó herramientas de calidad, datos estadísticos, folletos, instructivos, donde permitieron al investigador determinar y dar un resultado al departamento de mantenimiento una solución que permitirá mejorar los tiempos de operación de los grupos electrógenos.

Lo importante de este proyecto que inició su estudio de la problemática en el año 2015, y a partir del siguiente año 2016 se comenzaron a realizar pequeñas pruebas donde se ha ido implementando de manera que los cortes de energía han comenzado a reducir, a finales del presente año se espera terminar con la implementación del nuevo grupo electrógeno por parte del departamento de proyectos, la disponibilidad tendría un aumento por lo tanto la meta es no tener cortes de energía en los meses siguientes.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis es una investigación para optimizar los tiempos de operación de los grupos electrógenos, y la propuesta de mejoras será presentada a los directivos de la empresa para que a su vez sea dividida a cada uno de los encargados en materia mecánica, operación, eléctrica y proyectos.

En este estudio el primer capítulo se describe las generalidades como: Antecedentes de los grupos electrógenos, se plantea la problemática que presenta los grupos electrógenos, en la justificación se detallan Quiénes Serán Los Beneficiados Directos E Indirectos, Se Plantea Los Objetivos Generales Y Específicos.

En el segundo capítulo se toma como objeto de estudio a la empresa, su ubicación, una breve reseña histórica como “Bloque Gustavo Galindo Velasco”, donde sobresale la perforación del primer pozo petrolero en el Ecuador, su misión y visión actual, considerando las políticas que hoy rigen estrictamente como calidad, ambiente, salud y seguridad. Se detallan las actividades que realiza la empresa, sus diferentes técnicas para la extracción de crudo, se describe las instalaciones de la planta de gasolina, sus estaciones, su sistema productivo actual, y la descripción de los sistemas que intervienen para producir la energía eléctrica.

En el tercer capítulo se realiza el análisis de la situación problemática, donde se utilizan diferentes herramientas aplicativas en ingeniería industrial, se efectúa un diagnóstico de los 5 problemas presentados también realizamos la encuesta al personal que se involucran en mantenimiento y operación de los grupos.

En el cuarto capítulo proponemos las 5 alternativas de solución que son en parte operativa, mantenimiento, combustibles agentes externos, y los pasos para la implementación de un nuevo grupo electrógeno. En el quinto capítulo se pone a disposición el aspecto económico de la propuesta, detallando cada costo por grupos a intervenir, para luego sacar el costo total del proyecto. Se realiza un

análisis costo beneficio entre CNEL y generación de la empresa para determinar en qué tiempo recuperaremos la inversión.

En el último capítulo presentamos las conclusiones y recomendaciones que servirán para mejoras continuas a futuro ya que el departamento de generación tiene muchos proyectos como la electrificación de pozos tercera fase.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

De todas las energías que existen en la actualidad, la que más es utilizada es la energía eléctrica para el desarrollo social de cualquier país y de cualquier industria o empresa, si está a la vez se la produce. La energía eléctrica es el corazón o el pilar fundamental de la industria y también es un elemento esencial para el desarrollo tecnológico a nivel mundial.

Los grupos electrógenos básicamente están formados por un conjunto integrado que contiene un motor térmico primario (turbina de gas, motor Otto o Diesel), un generador eléctrico (generalmente de corriente alterna) acoplado al eje del mismo y los correspondientes elementos auxiliares y sistemas complementarios, como los distintos indicadores de estado, tableros de maniobra, tanques, radiadores, circuitos de lubricación, combustible, agua y eventualmente aire comprimido; excitatrices, cargadores de baterías, equipos de control de tensión y frecuencia, automatismos de transferencia, protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos, otros.

Los primeros grupos electrógenos a nivel mundial producían energía pero aun así generaba mucho costo ya que utilizaban como combustible diesel o gasolina, bunker.

Empresa petrolera Petroamazonas EP comenzó a formar parte del proyecto OGE (Optimización Generación Eléctrica) donde cambiaran sus generadores a diesel a grupos electrógenos a gas asociado.

“Esto marca un antes y un después, donde la energía eléctrica que se necesita para extraer el petróleo se generaba principalmente con diésel, del cual el país es deficitario. Ahora se usará el mismo gas asociado”

Este programa busca optimizar el uso del gas asociado, que es un recurso no renovable, para la generación de energía y significa un ahorro anual de 17 millones de dólares al dejar de comprar el diésel que actualmente se utiliza. Además de generar ahorro, el proyecto OGE disminuye el impacto ambiental ya que el gas asociado, al ser quemado, produce CO₂, elemento principal del calentamiento global.

En 1994 la Empresa PACIFPETROL fue una de las pioneras en tener un grupo electrógeno Marca Waukesha a gas, cuando el consumo no sobrepasaba los 300 kw. Con el tiempo y los proyectos de electrificación de pozos, la demanda en carga va en aumento y la empresa está obligada a instalar nuevos grupos y que su disponibilidad o tiempos de operación sobrepasen el 95% anuales para que representen una buena rentabilidad, esto no sucede en la empresa PACIFPETROL, por la cual está obligado a realizar un estudio minucioso para optimizar los tiempos de operación de los grupos.

En el año 2009 la empresa adquiere los dos grupos electrógenos palmeros 1 y 2. en la actualidad se realizará un montaje de palmero 3.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Empresa Pacifpetrol tiene 3 grupos electrógenos principales que son utilizados para abastecer de energía eléctrica a las diferentes áreas: Planta de gasolina, casa bomba, talleres, plantas compresoras, pozos electrificados, (GNV) gas natural para vehículos y oficinas centrales.

Los tres grupos electrógenos son considerados el corazón de la empresa ya que ponen en funcionamiento a casi todo el bloque, pero cuando se encuentra apagado se convierte en unos de los más principales problemas para la empresa ya que el campo se debe conectar a la red de CNEL, esto genera cortes de energía, grandes pérdidas y aumento de costo de producción en cada barril.

Se puede optimizar los tiempos de operación de los grupos electrógenos atacando a los principales factores que causan que los grupos electrógenos estén deshabilitados.

Uno de los principales problemas o factor que causa una parada de los grupos electrógenos es la parte mecánica ya que los motores parte del grupo son a combustión interna, y son intervenidos con mantenimiento preventivo, correctivos y overhaul por parte de los mecánicos de la empresa y las compañías INDUSUR, ARCOLAN y la parte generadora por MILCAVAL, la mayoría de sus equipos son cambiados cuando presenta daño.

Existe componentes como válvulas reguladoras, filtros, equipos de medición que no entran en los mantenimientos, o no se lleva un control de horas de funcionamiento.

El no tener los repuestos o un en stock a tiempo, este problema nos genera que los grupos estén apagados por más de dos días.

En este año 2014 se realizó un mantenimiento overhaul a uno de sus generadores por parte de la compañía INDUSUR, desde su entrega el generador quedo con muchas fallas, principalmente tuvo problemas con los turbos luego se fundió un pistón, calibración de válvulas, todo esto trae como consecuencia que el equipo permanezca deshabilitado varios meses.

Si un grupo electrógeno es deshabilitado por cualquier daño mecánico menor, la empresa solo cuenta con un solo mecánico de turno, especialmente en la noche, quien se dedica a varias responsabilidades, no se tiene respuesta a tiempo inmediata en la parte mecánica.

Otros de los factores principales es el % de oxígeno que trae el gas seco que alimenta a los motores de combustión existe un procedimiento y control que permite solo operar a los grupos siempre y cuando el porcentaje se encuentre menor a 2,5%, los responsables de esta situación son los re corredores de campo y

operador de planta de gasolina, que no tienen procedimientos para corregir a tiempo este problema el tiempo máximo que dura en encontrar el daño es hasta 24 horas y un mínimo de cinco horas.

Si el porcentaje de oxígeno supera los 2,5% los operadores de los grupos electrógenos están obligados a realizar el cambio de energía a CNEL por ende habrá un corte de energía y luego se procederá con el apagado de los grupos.

También podemos considerar factores externos como daños en las líneas de media y baja tensión, transformadores, cortocircuitos, aves, y otros. Cuando se presenta un daño de esta índole se saben disparar las protecciones instaladas en los generadores, provocando que se apaguen los grupos.

Estos factores externos también nos afectan a los tiempos de operación de los grupos electrógenos por poseer estos dispositivos de protecciones que se encuentran mal coordinados.

El departamento no cuenta con un manual de operación, o un procedimiento a seguir cuando se presenta daños comunes, o disparos de disyuntores principales.

La empresa Pacifpetrol, al igual que otras empresas petroleras del mundo, comienzan a optimizar recursos, por la caída del precio del barril, estamos obligados a minimizar los costos de mantenimiento, con un mejor control de repuesto, materiales, compras, mano de obra. Los factores que intervienen para que estos grupos se encuentren apagados son muchos, pero con una buena organización se podrá optimizar los tiempos de operación.

De los tres grupos electrógenos que tiene la empresa dos de ellos son de 750 kW de potencia activa, a 440v con frecuencia de 60 Hz, modelo PCG1000, con motor Cummins modelo GTA 50-G3 y generador marca Stanford, y un grupo electrógeno de 390 kW generando un voltaje de 440 V y 60 HZ de frecuencia, con motor Waukesha y generador Kohler, este último grupo electrógeno por sus años de funcionamiento presenta problemas al sincronizar con los dos grupos más

actuales, cuando llega a sincronizar de repente se sale de línea mandando toda la carga al segundo grupo, esto provoca que el otro grupo se desestabilice y se apague, provocando a continuación un corte de energía.

Los directivos y parte técnica de la empresa Pacifpetrol están consiente de la problemática que nos proporciona la generación eléctrica, por eso han decidido entrar a un proceso de mejoramiento continuo, y productivo, a través de la implementación de estudio para optimizar los tiempos de operación de los grupos.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la producción y los precios del barril del petróleo van descendiendo, y la extracción de un barril cada día genera más gastos, lo que obliga a cambiar rápida y bruscamente sus modelos de desarrollo económico e industrial de la empresa Pacifpetrol del bloque Ing. Gustavo Galindo.

Por parte de la gerencia a dispuesto a todos los departamentos reducir gastos, para no reducir más personal ya que el año pasado fueron despedidos 100 empleados.

Por parte del superintendente de mantenimiento está obligado a reducir gasto de consumo de energía eléctrica. Para poder lograr esta meta es necesario, realizar un “estudio para optimizar los tiempos de operación de los grupos electrógenos” de la empresa Pacifpetrol.

En la parte de mantenimiento se logrará reducir costos por cambios de equipos como bombas, bandas y filtros, turbos, y otros con la implementación del mantenimiento RCM, también permitirá establecer programas más eficaces de mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo y overhaul.

Los operadores y personal eléctrico gracias a la ejecución del manual de operación podrán estar seguros en realizar maniobras más seguras y tomar de decisiones que favorezcan en la operación de los grupos.

La producción como la extracción de crudo por medio de balancines electrificados y la producción de 85 barriles de gasolina en la planta, so serán afectados en el proceso, ya que la planta por cada corte demora en estabilizarse. Por eso el proyecto ayudará a mantener y aumentar la producción diaria.

Mejorando los tiempos de operación de los grupos electrógenos el departamento de proyectos estaría pensando en poner en marcha la tercera fase de electrificación de pozos para la extracción de crudo, donde consiste en cambiar los motores de combustión interna a motores eléctricos automatizados.

Optimizando los tiempos de operación de los grupos electrógenos se logrará reducir los cortes de energía al año.

1.4. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio técnico tomando en cuenta las prácticas y técnicas recomendadas en ingeniería industrial para optimizar los tiempos de operación de los grupos electrógenos de la empresa Pacifpetrol ubicado en la Parroquia Ancón, Provincia de Santa Elena.

1.4.1. Objetivo específicos

- a) Analizar la situación actual de la empresa Pacifpetrol ubicado en la Parroquia ancón, Provincia de Santa Elena.
- b) Realizar un análisis de la problemática de los grupos electrógenos.
- c) Desarrollar la propuesta del estudio técnico para optimizar los tiempos de operación de los grupos electrógenos.
- d) Realizar un análisis del estudio costo beneficio del estudio.

CAPÍTULO II

LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO

2.1. UBICACIÓN DE LA EMPRESA

Se encuentra localizado en América del Sur, dentro del territorio de la República del Ecuador, actual Provincia de Santa Elena , en la Parroquia Rural San José de Ancón se encuentra ubicada geográficamente a 2°19'30.61" De latitud y a 80°51' 18.01". De longitud, a 563 pies sobre el nivel del mar. A 120 Km. al Este de la Ciudad de Guayaquil y a 540 Km. Sur-Oeste de la Ciudad de Quito.

LIMITES: Ancón está delimitado geográficamente por:

NORTE: Jurisdicción de la cabecera Cantonal Santa Elena, del cantón del mismo nombre.

SUR: Por el Océano Pacífico.

ESTE: Por la Parroquia Atahualpa, Integrante del Cantón Santa Elena y la Jurisdicción de la Cabecera Cantonal Santa Elena, del cantón del mismo nombre.

OESTE: Por la Parroquia José Luis Tamayo (MUEY) del Cantón Salinas y la Jurisdicción de la Cabecera Cantonal La Libertad, del Cantón del mismo nombre, como se indica en la imagen # 1.

Imagen 1. Mapa de ubicación



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

2.2 BREVE RESEÑA HISTÓRICA DEL BLOQUE “GUSTAVO GALINDO VELASCO”

El bloque “Gustavo Galindo Velasco”, conocido también como bloque ancón, está localizado en la Provincia Santa Elena, ubicado a 120 Km al Oeste de la Ciudad de Guayaquil

Fue descubierto en 1911 con la perforación del pozo ancón 001. Este bloque agrupa varias áreas marítimas y terrestres, las cuales originalmente fueron explotadas por Anglo Ecuadorian Oilfields desde 1921 hasta 1976. Durante ese período fueron perforados 2.814 pozos, alcanzando una producción de 10,000 BPPD.

En 1976 el bloque pasó a ser operado por CEPE (Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana), período en el cual se perforaron 5 pozos y la producción promedio fue 780 BPPD.

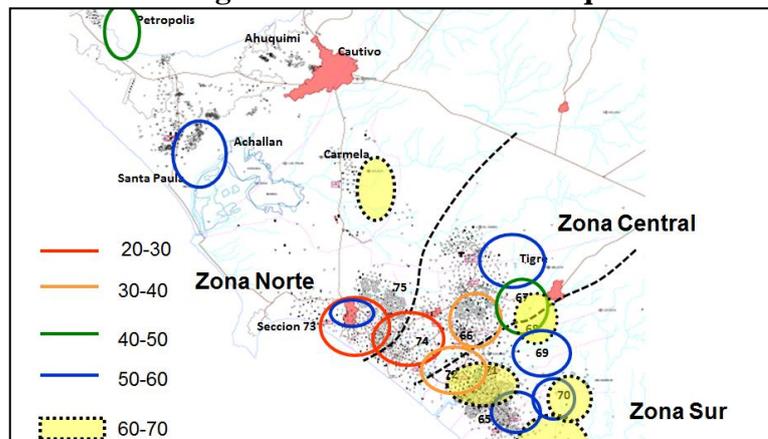
A partir de octubre de 1994; la ESPOL (Escuela Superior Politécnica del litoral) tomo a su cargo el Bloque para lo cual se unió en consorcio con CGC (Compañía General de Combustibles), que inicio su operación en 1996, realizó estudio de Impacto Ambiental, registro 400km de líneas sísmicas 2D y perforo 15 pozos, alcanzando en el año 2000 una producción máxima de 1000 BPPD.

A inicios del 2002, el grupo Synergy a través de la operadora Pacipetrol S.A adquirió los derechos de CGC, continuando el consorcio ESPOL-PACIFPETROL, tomando a su cargo la operación de 1.200 km², de los cuales el 38% le corresponde al área terrestre en donde hay aproximadamente 1500 pozos.

En la actualidad el bloque tiene una producción diaria de 1109 barriles de petróleo y 80 barriles de gasolina natural.

El bloque Gustavo Galindo Velasco está dividido en tres zonas Norte, Central y Sur, como se observa en la imagen # 2. Cada una está dirigida por un grupo técnico encargado de analizar la información de los pozos para programar los trabajos de mantenimiento y reacondicionamiento de los mismos.

Imagen 2. Zonificación del bloque



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

Para el desarrollo de las áreas del bloque Gustavo Galindo Velasco, el grupo cuenta con el área integrada de yacimientos, conformada por un grupo de técnicos en Geociencias y Yacimientos, quienes analizan la información existente y proponen planes para cumplir con el principal objetivo que es el incremento de la producción.

2.3. MISIÓN

Producir hidrocarburos trabajando en equipo para generar riqueza sustentable.

2.4. VISIÓN

Ser un referente en la industria caracterizado por la rentabilidad, flexibilidad y creatividad, con responsabilidad social y ambiental trabajando en equipo en un excelente clima laboral

2.5. POLÍTICA DE CALIDAD, AMBIENTE, SALUD Y SEGURIDAD

Grupo Synergy en su misión de producir hidrocarburos trabajando en equipo para generar riqueza sustentable, aplica la siguiente política de Calidad, Ambiente, Salud y Seguridad comprometiéndose a:

- Dar cumplimiento a sus objetivos y metas apoyándose en la mejora continua de sus procesos para alcanzar su visión de ser un referente en la industria, caracterizado por la rentabilidad, flexibilidad y creatividad.
- Cumplir con la legislación, las obligaciones contractuales y los compromisos adquiridos, manteniendo los valores institucionales de confianza, responsabilidad, compromiso e integridad.
- Prevenir la contaminación ambiental en sus operaciones, aplicando procedimientos y tecnologías aceptadas; y actuando con responsabilidad social.
- Evaluar y controlar los factores de riesgo en sus proyectos, cuidando la salud de sus colaboradores, considerándolos como centro de su estrategia.
- Propiciar una comunicación eficaz tanto interna como externa.

2.6. LAS ACTIVIDADES EMPRESARIALES

El bloque Gustavo Galindo Velasco se ha dividido en diferentes unidades de negocios para una mejor administración y operación las cuales nombramos a continuación:

- **Unidad de negocio Norte.-** Que está compuesta por las secciones de Santa Paula, Petrópolis, y Morrillo.
- **Unidad de negocio centro -oeste.-** Que está compuesto con las secciones 73, 66, 74 y Carmela.
- **Unidad de negocio centro –este.-** Que está compuesto por las secciones 67 y tigre
- **Unidad de negocio sur.-** Que contiene las secciones 65, 68, 69, 70, 71,72 y certeza

Entre las principales actividades de producción las más importante es la de extraer el crudo que se encuentra bajo el suelo, existen varias formas de intervenir los pozos a continuación nombramos las siguientes:

- Bombeo mecánico: 310 pozos
- Swab :245 pozos

- Herramienta local: 948 pozos
- plunger lift: 8 pozos.

2.6.1. BOMBEO MECÁNICO

El bombeo mecánico es un sistema de levantamiento artificial más utilizado en las empresas petroleras a nivel mundial, por su:

- Alta eficiencia
- Fácil diagnóstico de fallas
- Facilidad de operación
- Resistencia a condiciones de trabajo severa
- Amplio rango de aplicaciones.

El funcionamiento del bombeo mecánico, tiene como función principal que la bomba de subsuelo recibe el fluido desde la formación hacia dentro de la sarta de producción y levantamiento hacia la superficie. Este procedimiento se lo efectúa por medio de un balancín fijo o móvil, este balancín posee dos aspas que oscilan en forma circular, que es impulsada por la energía que proviene de un motor de combustión interna o actualmente un motor eléctrico.

Imagen 3. Balancín fijo con motor a combustión



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

2.6.2. UNIDADES DE SWAB (PISTONEAR)

Para la extracción de los fluidos de los pozos, en esta operación se realiza debido una presión de la formación del pozo no es suficiente mayor como para vencer la columna hidrostática que existe y poder expulsar el líquido drenado a superficie. El drenaje es muy lento de estos pozos respecto al tiempo. Para este caso se utiliza esta técnica que consiste en utilizar un cable de acero que va enrollado en un carrete de un winche de la unidad de swab, el cable baja hasta la posición donde se puede ubicar fluidos para obtener muestras. Después va ubicado un porta copas succiona el crudo al momento de aplicar la acción oscilante de un pistón; es decir, que succiona el crudo por efecto de subir y bajar el cable, presionando la varilla y permitiendo el ascenso a superficie del fluido dentro del tubing.

El proceso de pistonear consiste en bajar el cable más o menos 50 pies por debajo del contacto agua-petróleo de tres o cuatro veces y luego recogerlo rápidamente para que se supere el peso de la columna de fluido y llegue a la superficie. Esta operación se repite varias veces hasta que el volumen extraído de crudo comience a disminuir. La producción es almacenada en tanques o carretas móviles, luego es recogida por los tanqueros y llevado a casa bomba.

Equipo de pistoneo: Está formado por todos los componentes y accesorios que se utilizan durante la realización de la operación de pistoneo. Estos componentes y accesorios se pueden clasificar como: De superficie y de subsuelo.

De superficie:

- Equipo de Swab.
- Lubricador hidráulico.
- Tuvo lubricador.
- Bomba hidráulica manual
- Árbol de pistoneo con bandeja colectora de fluidos.

De subsuelo:

- Cable de acero
- Guardacabo.

- Unión giratoria
- Varillón.
- Caja.
- Mandril (porta copas)
- Copa de Swab.
- Válvula de retención de fondo (standing valve).

Imagen 4. Unidad de swab



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

2.6.3. UNIDADES DE HL (HERRAMIENTA LOCAL)

Es el tipo de operación más utilizado dentro del campo; 876 pozos operan bajo esta modalidad. Consiste en un recipiente metálico tipo botella, que por medio de un cable que esta enrollado en un carrete de un winche, desciende hasta tener contacto con el crudo del pozo, abriéndose un dispositivo que le permite llenarse. Una vez lleno se cierra y es llevado nuevamente a su posición original enrollando nuevamente el winche y se dispone del petróleo obtenido en tanque móvil. Se repite varias veces hasta dejar seco el pozo, como se indica en la imagen # 4.

Imagen 5. Unidad de HL



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

2.6.4. Descripción de las instalaciones

La siguiente sección describe brevemente las instalaciones existentes en el campo Gustavo Galindo Velasco –GGV.

2.6.5. Campamento Base

Espacio destinado a las operaciones centrales del Consorcio ESPOL-PACIFPETROL S.A., dividido en diferentes áreas: Operación, producción, SSA, mantenimiento y oficinas; además existe un dispensario médico y un vivero experimental.

Cuentan con una Bodega General de materiales e insumos. Dicha bodega se encuentra techada, pavimentada e impermeabilizada con canales perimetrales para la recolección de posibles derrames y con extintores ubicados estratégicamente. Todos los materiales se ubican ordenadamente en pallets de madera.

Imagen 6. Base de Operaciones



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

El área de mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos tanto de motor de gasolina y motor de diesel, se divide en los siguientes talleres:

- Taller Mecánico para Vehículos Livianos
- Taller de Torno
- Taller de Motores
- Taller SW
- Taller de Suelda
- Taller de bombas
- Taller Gas Lift

El campamento cuenta, además, con un área donde se ubican los generadores emergentes marca Kohler, potencia nominal de 390KW cada uno, transformadores, una oficina de control además de un taller eléctrico exclusivo para esta área y un sistema separador API.

2.6.6. Casa Bomba

Es la estación central de almacenamiento de petróleo y de separación de agua de formación, la cual cuenta con tres tanques principales: Tanque N y Tanque H juntos tienen una capacidad total de 41.144 barriles de crudo. Además cuenta con un tanque de almacenamiento de lodos contaminados de una capacidad de 373.87 m³; cabe indicar que esta instalación es uno de los pasivos heredados por la actual operadora de antiguos regímenes estatales y privados, se muestra instalaciones de casa bomba en la **imagen # 7**.

Imagen 7. Casa bomba



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

TANQUE N

CAPACIDAD NOMINAL 19.150 BLS

CAPACIDAD OPERATIVA 17.300 BLS.

Imagen 8. Tanque N



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

TANQUE H

CAPACIDAD NOMINAL 21.994 BLS

CAPACIDAD OPERATIVA 19.680 BLS.

Imagen 9. Tanque H



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

2.6.7. Estaciones / Secciones

El campo se divide en 38 estaciones agrupadas en 4 Unidades de Negocios. Estas estaciones contienen cerca de 2800 pozos. La mayoría de las estaciones solo almacenan crudo en los tanques instalados en las mismas, los equipos y sistemas de separación de gas-crudo de cada sección se encuentran en un plan de abandono

y desinstalación de los mismos de acuerdo a un cronograma establecido, y el crudo es transportado mediante el uso de camiones Vacuum.

2.6.8. Planta de Gasolina

Las instalaciones de la Planta de gasolina se ubican en la Sección 66, ocupa un área aproximada de 300 m², fue construida en el año 1976 y dejó de operar en el año 2004. Durante la inspección de campo se encontraba operando, como parte del proyecto de Captación, Compresión y Planta de Gasolina, que básicamente es la readecuación de la Planta de Gasolina existente, la misma que permitirá mejorar la eficiencia y aprovechamiento del gas natural del bloque.

Imagen 10. Planta de extracción de gasolina y deshidratación de gas natural



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

2.6.9. Descripción de las Instalaciones planta de Gasolina

A continuación se describe las partes que componen las instalaciones de la Planta de gasolina, a manera de información general:

Tanque de Aceite Absorvedor: Almacena el aceite absorvedor antes de iniciar el proceso en la Planta y también el aceite pobre que sale de la torre de destilación.

Tanque Acumulador de Aceite Rico: En el interior se almacena el aceite rico proveniente de la Refinería La Libertad.

Tanque de Reflujo: Su funcionamiento es similar al de un separador. En el tanque de reflujo se separa un remanente de agua presente en la gasolina, una vez salida del condensador. Del tanque de reflujo una parte de la gasolina se distribuye a la torre de destilación y otra parte va hacia el tanque de producto final.

Imagen 11. Tanque de reflujo



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

Tanque de Producto: Almacena la gasolina proveniente del tanque de reflujo.

Horno: Su función es cocinar el aceite rico mediante la combustión del gas doméstico; normalmente trabaja a una temperatura de entrada de 240 Fo y una salida de 390 °F.

Imagen 12. Horno



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

Caldero: Su función es generar vapor de agua mediante la combustión de gas natural; normalmente trabaja con una presión de vapor de 90 psi.

Torre de Absorción: En su interior se forma el aceite rico como resultado de la mezcla entre el aceite absorbedor y el gas rico. El gas que sale de la torre es un gas seco que es utilizado para consumo como combustible para el horno y el caldero y la diferencia del gas que sale de la planta es utilizada en dos nuevos proyectos: Gas Natural Vehicular y Generación.

Torre de destilación: En su interior se forma la gasolina natural como resultado de la mezcla del aceite rico cocinado y el vapor de agua. La gasolina natural que se forma en la torre de destilación se encuentra en estado gaseoso, el aceite que sale de la torre es aceite pobre que retorna al tanque V-150.

Imagen 13. Torres Absorción destilación



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

Deshidratador: Ingresan la gasolina proveniente de la torre de destilación y separa el agua que esta pueda contener, la gasolina tratada regresa a la torre de destilación en estado líquido.

Reclaimer: Su función es retener las impurezas que pueda tener el aceite cocinado antes de entrar a la torre de destilación.

Intercambiador de calor: Calienta el aceite rico antes de que entre al horno para ser cocinado y enfría el aceite pobre proveniente de la torre de destilación antes de ingresar al tanque de almacenamiento de aceite absorbedor.

Imagen 14. Intercambiador de calor



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

Condensador: Enfría aún más los productos que ingresan al mismo; condensa el producto que sale de la torre de destilación y separa la gasolina natural del agua.

2.6.10. Planta compresora 67

Está ubicada en la antigua estación 67, succiona el gas de los pozos conectados a las estaciones de producción 1,2,3,4; opera con una presión promedio de -2 PSI en la succión del compresor y 140 PSI en la descarga del mismo. Maneja un caudal de gas aproximado de 400000 SCFD y se encuentra ubicada a una distancia de 2.5 Km. de la Planta de gasolina y a una distancia de 2 Km. de la planta de compresora de Tigre.

Imagen 15. Planta compresora 67

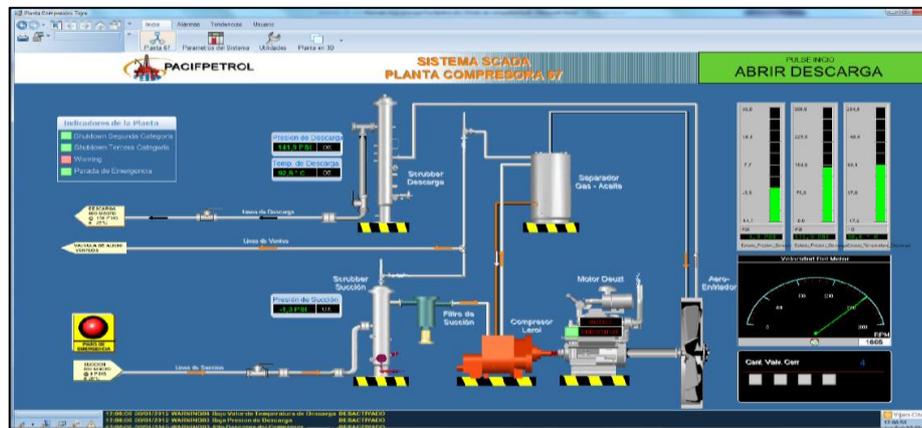


Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

El compresor trabaja con el accionamiento de un motor eléctrico de 200 hp, el mismo que cuenta con un variador de frecuencia el cual permite el control de las RPM del motor y por ende del compresor, esto con el fin de poder mantener la presión de succión estable y minimizar posibles contaminaciones con aire en el sistema por fugas que pudieran presentarse.

Para un mejor control y un acceso más rápido a la información que genera la operación del compresor se dispone de un sistema Scada, el mismo que permite monitorear y de ser el caso apagar la planta compresora remotamente.

Imagen 16. Palla principal Sistema Scada



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

2.6.11. Planta compresora Tigre

Está ubicada en la antigua estación Tigre , succiona el gas de los pozos conectados a las estaciones de producción 5,6,7, y sección 66; opera con una presión promedio de -2 PSI en la succión del compresor y 145 PSI en la descarga del mismo. Maneja un caudal de gas aproximado de 400000 SCFD y se encuentra ubicada a una distancia de 3.5 Km. de la Planta de gasolina y a una distancia de 2 Km. de la planta de compresora de 67.

Tiene las mismas características de operación de la planta compresora de 67, y cuenta de la misma manera con el sistema Scada para su monitoreo.

Ambas líneas de descarga confluyen frente a la estación 67 y forman el gasoducto de 4 pulgadas, que alimenta a Planta de Gasolina, logrando entregar un promedio de 800000 SCFD de gas rico para el proceso de deshidratación y extracción de gasolina natural.

Imagen 17. Planta compresora tigre



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

2.6.12. Planta Absorvedora de Gasolina Natural Santa Paula

En la estación de Santa Paula, funciona una planta absolvedora, cuyo proceso consiste en hacer circular aceite absolvedor en contra corriente con el flujo de gas de Santa Paula. El caudal a ser procesado es de alrededor de 500 MSCFD, como resultado de este proceso se tiene aceite rico

El aceite rico producto es almacenado y transportado mediante tanqueros a Planta de gasolina. En Planta se completará el proceso con la inclusión de este aceite rico en hidrocarburos pesados a la corriente de aceite rico de las demás secciones.

Imagen 18. Planta absorvedora de Gasolina Natural Santa Paula



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

2.6.13. Estación de Gas Natural Vehicular

Existe la Estación de Servicio Piloto (Ancón) de Gas Natural Vehicular –GNV-, cuya función es comprimir el gas pobre resultante del proceso de absorción (Planta de gasolina) para abastecer a alrededor de 27 camionetas de Equipenínsula para Gas natural Vehicular (inicialmente). Se consumen 15 Mscfd de gas natural.

Esta estación cuenta con un sistema automático para mantener la presión a 120 PSI del gas pobre para luego pasar por los tamices moleculares (proceso de deshidratación) y posteriormente al Compresor marca ASPRO (proceso de compresión) donde alcanza presiones de 250 BAR, para finalmente enviar por medio de líneas interna a los Surtidores (2) con los que cuenta la estación para el abastecimiento de los Acumuladores con capacidad de 1215 lts, instalados en las camionetas de la operadora exclusivamente.

El área de la estación se encuentra techada; está pavimentada con hormigón armado e impermeabilizada. El sitio de abastecimiento (área de surtidor) cuenta con canaletas. Las instalaciones cuentan con extintores ubicados estratégicamente y con una bomba para la provisión de agua en caso de requerirse.

Imagen 19. Estación GNV



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

2.6.14. Planta de Generación eléctrica

Se encuentra ubicado en base de operaciones tras talleres A&B, la empresa Pacifpetrol cuenta con tres grupos disponibles.

Imagen 20. Planta de generación de generación eléctrica



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

2.7. SU SISTEMA PRODUCTIVO ACTUAL

2.7.1. Descripción de los productos

En el bloque Gustavo Galindo Velasco su mayor actividad es la extracción de crudo, con una producción variable de 1100 a 1200 BPPD que es almacenado en tanques y es entregado a la Refinería de La Libertad.

Con la rehabilitación la planta de gasolina produce 85 barriles de gasolina natural que es entregado por medio de tanqueros a la Refinería La Libertad la planta también realiza el proceso deshidratación de gas natural, que sirve como combustible para los vehículos livianos de la empresa y para el funcionamiento de los grupos electrógenos principales de generación eléctrica.

Los grupos electrógenos que tiene una capacidad de generar 1,7 MW.

Imagen 21. Revista mes de octubre



Fuente: Pacifpetrol S.A

Elaboración: Marcos Narváez

Grupos electrógenos palmero 1 y 2 y waukesha.

Un grupo electrógeno está formado principalmente por un motor de combustión interna, y esta acoplado con un generador que es el encargado de producir la energía eléctrica.

El combustible que utilizan diferentes grupos electrógenos, para que entren en funcionamiento puede ser: Diesel, gas licuado de petróleo, gasolina otros.

Las empresas seleccionan los grupos electrógenos de acuerdo a la demanda de la carga, y el tipo de combustible que tengan disponible.

Como se muestra en la Ilustración # 22 y 23. El grupo palmero 1 y 2 lleva este nombre porque su procedencia es de Argentina, ya que en este país estos grupos fueron modificados de diesel a gas natural.

Imagen 22. Grupos electrógeno palmero1



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

Imagen 23. Grupos electrógeno palmero2



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

En la **Imagen 24** tenemos al grupo Waukesha llamado así por llevar un motor de la misma marca, estos grupos son de origen americano, y es uno de los primeros que funcionó en la planta generadora de la empresa cuando el consumo era menor a 400kw, la empresa Pacifpetrol ha realizado ciertas modificaciones a este grupo

con la empresa ARCOLANS que se dedica a los mantenimientos de esta marca, ya que será considerado para un nuevo proyecto en la estación Santa Paula.

Imagen 24. Grupos electrógeno Waukesha



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

2.7.2 Descripción del sistema que intervienen en la producción de energía eléctrica

En las empresas petroleras se ha vuelto común la implementación de los grupos electrógenos, debido al aprovechamiento del gas natural que producen los pozos petroleros, y también la dependencia de estar conectados a una red de sistema nacional de interconectado, ya que generan costos de consumo y no brindan un servicio no confiable e inestable, ya que su producción depende de los niveles de agua en sus hidroeléctricas.

Motor a combustión interna

Es la parte más importante porque es la fuerza mecánica inicial.

Imagen 25. Motor CUMMINS



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

Generador

Es encargado de la producción de la energía eléctrica, y está formado por el estator y rotor.

- **Estator:** La parte fija exterior de la máquina en la que se encuentran las bobinas inducidas que producen la corriente eléctrica. El estator se coloca sobre una carcasa metálica que le sirve de soporte.
- **Rotor:** Se trata del componente móvil que gira dentro del estator y que provoca el campo magnético inductor que genera el bobinado inducido.

Imagen 26. Generador



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

Sistemas de escape

El sistema de escape realiza dos acciones fundamentales:

La primera es conducir los gases residuales calientes de la combustión, que produce el motor hacia la atmósfera y alejadas de las personas.

La segunda acción es reducir el ruido que producen estos gases al salir del motor, estos gases llegan a tener grandes presiones y pasan con grandes fuerzas, lo cual produce una onda expansiva que produce mucho ruido, este ruido puede ser reducido mediante un silenciador que está conectado en la trayectoria del tubo de escape.

Imagen 27. Sistema de escape



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

Sistema de enfriamiento

Está compuesto por un radiador que puede ser enfriado por Aero ventiladores.

Este radiador está compuesto por dos cámaras para el líquido refrigerante, superior e inferior que por medio de varios tubos de pequeña sección se unen, el líquido caliente del motor entra por la cámara superior del radiador después de haber pasado el termostato y fluye hacia abajo, atravesando el haz de tubos, en el que pierde calor. Los tubos llevan aletas acopladas de aluminio para aumentar la superficie de contacto con el aire. El agua refrigerada pasa a la cámara inferior del radiador y vuelve después al motor a través de la bomba de agua.

Imagen 28. Sistema de enfriamiento



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

Sistema de lubricación

La misión del aceite en el motor no consiste únicamente en disminuirla fricción y el desgaste, sino también en lubricar los pistones, cojinetes y demás partes móviles. Contribuye asimismo a evitar fugas de gases a presión elevada; Elimina el calor de zonas calientes y lo transmite al aire a través del cárter; reduce la corrosión y absorbe algunos productos nocivos de la combustión. El aceite se encuentra en el cárter, que es la parte más baja del motor. Una bomba lo hace ascender y atravesar un filtro hasta llegar a los cojinetes de bancada del cigüeñal.

En condiciones normales, la bomba impulsa varios litros de aceite por minuto, a una presión controlada por la válvula de regulación. Desde los cojinetes de la bancada, el aceite llega hasta los cojinetes de biela a través de unos conductos de practicados en el cigüeñal y de unas ranuras que poseen los cojinetes de bancada.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

3.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DE CALIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

Para mantener a los grupos electrógenos estable o en condiciones normales se debe tomar en cuenta muchos parámetros de funcionamiento de sus componentes especialmente en sus dos partes principales que son la parte generadora y la parte del motor de combustión.

El combustible en este caso el gas de abastecimiento debe estar y cumplir las condiciones requeridas para el buen funcionamiento de los grupos.

El porcentaje de oxígeno que contiene o se contamina el gas que es fuente de combustible, es una de las principales causas para que los grupos electrógenos cambien sus características de funcionamiento, y los tiempos de operación.

Este alto porcentaje de oxígeno cambia la mezcla de gas en la cámara de combustión de cada pistón y se producirá cambios en la detonación, se pueden producir daños graves en la parte del motor a combustión los daños pueden ser en los pistones, cilindros, rines, válvulas, turbos, entre otros.

Es preferible si el porcentaje sube a mayor 2,5% se tiene como procedimiento apagar el grupo, por consiguiente esto produce cortes de energía.

La variación de frecuencia y voltaje en los grupos debe ser considerado como una de las características más importantes en estos grupos, ya que si se encuentran fuera de los parámetros permisibles pueden ocasionar daños a los equipos eléctricos que están siendo suministrado de energía por estos grupos.

Si los valores permisibles de frecuencia y voltaje cambian en su tolerancia, el grupo electrógeno se alarma en warning, y luego manda apagar al grupo

automáticamente, produciendo cortes y no disponibilidad de los grupos, esta variación puede ser provocada por diferentes tipos de problemas, estas pueden ser: Fallas en controlador easy gen, tarjetas electrónicas inhibidas del generador, baja presión de gas otros.

Las temperaturas adecuadas en ciertos componentes de los grupos, también consideramos como variables de calidad, estas no deben sobrepasar sus límites de tolerancias, las más importantes son: Las temperaturas de aceite del motor de combustión, temperaturas en turbos, silenciadores, temperatura de refrigerante, temperaturas en cabezotes, y otros.

Las temperaturas pueden producir daños graves a los componentes mecánico, y esto provoca a no tener operativos los grupos.

3.2. ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO: MATERIA PRIMA, MANO DE OBRA, MÁQUINAS Y EQUIPOS

Para mantener el campo con energía producida por parte de los grupos electrógenos se debe tener a disposición los siguientes elementos que se detallan a continuación.

3.2.1. Materia prima

Tomando en consideración la ley de conservación de la energía “La energía no se crea ni se destruye solo se transforma y el ciclo de Otto” que se aplica en los motores de combustión interna de encendido provocado tenemos:

- Que de la energía mecánica obtendremos energía eléctrica, y como materia prima para el movimiento mecánico tenemos el gas natural.
- Existen dos tipos de gases que son extraídos de diferentes sectores el gas pobre y gas rico.

- El gas pobre es conocido por contener bajos hidrocarburos líquidos licuados o ya no los contiene, también se lo denomina gas natural licuado.
- El gas rico, tiene altos porcentajes de hidrocarburos pesados como metano, butano, propano otros. Muchos de estos gases normalmente se separan como líquido de gas natural.

En la **tabla 1** tenemos los diferentes tipos de gas y los sectores de donde son producidos para que entren en funcionamiento los grupos electrógenos.

Tabla 1. Tipos de gases

TIPO DE GAS	SECTOR
Gas pobre	Planta de gasolina
Gas pobre	Compresora santa paula
Gas pobre	Navarra
Gas rico	Directo de compresora 67 y tigre

Fuente: Pacifpetrol S.A

Elaboración: Marcos Narváez

3.2.2 Mano de obra

Los operadores de generación son los que están a cargo de controlar, poner en marcha apagar, sincronizar y reportar cualquier daño o cambio de parámetros que pase en los grupos. En la siguiente **tabla # 2** se detallan el personal que está a cargo del control, monitoreo y mantenimiento tanto en la parte eléctrica, como la parte mecánica.

Tabla 2. Personal eléctrico y mecánico

ELÉCTRICOS	
Nº DE PERSONAS	CARGO
1	Supervisor eléctrico
1	Asistente eléctrico
3	Operadores de generación.
MECÁNICOS	
1	Supervisor mecánico
4	Técnicos mecánicos

Fuente: Pacifpetrol S.A

Elaboración: Marcos Narváez

3.2.3. Identificación de los equipos que intervienen en el proceso de producción de energía eléctrica

Para producir energía eléctrica con los grupos electrógenos se necesita de equipos y sistemas complementarios.

En el **Cuadro # 3**. Detallamos los diferentes equipos y sistemas con sus principales características.

Tabla 3. Equipos y sus características

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS
	<p>ACUMULADORES V03 24" DIÁMETRO X 56Ft LARGO V04 42" DIÁMETRO X 55Ft 6" LARGO MÁXIMA PRESIÓN 200PSI ESPESOR 3/8"</p>
	<p>VÁLVULAS DE COMPUERTAS (CELESTES) 4PULGADAS 2 PULGADAS VÁLVULA KIMRAY ((ROJA) REGULADORA DE 110PSI A 60 PSI.</p>
	<p>SEPARADOR GAS- LIQUIDO HORIZONTAL V-05 24" DIÁMETRO X 7Ft 6" LARGO MÁXIMA PRESIÓN 200PSI ESPESOR 1/2"</p>



**SEPARADOR VERTICAL GAS -LIQUIDO
V-06
VÁLVULA DE EMERGENCIA
18 "DIÁMETRO X 5Ft
MÁXIMA PRESIÓN 200PSI
ESPESOR 3/8**



**FILTRO COALESCENTE NGGC336
POLYPROPYLENE
DIFERENCIAL DE PRESIÓN 10-15 PSI
TEMPERATURA 180°F/82°C
D=6IN
ESPESOR 1/4IN**



**MEDIDOR DE CAUDAL
CAUDALIMETRO VORTEX
MODELO: OPTISWIRL 4070C
CON DISPOSITIVO INTEGRADO DE
COMPENSACIÓN DE PRESIÓN Y
TEMPERATURA.
ACERO INOXIDABLE
CONEXIÓN TIPO WAFER(ENTRE
BRIDAS)**



**ELECTROVÁLVULA
24 VOLTIOS DC
CONEXIÓN DE 2"**



**VÁLVULA REGULADORA
EQ-A 217
Presión de entrada 25 bar
Presión regulada 9 mbar
Conexión 2"**



**VÁLVULA REGULADORA
MAXITROL
Máxima presión 1/2 psi**

	<p>MOTOR CUMMINS Modelo: GTA50-G3 Cilindros: 16 "V" Velocidad:1800rpm</p>
	<p>GENERADOR STAMFORD SISTEMA TRIFÁSICO Modelo HCI634J Potencia:750kw 440v 60hz</p> <p>PROTECCIÓN TÉRMICA Y MAGNÉTICA Interruptor fijo NW16N1</p>
	<p>SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AERO VENTILADORES 6 ventiladores trifásicos Potencia :2,4kw Voltaje.440vots. Frecuencia 60hz Fases :3ph</p>
	<p>SISTEMA DE ESCAPE DE GASES</p> <ul style="list-style-type: none"> -silenciador fabricado en chapa gruesa de 1/8" -pintado con esmalte sintético para altas temperaturas 650⁰c -Conexiones bridadas con sus correspondientes contra bridas. -patas laterales de apoyo. -entrada y salida de flujo a 90⁰



**BANDEJAS DE
ALUMINIO
CONDUCTORES**



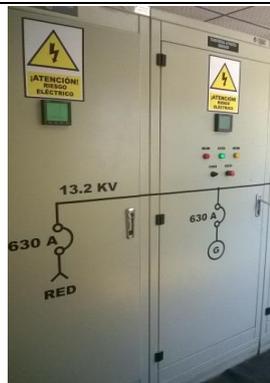
**TABLERO DE CONTROL
ADMINISTRADOR DE ENERGÍA EASY
GEN (SINCRONISMO)
INTERRUPTORES EXTRAÍBLES A2
440V**



**Panel de potencia
DISYUNTOR PRINCIPAL
Interruptor extraíble NTH16H1**



TRANSFORMADOR ELEVADOR
Potencia: 500KVA
Voltaje:440v/13200



Switchgear ATS
(automatic transfer System)
transferencia manual automática

Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

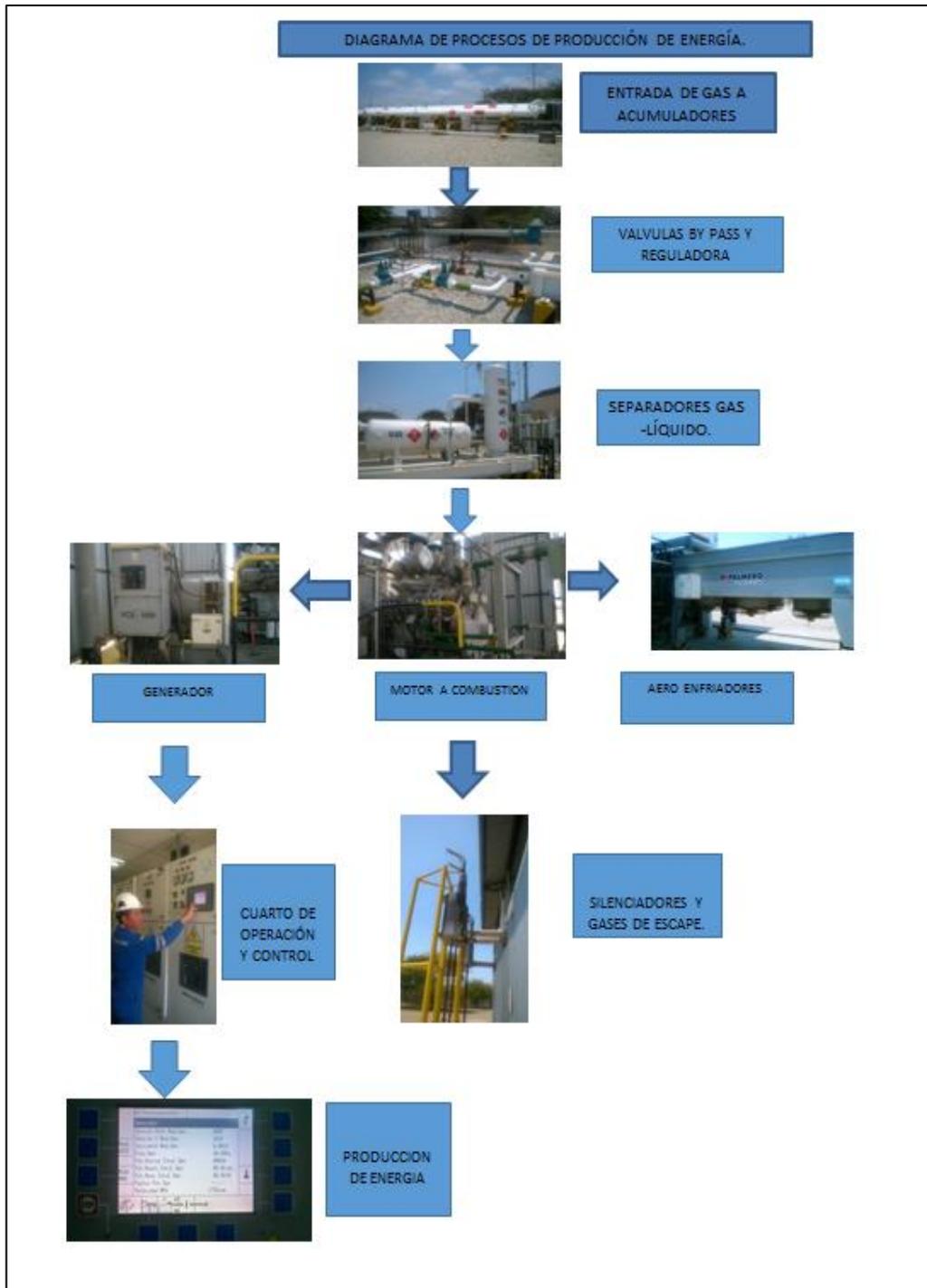
3.3. ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS Y DIAGRAMA DE PROCESOS PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los grupos electrógenos son abastecidos con gas de planta de gasolina mediante un gasoducto que llega a unos acumuladores y separadores al área de generación eléctrica, luego pasa a una válvula reguladora maxi trol donde baja la presión de 120 psi a 60 psi, luego pasa a los separadores verticales y horizontales, después una válvula EQA que baja la presión de 60 a 22psi, pasa a una electroválvula donde es activada por el controlador EASY GEN (cuarto de control), luego pasa a otra válvula reguladora maxi trol donde baja la presión de 22 psi a 8 pulgadas de agua; después pasa al carburador donde se mezcla con aire, esa mezcla pasa a las 16 cámaras de combustión donde es detonada y se produce los cuatro tiempo de un motor a combustión, el motor a combustión mueve a un generador produciendo un voltaje de 460 v entre fases y de una potencia nominal de 750 kW.

En el cuarto de control se encuentran las protecciones térmicas, disyuntores de media tensión, tableros de sincronismo, monitoreo por programa scada y desde este cuarto el operador del área pone en marcha, apaga, realiza sincronismo y monitorea a los grupos de electrógenos mediante el administrador de energía EASY GEN.

Según la demanda en potencia que requiera el campo el operador sincroniza dos o tres grupos electrógenos, normalmente en la actualidad solo se sincroniza dos grupos palmeros ya que se tiene problemas con el sincronismo del tercer grupo (generador Waukesha). En caso de tener problemas de operación en los grupos, el operador realiza el cambio de energía CNEL mediante dos disyuntores de media tensión, esta maniobra se la efectúa también en estado automático. En la **figura # 1** observamos el diagrama de proceso y sus equipos principales, que se utilizan en la producción de energía eléctrica, mediante los grupos electrógenos.

Figura 1. Diagrama de proceso para la obtención de energía eléctrica



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

3.4. APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS TÉCNICAS PARA DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

Existen varias herramientas técnicas para analizar problemas en producción y calidad, en este caso utilizaremos el diagrama causa -efecto, diagrama de Pareto y cuadros estadísticos para analizar la problemática.

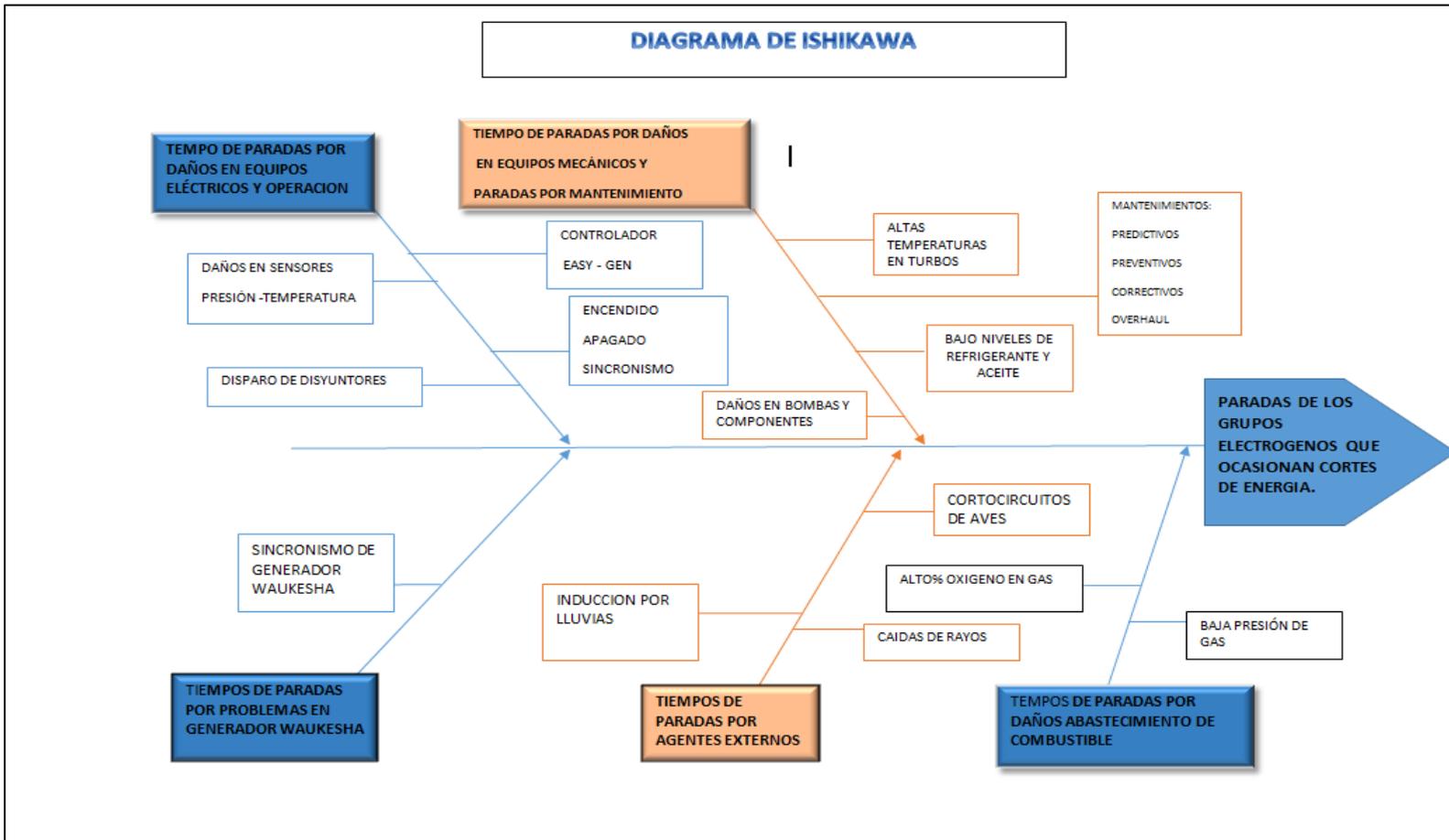
3.4.1. Aplicación diagrama de ISHIKAWA

El diagrama Ishikawa también conocido como diagrama de espina de pescado, diagrama causa - efecto, es una herramienta de calidad que la invento el Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1943, experto en control de calidad, esta herramienta nos permite determinar las diferentes causas, y se las ubica en la parte central de la espina y en la cabeza el efecto o síntomas que pretendemos analizar.

A continuación podemos describir nuestro efecto analizar “Las paradas de los grupos electrógenos que ocasionan cortes de energía”, y en la espina central tenemos las diferentes causas que nos ocasionan este problema, tiempos de paradas por daños en equipos eléctrico y operación, daños mecánicos, paradas por mantenimiento, por agentes externos, por daños y contaminación de abastecimiento de combustible y subdivide en espinas más pequeñas o sub causas que ocasionan las paradas en los grupos. **Ver figura N° 2.**

Podemos mejorar los tiempos de operación de los grupos electrógenos, considerando ya esta clasificación de causas que provocan el problema mayor paradas que causan cortes de energía, estos cortes de energía son considerados o calificados como una pésima calidad de energía, a su vez que ocasionan grandes pérdidas para la empresa.

Figura 2. DIAGRAMA ISHIKAWA



Fuente: Pacifpetrol S.A
 Elaboración: Marcos Narvaez

3.4.2. Aplicación del diagrama de Pareto para priorizar las causas de la problemática

El diagrama de Pareto es una herramienta gráfica para organizar datos de forma descendente, de izquierda a derecha donde se observa la separación por barras, nos permite asignar un orden de prioridades de fallas.

3.4.3. Análisis del diagrama de Pareto

En el **Cuadro # 4** en la primera columna detallamos las fallas más comunes por las que los grupos electrógenos son afectados en sus tiempos de operación. En la segunda columna el número de veces que se repite la falla en un determinado tiempo, en la tercera columna se lo detalla como frecuencia acumulada en porcentaje y en la última detallamos la frecuencia en porcentaje.

En la figura **Figura # 3**. Observamos las fallas en barras y las de mayor número de frecuencia y podemos analizar que el 80% de fallas corresponde a porcentaje de oxígeno daños mecánicos, mantenimientos y agentes externos. El 20% restante de fallas a daños eléctricos, sincronismo y operación. Continuando con el análisis podemos decir que si queremos optimizar los tiempos de operación de los grupos en el 80% comenzaremos a corregir las cuatros primeras.

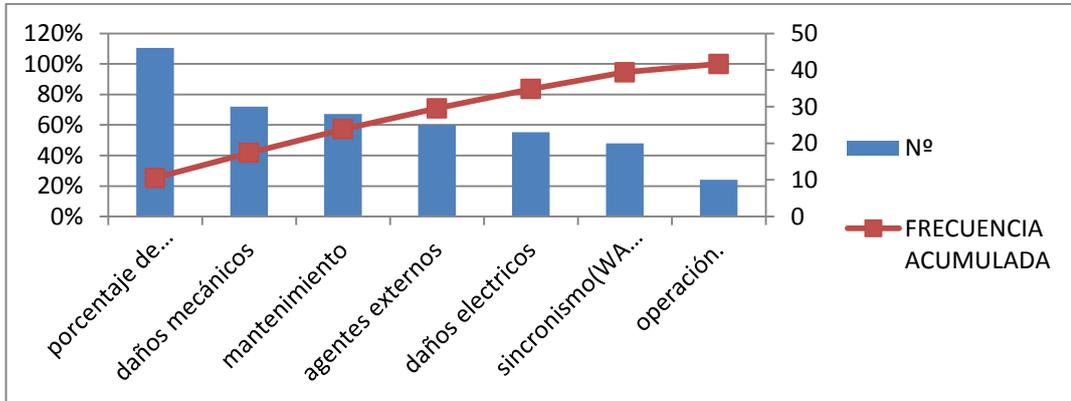
Figura 3. Datos para realizar diagrama de Pareto

TIPO DE DEFECTO O FALLA	Nº	FRECUENCIA ACUMULADA	FRECUENCIA
Porcentaje de oxígeno	46	25%	25%
Daños mecánicos	30	42%	16%
Mantenimiento	28	57%	15%
Agentes externos	25	71%	14%
Daños eléctricos	23	84%	13%
Sincronismo(WAUKESHA)	20	95%	11%
Operación.	10	100%	5%
Total	182		100%

Fuente: Pacifpetrol S.A

Elaboración: Marcos Narváez.

Figura 4. Diagrama de Pareto



Fuente: Pacifpetrol S.A

Elaboración: Marcos Narvaez.

3.4.4. Análisis y medición de la disponibilidad de los grupos electrógenos mediante datos estadísticos.

Para poder optimizar los tiempos de los grupos electrógenos debemos conocer su disponibilidad anual. Según el **cuadro # 5** hemos tomado datos estadísticos de mes a mes del año 2015, en primera fila se detallan las horas normales y los días que tiene cada mes, en la segunda fila sacamos un total de horas que deberían trabajar los grupos, en la tercera fila ponemos los meses de enero a diciembre, en la siguiente fila detallamos las horas paradas de los grupos, es decir las horas no disponibles por las diferentes causas.

En la quinta fila se realiza el cálculo de disponibilidad por mes a mes, en la sexta fila tenemos un porcentaje total de disponibilidad y los tiempos operativos de los grupos electrógenos. El promedio anual de disponibilidad calculada es de 89,65%. En la **figura #4** podemos observar la tendencia y los picos de disponibilidad de los grupos; también observamos las horas que los grupos no han estado operativos. Este análisis lo realizamos considerando los tiempos operativos de los tres grupos electrógenos. Consideramos que la diferencia de 10.35% anuales de tiempos no operacionales de los grupos electrógenos, el campo se debe conectar a las redes de CNEL.

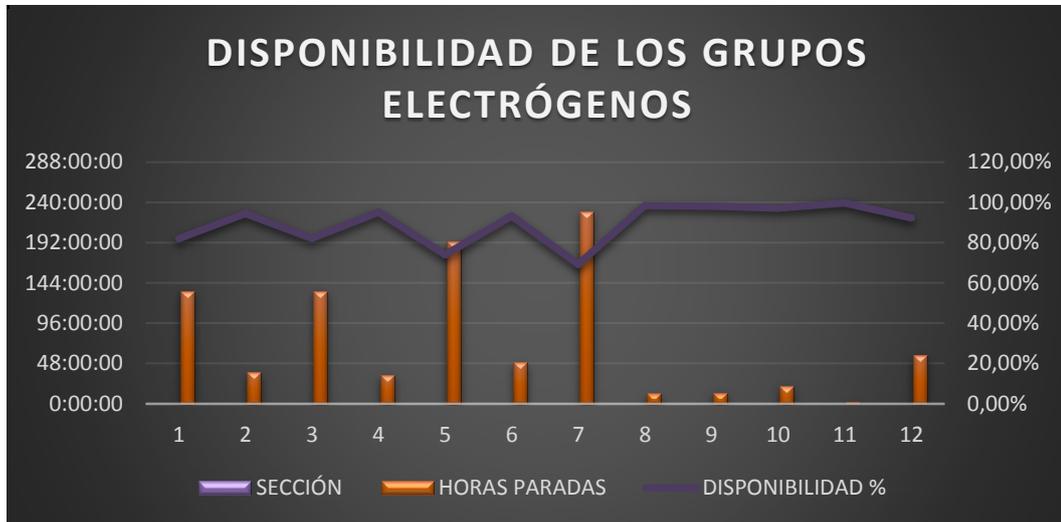
Tabla 4. Disponibilidad de los grupos electrógenos.

DISPONIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS. AÑO 2015	1	24:00:00	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
	HORAS OPERATIVAS MENSUALES TOTALES DE EQUIPOS		744:00:00	672:00:00	744:00:00	720:00:00	744:00:00	720:00:00	744:00:00	744:00:00	720:00:00	744:00:00	720:00:00	744:00:00
	SECCIÓN	MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCT	NOV	DIC
	HORAS PARADAS		134:00:00	37:00:00	133:40:00	34:00:00	193:00:00	49:00:00	229:00:00	12:00:00	13:00:00	21:00:00	2:00:00	58:00:00
	DISPONIBILIDAD %		81,99%	94,49%	82,03%	95,14%	74,06%	93,19%	69,22%	98,39%	98,19%	97,18%	99,72%	92,20%
PROMEDIO ANUAL	89,65%	HORAS OPERATIVAS	610:00:00	635:00:00	610:20:00	685:00:00	551:00:00	671:00:00	515:00:00	732:00:00	707:00:00	723:00:00	718:00:00	686:00:00

Fuente: Pacifpetrol S.A

Elaboración: Marcos Narváez

Tabla 5. Disponibilidad de los grupos electrógenos



Fuente: Pacifpetrol S.A

Elaboración: Marcos Narváez.

3.4.5. Análisis de consumo gas y energía de los grupos electrógenos mediante datos estadísticos

Las cargas del campo Gustavo Galindo son variables especialmente cuando hay bombeo de crudo a Refinería La Libertad, la carga aumenta unos 100kw de la potencia normal, son cuatro días de bombeo, dos en la quincena y dos a fin de mes.

Para cumplir con esta demanda de casi 750 kW a 800 kW debemos tener prendidos dos grupos, ya sea un grupo electrógeno palmero y o el grupo electrógeno Waukesha.

En la actualidad se tiene problemas con sincronismo entre estos grupos palmero y Waukesha, donde este último grupo se sale de línea, dejando toda la carga al grupo palmero, el grupo no soporta la carga, y por consiguiente, se apagará los grupos, produciendo cortes de energía.

Para tratar de reducir estos problemas de demanda, debemos tener dos grupos palmeros operativos.

Si un grupo palmero se encuentra en mantenimiento, un solo generador no podrá cumplir con la demanda, en ese caso estamos obligados a operar con CNEL.

En la siguiente **tabla # 6** las horas de producción de energía se encuentran activos un grupo electrógeno palmero y un grupo electrógeno Waukesha.

El grupo electrógeno palmero tiene un promedio de 379 kW de potencia entregada en el día y un promedio de 293kw potencia entregada en la noche, el grupo Waukesha 190kw potencia entregada en día y 199 kW en la noche. También se aprecia en la **tabla # 7** que los grupos electrógenos estuvieron deshabilitados 4 horas en la noche desde las 19:00 hasta las 22:00, estando conectado el campo a las redes de CNEL. El campo consumió 11,15 MWH (MEGA WATIOS /HORAS) solo por parte de los grupos electrógenos.

Tabla 6. Datos para realizar diagrama de Pareto

FECHA 12/01/2015			Turno: Día									
OPERADOR: MARCO NARVÁEZ												
		POTENCIA EN KW			MEDICIÓN DE COLUMNAS DE AGUAS Y BATERÍA							
Hora	SCFD	PALMERO 1	PALMERO 2	WAUKESHA	PALMERO 1 KIMRAY		BATERÍA	PALMERO 2 KIMRAY		BATERÍA	WAUKESHA	BATERIA
6:00	191544		356	190	8	8	24	8	8	26	4	27
7:00	189977		390	198	8	8	24	8	8	26	4	27
8:00	186138		360	187	8	8	24	8	8	26	4	27
9:00	184127		389	173	8	8	24	8	8	26	4	27
10:00	196753		360	199	8	8	24	8	8	26	4	27
11:00	196782		387	202	8	8	24	8	8	26	4	27
12:00	210215		384	198	8	8	24	8	8	26	4	27
13:00	187884		399	209	8	8	24	8	8	26	4	27
14:00	196685		398	203	8	8	24	8	8	26	4	27
15:00	197878		405	208	8	8	24	8	8	26	4	27
16:00	173427		353	155	8	8	24	8	8	26	4	27
17:00	191315		367	159	8	8	24	8	8	26	4	27
Promedio	191894		379	190	8	8	24	8	8	26	4	27

Fuente: Pacifpetrol S.A

Elaboración: Marcos Narváez

Tabla 7. Consumo de gas y energía, generación Eléctrica Pacifpetrol noche

Consumo de gas y energía, generación Eléctrica Pacifpetrol												
FECHA 12/01/2015				Turno: Noche								
OPERADOR :EDISON VILLÓN												
		POTENCIA EN KW			MEDICIÓN DE COLUMNAS DE AGUAS Y BATERÍA							
Hora	SCFD	PALMERO 1	PALMERO 2	WAUKESHA	PALMERO 1MAXITROL		BATERÍA	PALMERO 2 KIMRAY		BATERÍA	WAUKESHA	BATERÍA
18h00	181425		289	195	8	8	24	8	8	26	4	27
19h00	CNEL											
20h00	CNEL											
21h00	CNEL											
22h00	CNEL											
23h00	186320		292	197	8	8	24	8	8	26	4	27
00h00	189754		301	208	8	8	24	8	8	26	4	27
01h00	185571		287	195	8	8	24	8	8	26	4	27
02h00	174583		295	201	8	8	24	8	8	26	4	27
03h00	175284		305	197	8	8	24	8	8	26	4	27
04h00	187560		284	198	8	8	24	8	8	26	4	27
05h00	186582		291	204	8	8	24	8	8	26	4	27
Promedio	183385		293	199	8	8	24	8	8	26	4	27

Lect. Actu. 05:00	13/01/2015	16474,76
Lect. Ant. 05:00	12/01/2015	16463,61
CONSUMO MWH		11,15

Fuente: Pacifpetrol S.A

Elaboración: Marcos Narváez

3.4.6. Análisis por pruebas de laboratorio para medir calidad de gas de entrada en el proceso

Para garantizar el óptimo funcionamiento de los grupos electrógenos el gas combustible debe cumplir con ciertos parámetros a ser tomados en cuenta como, poseer un bajo porcentaje de oxígeno en la mezcla, una baja humedad (hidrocarburos licuables), por ende debe ser un gas seco.

Es necesario cumplir estas condiciones, por lo tanto se monitorea la calidad del gas combustible realizando pruebas cromatográficas puntuales y en tiempos reales, prueba que consiste en tomar una muestra de la línea de alimentación de gas y llevar al laboratorio Cromatógrafo de gases, equipo que se encarga de realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa de los componentes presentes en dicha muestra de gas.

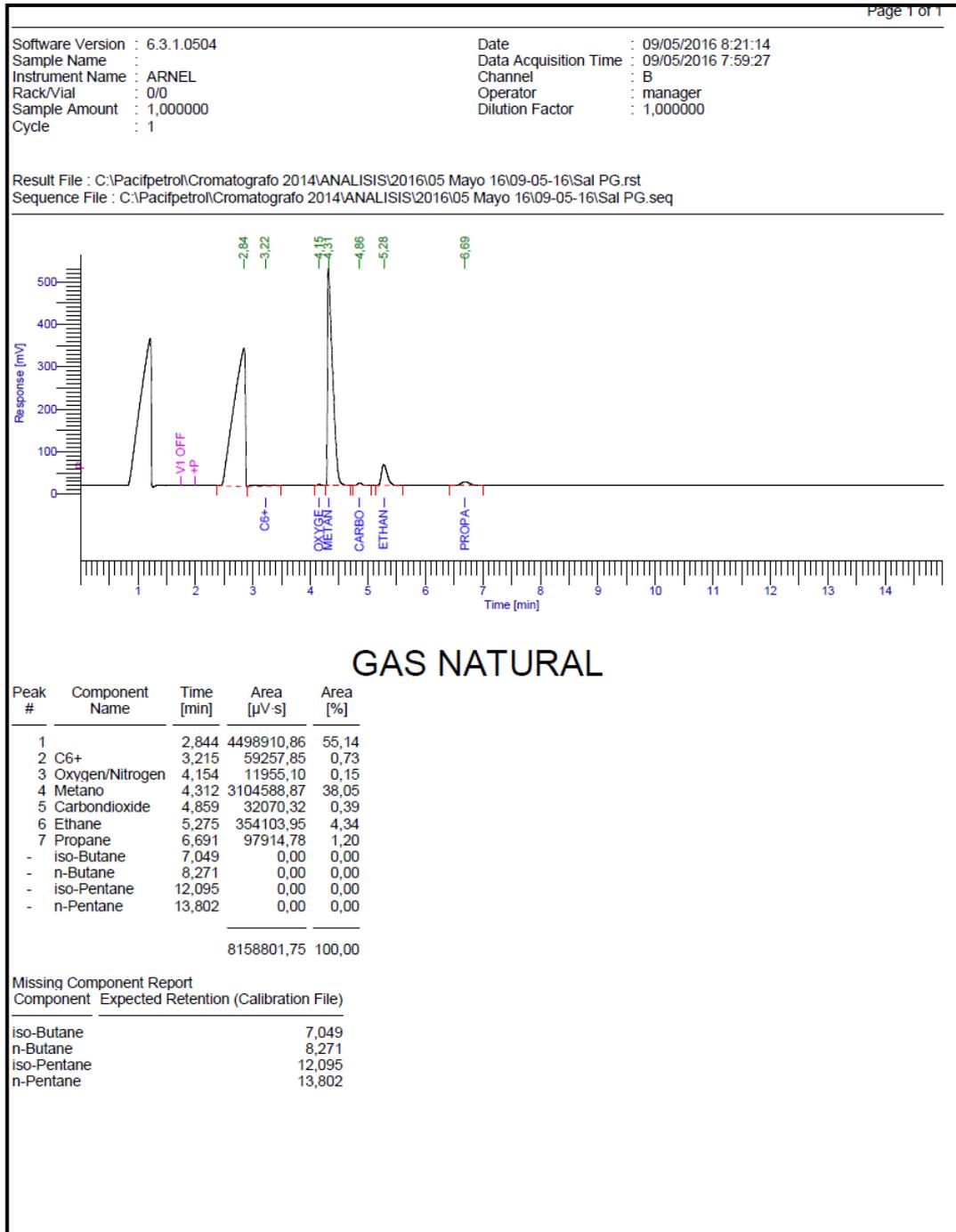
Si este gas combustible presenta alto porcentaje en oxígeno mayor 2,5 %, exige el procedimiento de apagar los grupos electrógenos perjudicando a los tiempos de operación.

Este análisis se lo efectúa en la planta de gasolina donde queda el laboratorio, uno de los inconvenientes es no saber en qué momento llegará este gas contaminado a los grupos electrógenos.

Cuando existe una contaminación de oxígeno el operador de planta puede combinar gas de planta y gas de navarra. Cuando se realiza esta operación no se puede tener resultados inmediatos de la cromatografía, ya que este procedimiento demora unos 30 minutos.

En la **Imagen 29** muestra un resultado de un análisis cromatográfico en el cual podemos evidenciar un porcentaje de aire dentro de los rangos de operación requeridos 0,15% y una baja concentración de hidrocarburos licuables C3+ 1,20%

Imagen 29. Resultados de análisis cromatográficas



Fuente: Pacifpetrol S.A

Elaboración: Operador de Planta de gasolina.

3.5. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En el diagrama de Ishikawa determinamos el efecto paradas no programadas de los grupos electrógenos que provocan cortes de energía en la empresa Pacifpetrol”, para obtener un diagnóstico, procedemos a analizar las diferentes causas que dan origen al efecto planteado.

3.5.1. Tiempos de paradas por daños en equipo eléctricos y operación

El operador de la generación eléctrica también forma parte del grupo de los eléctricos de planta, y los días sábados y domingos está a cargo de atender y reparar daños eléctricos en todo el campo, a pesar que grupos una vez estabilizados trabajan durante largos tiempos no son monitoreados constantemente por los operadores, incluso cuando estos grupos presentan fallas si el operador no se encuentra, se realiza el cambio automáticamente a CNEL, según el diagrama de Pareto **figura # 3** por operación y daños eléctrico tenemos el 5%, aunque sea mínimo este porcentaje nos afecta al tiempo total de operación.

El operador no cuenta con un manual de operación, ni diagnóstico de fallas, esto nos afecta en poner de inmediato en marcha a los grupos.

En la **Imagen 30** podemos apreciar en el administrador de energía un daño (fallo Aero- enfriador) esto significa que uno de los motores del sistema de enfriamiento presenta algún daño eléctrico, esto puede ocasionar, que el grupo se suba la temperatura y se ordene apagar).

Imagen 30. Administrador EASY GEN (falla eléctrica.)



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

3.5.2. Tiempos de paradas por daños en equipo mecánicos y mantenimiento

Los grupos son sometidos a varios mantenimientos; preventivos, correctivos y overhaul según las horas trabajadas, el personal que está a cargo son los mecánicos de balancines y mecánicos de planta, los mismo que realizan los mantenimientos correctivos y preventivos solo a la parte de motor de combustión interna (motor Cummings.).

El mantenimiento overhaul los realizaban las CIA INDUSUR, en el año 2014 realizo el mantenimiento al palmero 1 en el mismo año el motor después de varias horas de trabajo se fundió un pistón, la empresa tomo el reto de efectuar por primera vez un mantenimiento overhaul en el 2015, pero el grupo palmero 1, trabajo varias horas con el tiempo tubo un daño similar. Esto provocó que el grupo este deshabilitado casi seis meses.

El mantenimiento del grupo Waukesha lo ejecuta la **CIA. ARCONLAD.**

El departamento no cuenta con un grupo de mecánicos especializado, capacitado y asignado en dar seguimiento, y buscar las causas raíz de los diferentes daños mecánicos de componentes y equipos.

Se debe mejorar y coordinar los tiempos de mantenimiento preventivo y comenzar aplicar mantenimiento predictivos.

Según el diagrama de Pareto **figura# 3** el porcentaje por paradas de mantenimiento 15 % es de y por paradas por daños mecánicos 16%, sumando solo el motor el 31%.

En la **Imagen 31** Podemos observar un daño común mecánico fuga de refrigerante en el motor de combustión, el grupo se alarma por bajo nivel de refrigerante y se apaga automáticamente afectándonos los tiempos de operación.

Imagen 31. Tuberías rotas (fuga de refrigerante)



Fuente: Pacifpetrol S.A

Elaboración: Marcos Narváez

3.5.3. Tiempos de paradas por problemas en generador Waukesha

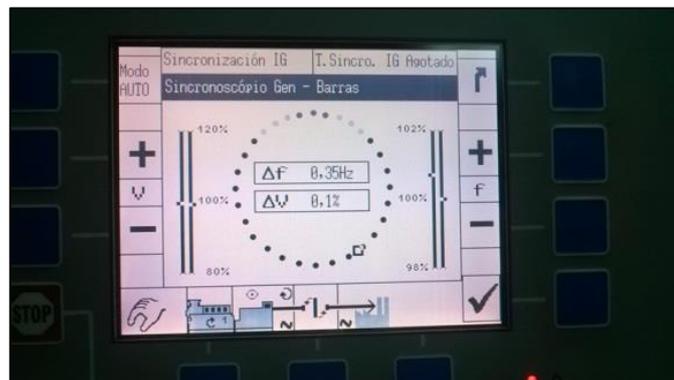
El grupo Waukesha es uno de los grupos más antiguos que la empresa posee anteriormente este grupo abastecía todo el campo, cuando la empresa tenía una demanda de 300kw en todo el campo, por considerarse uno de los más antiguos este grupo presenta un problema en el sincronismo con los grupos palmero que son más actuales.

La sincronización es cuando dos grupos se enlazan con el mismo voltaje en sus fases y proceden a distribuirse la carga según el porcentaje que este seteado en el administrador de energía EASY GEN, por lo general este grupo coge una carga de 250kw.

Al tener problemas con sincronismo el grupo se sale de línea dejando, solo al grupo palmero, esto provoca sobre carga en el generador, ordenando apagar y provocando cortes de energía, según el diagrama de Pareto figura esto en porcentaje de falla nos representa el 11% que nos afecta en los tiempos de operación.

En la **Imagen 32** Observamos en el administrador de energía EASYGEN que el generador Waukesha no se estabiliza en valores de frecuencia por lo tanto no sincroniza con los otros grupos.

Imagen 32. Administrador EASYGEN (sincronismo)



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváz

3.5.4. Tiempos de paradas por agentes exteriores

Por encontrarse en el perfil costanero la empresa, se tiene como problemas la salinidad esto ocasiona corrosión, inducción, y sulfato en las líneas eléctricas, transformadores, cajas seccionadoras, motores, cajas de control, y se forman pequeños cortos circuitos, que por no tener una buena coordinación de protecciones se disparan disyuntores principales de los grupos electrógenos, provocando cortes de energías. Las garuas y las lluvias, también aumentan la inducción de corriente.

Las aves como los gallinazos, también son problema ya que estos animales se asientan en las crucetas o líneas y hacen tierra con el poste donde quedan electrocutados, se forma un arco y luego un cortocircuito que disparan los porta fusibles o disyuntores.

En la **Imagen 33** tenemos un daño común por agentes externos en este caso la corrosión de líneas (sulfato), las líneas o terminales se sulfatan arrancándose las líneas provocando corto circuitos, y disparos de disyuntores principales, donde mandan a desactivar a los grupos operativos.

Imagen 33. Reparación eléctrica. (Líneas sulfatadas)



Fuente: Pacifpetrol S.A

Elaboración: Marcos Narváz

3.5.5. Tiempos de paradas por abastecimiento de combustible

Los grupos electrógenos son abastecido de gas que viene de la planta de gasolina, unos de sus principales problemas es el de alto porcentaje de oxígeno que presenta en gas Según el diagrama de Pareto **figura#3** es unos de los principales problemas que presenta y afectan a los tiempos de operación con un porcentaje de 25%. Los grupos son deshabilitados horas, hasta días enteros por problemas de contaminación en el gas.

En la siguiente **Imagen 34** podemos observar en el sistema “cada” según el análisis del cromatógrafo en planta el porcentaje de oxígeno se encuentra a 5,1297%, los grupos no pueden operar mayor a 2,5%, según las recomendaciones de los técnicos mecánicos.

Imagen 34. Sistemas cada (alto porcentaje de oxígeno)



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

La baja presión también nos ocasiona problemas ya que las válvulas reguladoras funcionan a determinadas presiones, esto sucede cuando los grupos son alineados directos de gas de Navarra o cuando las compresoras tigre o 67 entran a mantenimiento y despacho de gas a los vehículos.

3.6. TABULACIÓN Y RESULTADOS DE LA ENCUESTA

3.6.1. Población

Por motivo de estudio, se realizará la encuesta a los supervisores y operadores de generación que pertenecen al departamento de plantas compresoras con un total de 10 personas encuestadas, así como se muestra en la tabla # 8 este personal está enrolados en la problemática que presentan los grupos electrógenos, las preguntas son relacionadas a las posibles soluciones que deberían implementarse.

Tabla 8. Población

CARGO	CANTIDAD	%
OPERADORES DE GENERACIÓN	3	30
SUPERVISORES DE MANTENIMIENTO	4	40
SUPERVISOR ELÉCTRICO	1	10
ASISTENTE ELÉCTRICO	1	10
ING. EN SCADA	1	10
TOTAL	10	100

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

3.6.2. Tamaño de la muestra

En este caso la muestra es medible no es necesario aplicar alguna fórmula.

3.6.3. Tabulación

Pregunta N°1

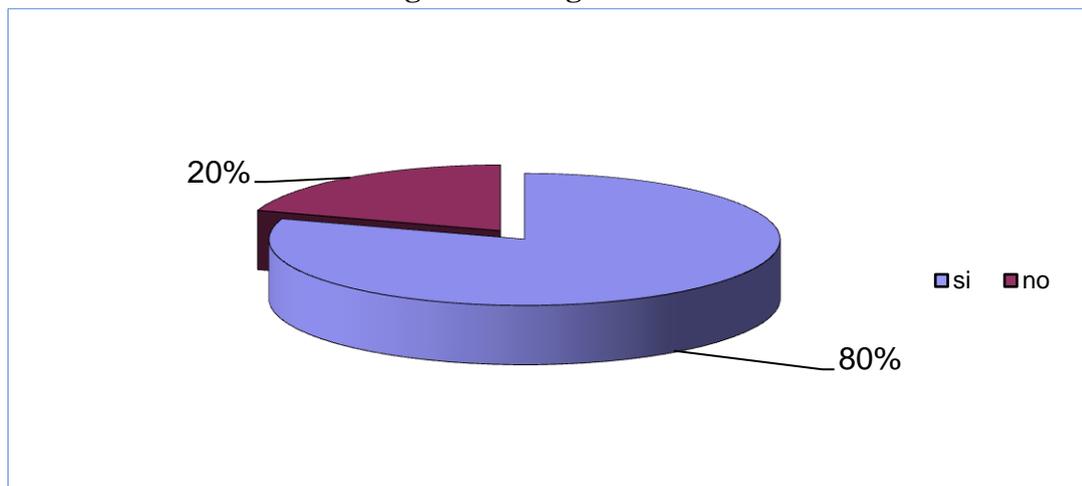
¿Considera usted qué es necesario tener un manual de operación de los grupos electrógenos?

Tabla 9. Resultados de la pregunta N°1

ÍTEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	%
1	SI	8	80
2	NO	2	20
TOTAL		10	100

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

Figura 5. Pregunta N°1



Fuente: Pacifpetrol S.A
Elaboración: Marcos Narváez

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA N°1

El 80% están de acuerdo de que se realice un manual de operación de los grupos electrógenos, ya que en el departamento de generación no existe, el 20 % asumieron que no necesitan un manual que tienen mucha experiencia en la operación de los equipos.

Pregunta N°2

¿Constantemente los grupos electrógenos se apagan por diferentes problemas, considera usted que sería necesario registrar todos esos eventos en un cuadro, para poder determinar una acción correctiva y más rápida en fallas futuras?

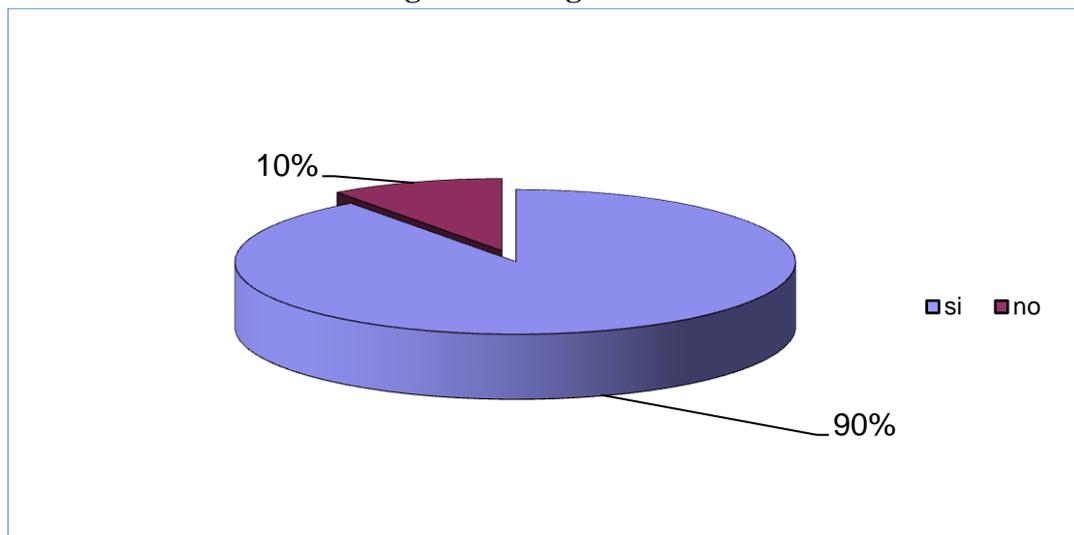
Tabla 10. Resultados de la pregunta N°2

ÍTEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	%
1	SI	9	90
2	NO	1	10
TOTAL		10	100

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Marcos Narváez

Figura 6. Pregunta N°2



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Marcos Narváez

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA 2

El 90% están de acuerdo que deberían registrarse todos los eventos, daños, y otros., para contar con una base de datos y determinar en menos tiempos sucesos repetitivos. El 10% consideran que cada operador debe tener la experiencia, y no hay necesidad de registrar eventos.

Pregunta N°3

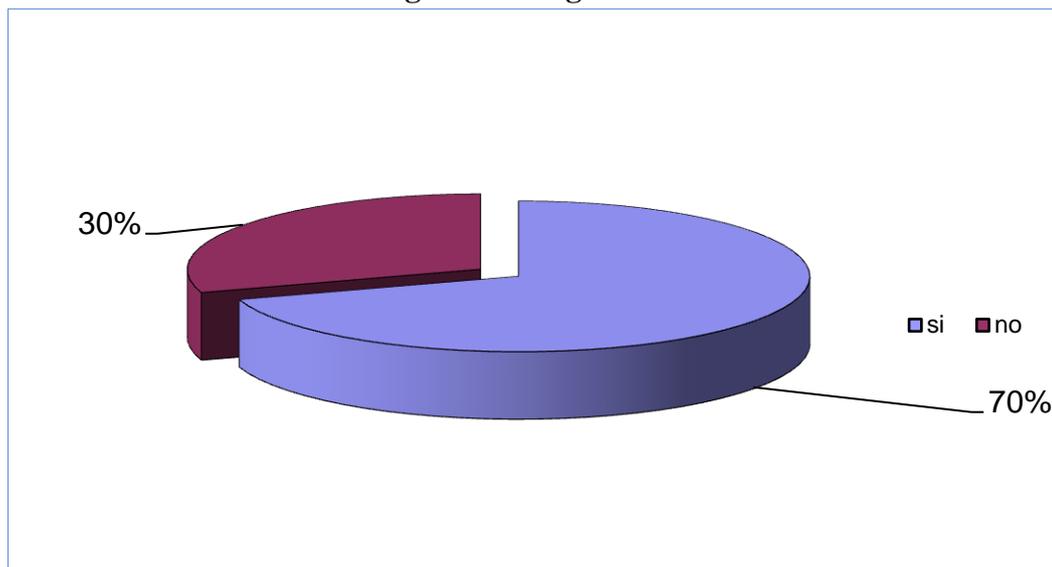
¿Considera usted que se debe reorganizar los programas de mantenimiento de los grupos electrógenos?

Tabla 11. Resultados de la pregunta N°3

ÍTEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	%
1	SI	7	70
2	NO	3	30
TOTAL		10	100

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

Figura 7. Pregunta N°3



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA N°3

El 70% consideran que si se debe reorganizar los planes de mantenimiento, esto nos ayudaría a tener un mayor control de todos los equipos y componentes de los grupos e inclusive aplicar nuevas técnicas de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), el 10% opina que solo se debería realizar mejoras.

Pregunta N°4

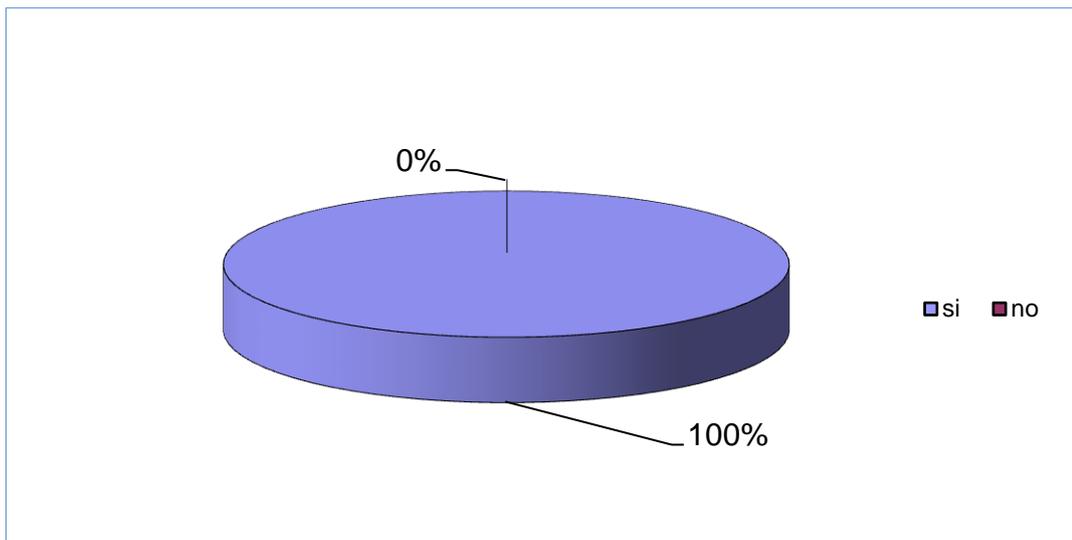
¿Usted como mecánico o eléctrico necesita más capacitación sobre temas mantenimiento de estos grupos electrógenos?

Tabla 12. Resultados de la pregunta N°4

ÍTEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	%
1	SI	10	100
2	NO	0	00
TOTAL		10	100

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

Figura 8. Pregunta N°4



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA N°4

Todos están de acuerdo que el personal debe ser capacitado con unos o dos cursos anuales con temas mecánicos y eléctricos, los temas más importantes podrían ser calibración de válvulas, motores de combustión interna, entre otros.

Pregunta N°5

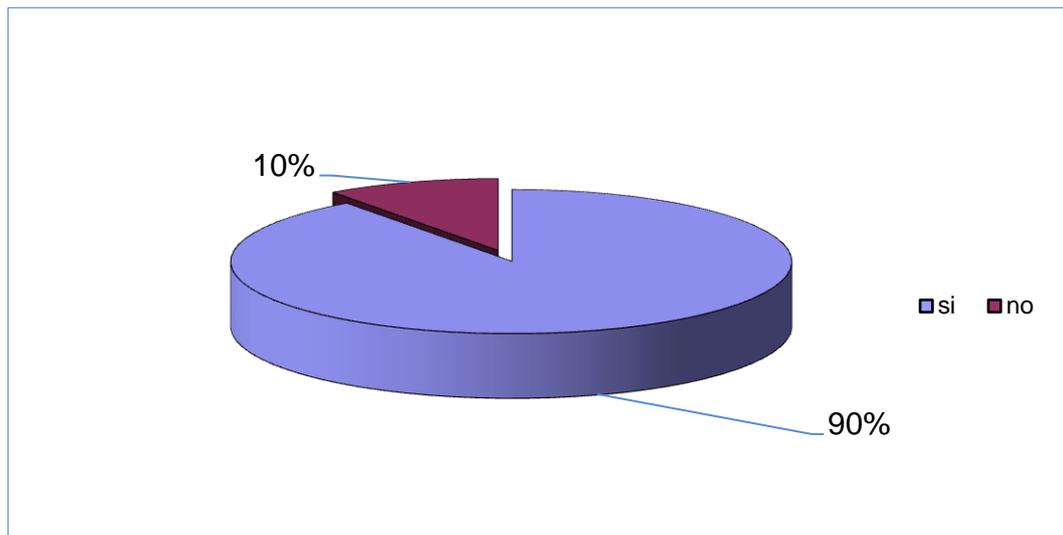
¿Conoce Ud. cuáles serían los beneficios instalando un tercer grupo electrógeno?

Tabla 13. Resultados de la pregunta N°5

ÍTEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	%
1	SI	9	90
2	NO	1	10
TOTAL		10	100

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

Figura 9. Pregunta N°5



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez.

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA N°5

El 90% consideran que con la instalación de un nuevo grupo electrógeno con las mismas características de los grupos palmeros estaríamos aumentando la disponibilidad de la generación, por ende se mejorarían los tiempos de operación. El 10% no sabían que tan importante es la implementación de otro grupo.

Pregunta N°6

¿Considera Ud. que es necesario la implantación de un equipo de cromatografía en el área de generación?

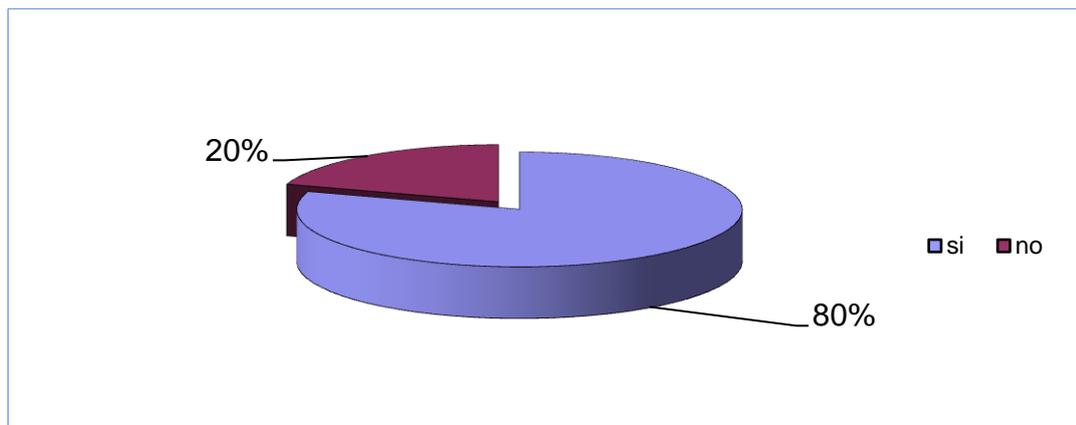
Tabla 14. Resultados de la pregunta N°6

ÍTEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	%
1	SI	8	80
2	NO	2	20
TOTAL		10	100

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Marcos Narváez

Figura 10. PREGUNTA N°6



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Marcos Narváez

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA N°6

El 80 % consideran la necesidad de instalar un equipo de cromatografía en el área de generación, para poder determinar en qué porcentaje de oxígeno se encuentra al instante de la combustión, ya que el único medidor de oxígeno se encuentra en planta de gasolina que queda a 2 km de distancia. El 20 % más bien desconocían en que nos ayudaría el cromatógrafo, hay que recalcar que los grupos son deshabilitados más frecuente por temas de contaminación en el tema combustible, y los tiempos de operación son afectados.

Pregunta N°7

¿Cómo considera Ud. El servicio de generación eléctrica de Pacifpetrol?

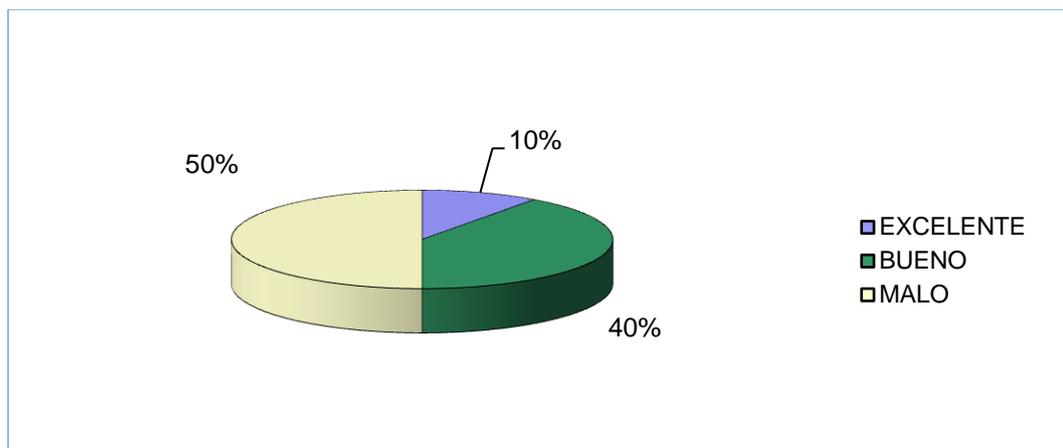
Tabla 15. Resultados de la pregunta N°7

ÍTEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	%
1	EXCELENTE	1	80
2	BUENO	4	40
3	MALO	5	50
TOTAL		10	100

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Marcos Narváez

Figura 11. Pregunta N°7



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Marcos Narváez.

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA N°7

El 40% consideran que el servicio de generación eléctrica es bueno, el 10% excelente, y la mitad considera como un mal servicio, al haber un corte de energía no solo afecta a la producción, también causa malestar a diferentes departamentos, daños de muchos equipos que se encuentran funcionando, como por ejemplo UPS, aires acondicionado, capacitores, contactores, y otros.

Pregunta N° 8

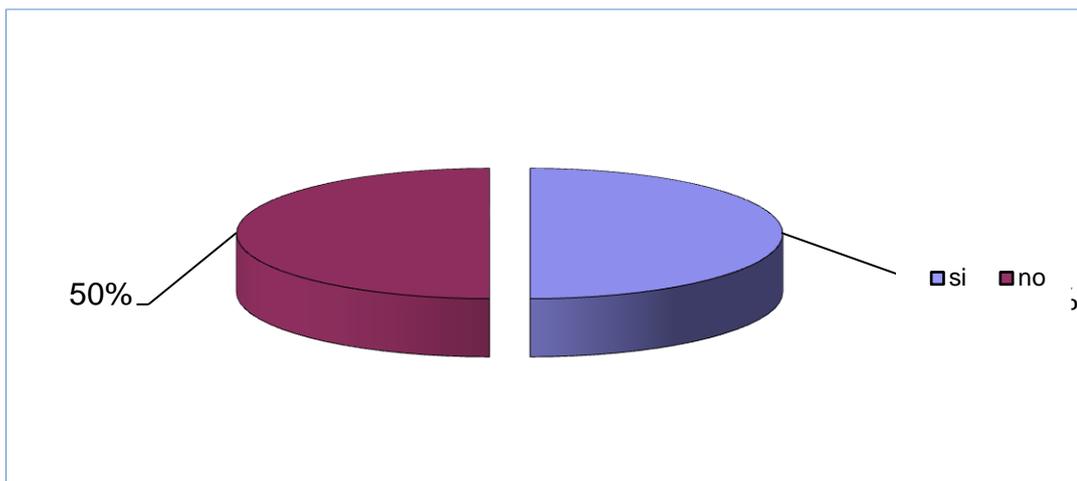
¿Conoce Ud. cuáles serían los beneficios al realizar una coordinación de protecciones en todo el campo?

Tabla 16. Resultados de la pregunta N°8

ÍTEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	%
1	SI	5	50
2	NO	5	50
TOTAL		10	100

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez.

Figura 12. Pregunta N°8



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA N°8

El 50% desconocen la coordinación de protecciones, ya que es tema eléctrico, el resto si tienen conocimiento sobre en qué nos ayudaría la coordinación de protecciones.

Pregunta N ° 9.

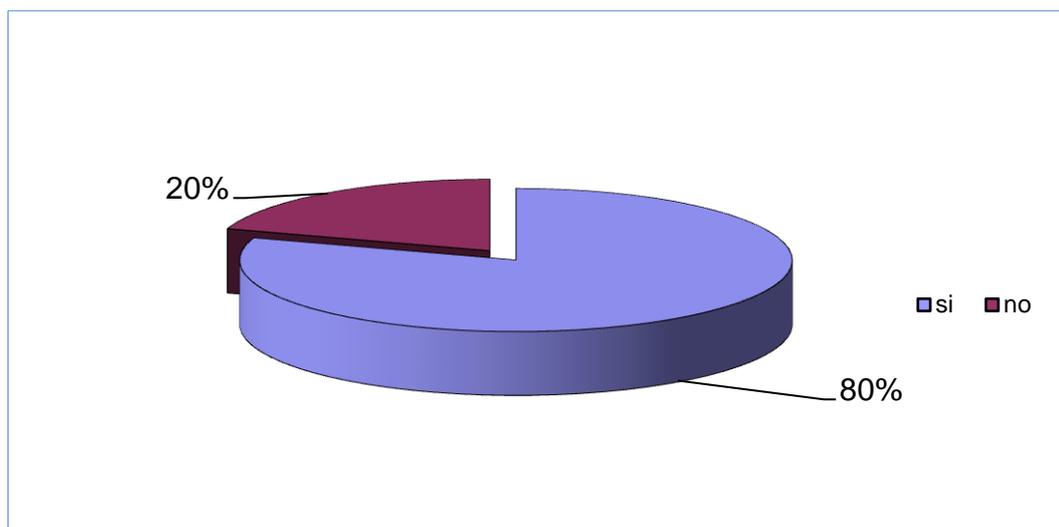
¿Considera usted que es necesaria la implementación de un procedimiento para los recorridores de campo cuando tengan problemas de contaminación de alto porcentaje de oxígeno en el gas?

Tabla 17. Resultados de la pregunta N°9

ÍTEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	%
1	SI	8	80
2	NO	2	20
TOTAL		10	100

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

Figura 13. Pregunta N°9



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA N°9

El 80% están de acuerdo en que debe realizarse un manual de procedimientos para los operadores de campo para que puedan resolver sus problemas de contaminación de gas lo más pronto posible, y que esto no afecte a los tiempos de operación de los grupos. El 20 % no están de acuerdo ya que generación no debería depender de otros departamentos.

Pregunta N ° 10

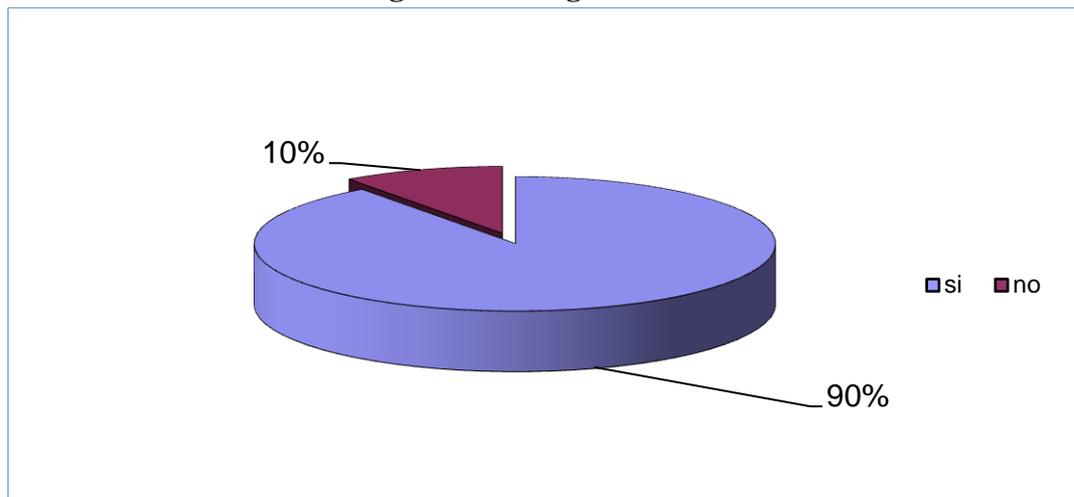
¿Considera usted que con la implementación de nuevos equipos de control electrónicos como medidores de flujo, medidores de presión y temperaturas, nos ayudaría con un mejor monitoreo de los grupos?

Tabla 18. Resultados de la pregunta N°10

ÍTEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	%
1	SI	9	90
2	NO	1	10
TOTAL		10	100

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

Figura 14. Pregunta N°10



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA N°10

El 90% están de acuerdo con la implementación de instrumentación electrónica en los grupos, ya que son más efectivos en sus medidas, esto nos ayudaría en el control y monitoreo mecánico y eléctrico. El 10% no están de acuerdo ya que estos equipos son costosos.

Pregunta N° 11

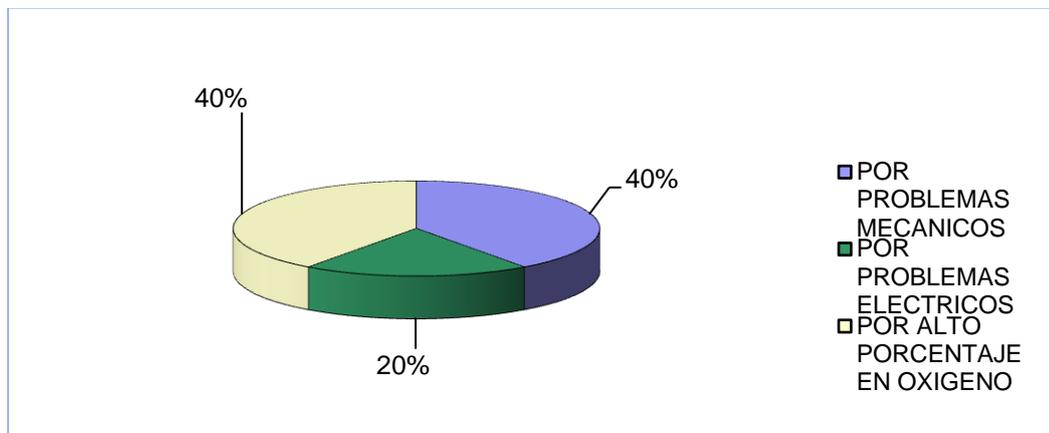
¿Cuáles de estas opciones considera usted que los grupos sean deshabilitados con mayor frecuencia?

Tabla 19. Resultados de la pregunta N°7

ÍTEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	%
1	POR PROBLEMAS MECÁNICOS	4	40
2	POR PROBLEMAS ELÉCTRICOS	2	40
3	POR PROBLEMAS DE OXÍGENO EN GAS	4	40
TOTAL		10	100

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

Figura 15. Pregunta N°11



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA N°11

El 40% están de acuerdo que los problemas mecánicos son gran parte para que estos grupos estén deshabilitado, estos tiempos de no operación son obligatorios, deberían ser los únicos tiempos en que estos equipos deberían ser apagados. El 40% mas están de acuerdo que hoy en día los grupos son apagados por problemas de contaminación de oxígeno. El 20% le apuestan que también existen problemas eléctricos o problemas de operación.

Pregunta N° 12.

¿Los grupos electrógenos son considerados el corazón de una empresa por consiguiente, considera Ud. Que el personal eléctrico y mecánico deberían buscar mejoras continuas para que los tiempos de operación no sean afectados?

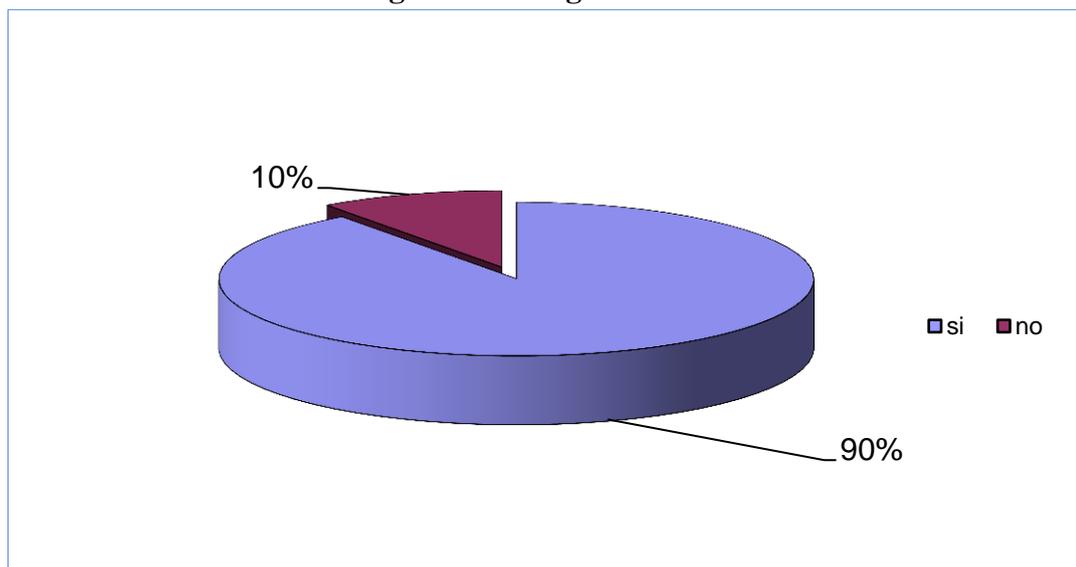
Tabla 20. Resultados de la pregunta N°12

ÍTEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	%
1	SI	9	90
2	NO	1	10
TOTAL		10	100

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Marcos Narváez

Figura 16. Pregunta N°12



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Marcos Narváez

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA N°12

El 90% está de acuerdo en que se debe buscar mejoras continuas para los grupos electrógenos, el departamento de mantenimiento de plantas tiene presente de la gran problemática que se enfrenta si estos grupos llegan a fallar.

Pregunta N° 13

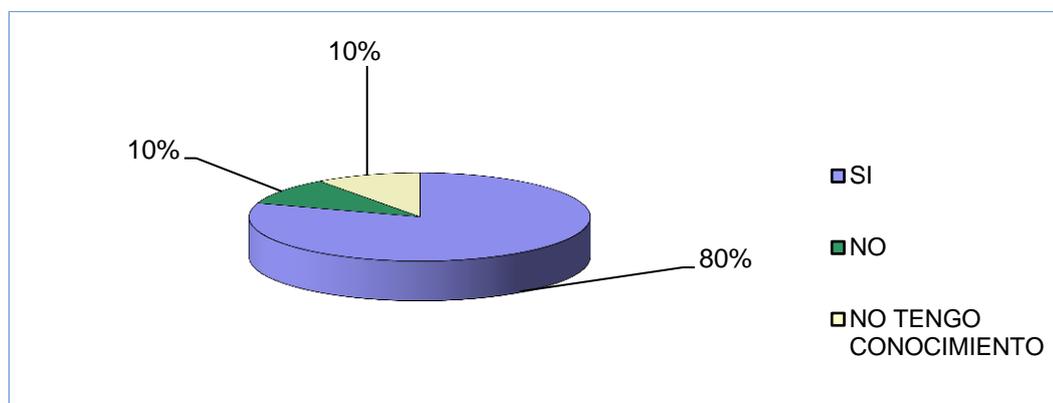
¿Cuáles de estas opciones considera usted que los grupos sean deshabilitados con mayor frecuencia?

Tabla 21. Resultados de la pregunta N°13

ÍTEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	%
1	SI	8	80
2	NO	1	10
3	NO TENGO CONOCIMIENTO	1	10
TOTAL		10	100

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

Figura 17. Pregunta N°13



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Marcos Narváez

ANÁLISIS DE LA PREGUNTA N°13

El 80% están de acuerdo que cada corte de energía produce pérdidas para la empresa, por consiguiente la producción actual es afectada, el 10% consideran que la producción continua considerando con el cambio de energía a CNEL, el 10% no tenían conocimiento en que la producción actual sea afectada.

3.6.4. Análisis general de la encuesta

En esta encuesta se realiza las preguntas con relación a mejoras de los cinco problemas principales que afectan a los grupos electrógenos, y presentamos el siguiente análisis por pregunta planteada:

Se tuvo una aceptación en la ejecución del manual de operaciones y un registro de daños comunes que presente los grupos electrógenos. En el tema de mantenimiento se acertó en mayoría el tema de reorganizar los programas de mantenimiento y de la mano se realizó una pregunta de capacitación al personal en este caso (RCM).

En las preguntas de las implementaciones del analizador de oxígeno y el nuevo grupo electrógeno se obtuvo muy buena aceptación por parte del personal, esto nos ayudaría en un buen porcentaje de incremento de tiempos operacionales.

En la pregunta siete se lograron una calificación media, consideran que la generación está en el rango de BUENO, y en el tema de coordinación de protecciones los eléctricos acertaron con un Si, mientras que los mecánicos no conocían del tema. Las siguientes preguntas son temas de conocimientos de la problemática, capacitaciones, cambios de procedimientos y mejoras continuas, el personal respondió con un Si, la mayoría están de acuerdo al cambio y mejoras, que se podrá lograr alcanzar en este estudio.

CAPÍTULO IV

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS

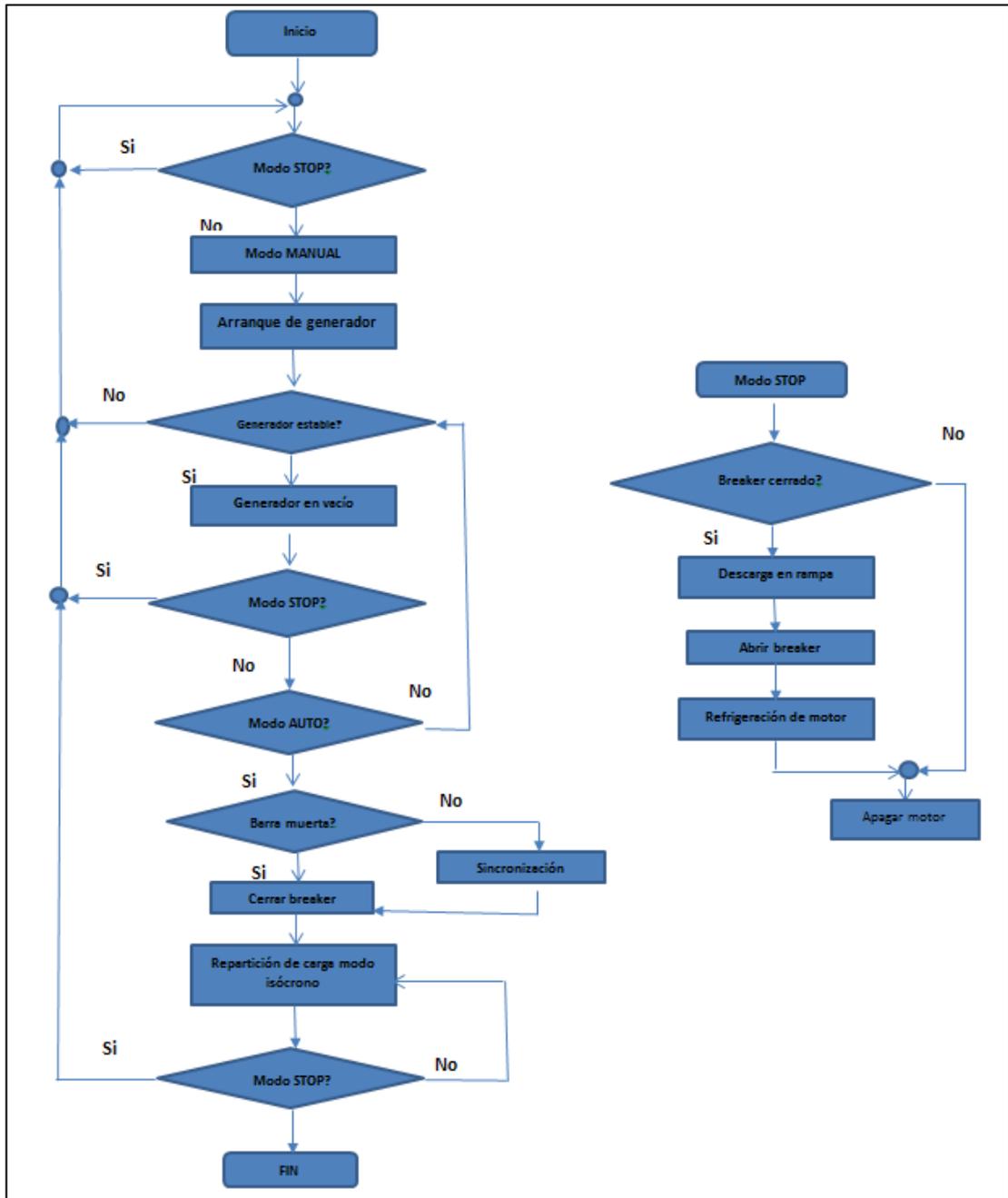
Una vez analizado en el capítulo III los diferentes problemas que nos afectan los tiempos de operación de los grupos electrógenos, ponemos en consideración el siguiente estudio que se detalla a continuación, que nos permitirá aumentar el porcentaje de disponibilidad de los grupos y mejorar sus tiempos operacionales

4.1. OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE PARADAS POR DAÑOS EN EQUIPOS ELECTRÓGENOS Y OPERACIÓN

4.1.1. Diagrama de flujo PROPUESTO de funcionamiento del administrador de energía Easy gen 3000 de los grupos electrógenos

En el diagrama de flujo de la **Figura # 18**, tenemos el funcionamiento del administrador de energía EASY GEN 3000. el grupo siempre se va encontrar en modo STOP y permanece hasta que el operador cambie de estado a modo MANUAL y procede a encender el motor, comienza el proceso de arranque y estabilización esto puede durar de 5 a 10 minutos; también lo llamamos proceso de calentamiento en vacío, luego el operador cambia a modo automático (AUTO), el administrador verifica si existe barra muerta (que las barras de carga se encuentre sin energía) o no, después de esto se puede cerrar el interruptor. Una vez hecho el cierre del interruptor el grupo entra en modo Isócrono, el operador lo puede detener en modo STOP, si se encuentra alguna alarma que requiere del apagado del grupo se colocará en modo STOP automáticamente, sin necesidad de que el operador intervenga.

Figura 18. Diagrama de flujo de funcionamiento del administrador de energía Easy gen 3000 de los grupos electrógenos



Fuente: Pacifpetrol
 Elaborado por: Marcos Narváez

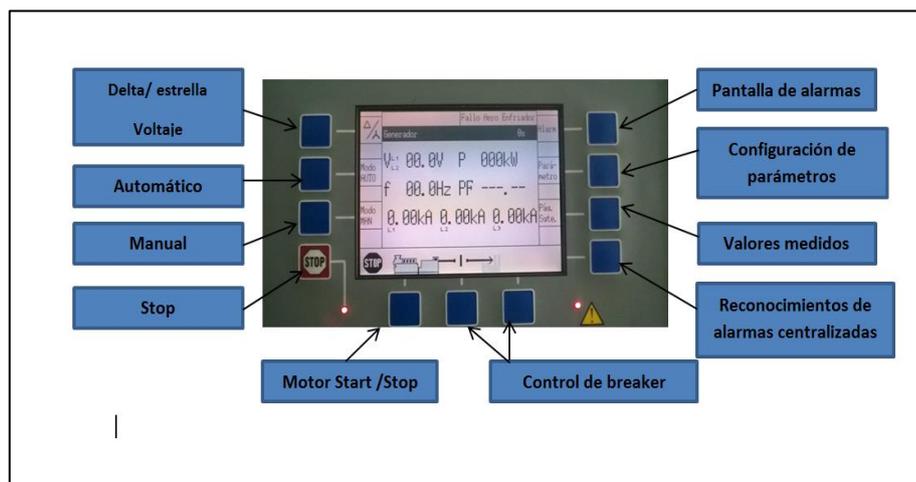
4.1.2. Manual de operación para los grupos electrógenos

En esta sección realizaremos un avance del manual de operación con la finalidad de que los operadores, puedan poner en marcha a los grupos de una forma más rápida y poder mejorar los tiempos de operación.

MANUAL DE USUARIO

El operador de los grupos electrógenos debe tener conocimiento del manejo y de la interfaz al visualizar el administrador de energía EASY GEN 3000 Woodward. En la **Figura # 19** tenemos los indicadores de cada tecla en la pantalla principal

Figura 19. Interfaz pantalla principal EASY GEN 3200 Woodward.



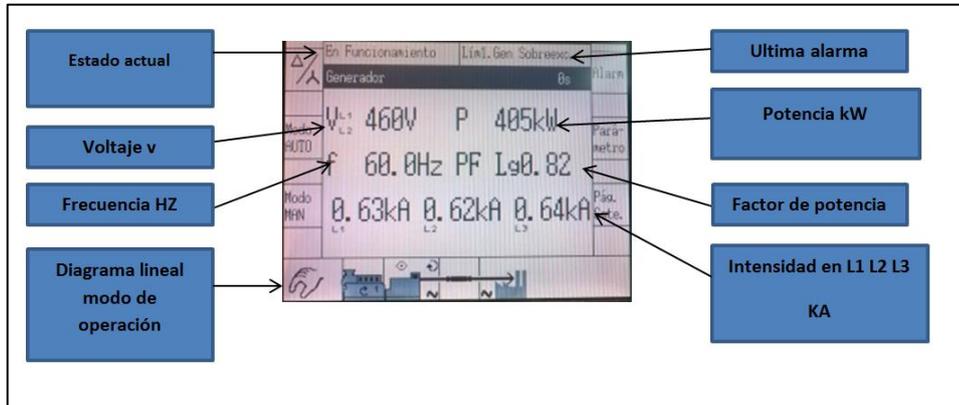
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

TOPOLOGÍA

Pantalla en la que se muestra el funcionamiento del generador, con carga. Así como se muestra en la figura **Figura # 20**, podemos visualizar estado actual, voltajes frecuencia, diagrama lineal, alarma actual, potencia, factor de potencia e intensidad.

Figura 20. Topología EASY GEN 3200 Woodward

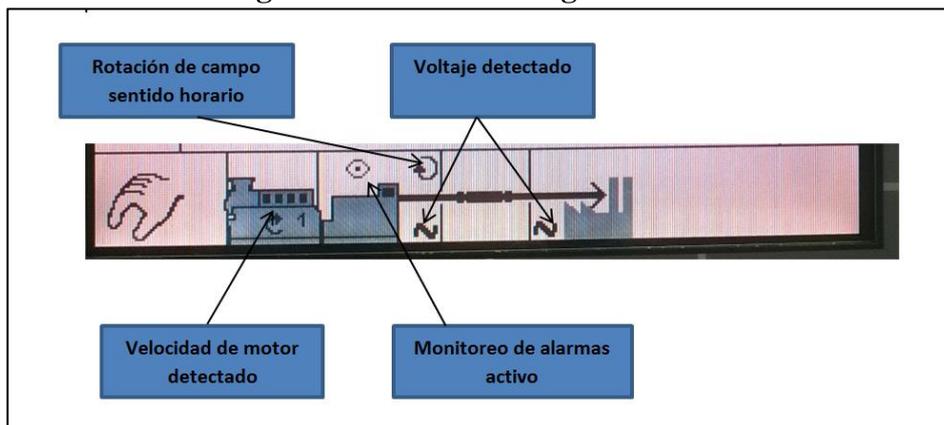


Fuente: Pacifpetrol
 Elaborado por: Marcos Narváez.

SIGNIFICADO DE LOS SÍMBOLOS DIAGRAMA LINEAL DEL EASY GEN 3000 WOODWARD

En la **Figura # 21** describimos el significado de los símbolos que encontramos en el diagrama lineal entre el grupo electrógeno y la entrega de la energía al campo.

Figura 21. Símbolos diagrama lineal

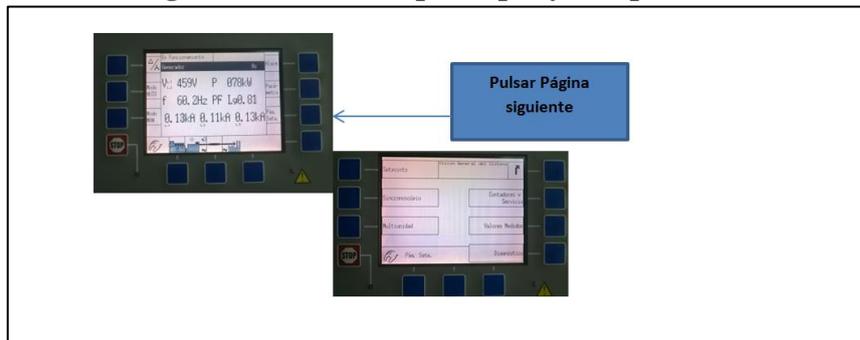


Fuente: Pacifpetrol
 Elaborado por: Marcos Narváez

ESTADO DEL GRUPO ELECTRÓGENO

En la **Figura # 22** es la pantalla principal del controlador donde podemos observar varios parámetros principales, al pulsar la tecla **Pág. Sgte.** Se nos abre una sub ventana con varias opciones, set point sincronismo, multiunidad, contadores y servicios, valores medidos, y diagnóstico.

Figura 22. Pantalla principal y sub pantalla



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

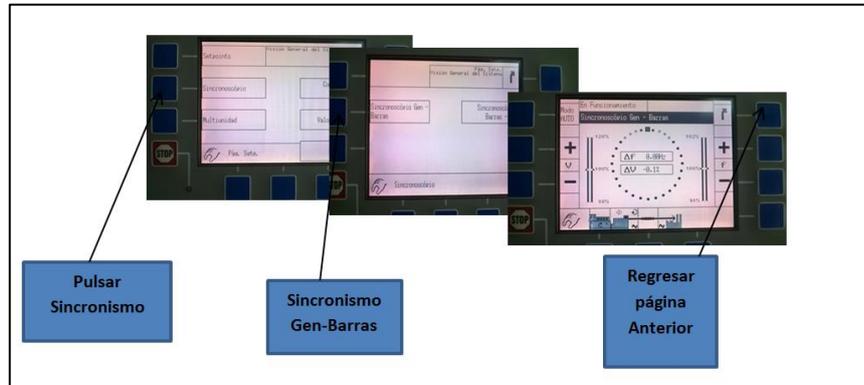
A continuación describiremos el funcionamiento de las sub pantallas que aparecen en el controlador EASY GEN.

SINCRONISMO

Cuando estemos sincronizando dos grupos, en esta sub pantalla como muestra la **Figura # 23** podemos apreciar los valores diferenciales de frecuencia y voltaje que tienen los generadores en el momento que los valores de diferencial se ponen en 0, significa que están iguales en frecuencia y voltaje, el disyuntor se cierra automáticamente, dividiendo la carga en partes iguales.

En la figura observamos en una forma gráfica de reloj los valores diferenciales de frecuencia 0,00hz, y el diferencial de voltaje -0,1%, en la forma gráfica de barras donde los valores suben y bajan y son medidos en porcentaje.

Figura 23. Sincronismo



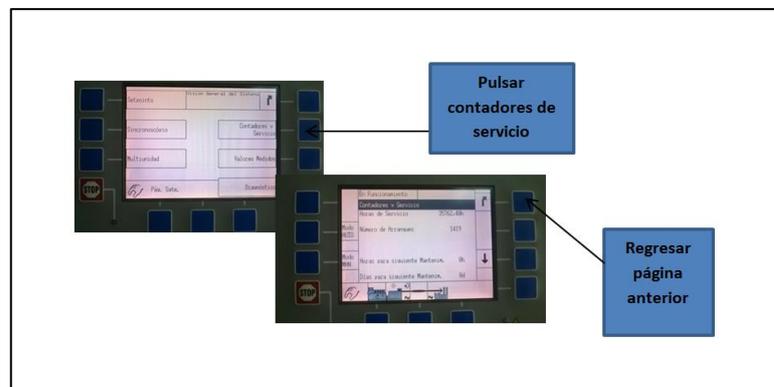
Fuente: Pacifpetrol
Elaborado por: Marcos Narváez

CONTADORES DE SERVICIO

Como se muestra en la figura al pulsar en la sub pantalla, **contadores de servicio**, nos muestra otra pantalla donde nos detalla:

- Horas de funcionamiento del grupo
- Números de arranques
- Horas para el siguiente mantenimiento
- Días para el siguiente mantenimiento.

Figura 24. Contadores de Servicio



Fuente: Pacifpetrol
Elaborado por: Marcos Narváez

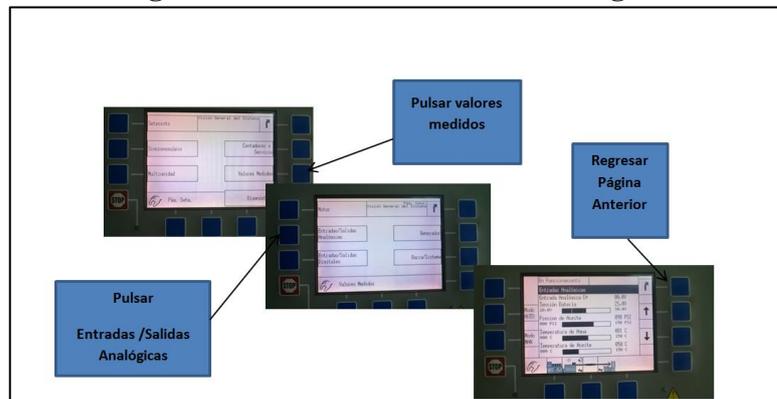
ENTRADAS /SALIDAS ANALÓGICAS

Si pulsamos la tecla **entrada/salidas analógicas** encontramos:

- Tensión de baterías
- Presión de aceite
- Temperatura de agua
- Temperatura de aceite

En la **figura # 24** observamos que las baterías están cargadas con una tensión 25 voltios DC, la presión de aceite 90 psi, temperatura de agua 81 °C, la temperatura de aceite esta 81 °C.

Figura 25. Entradas /Salidas Analógicas



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

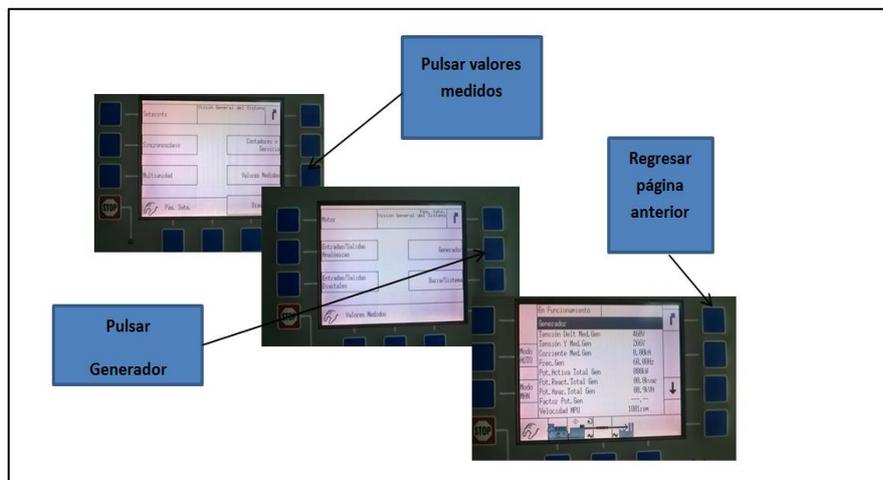
PARÁMETROS DE GENERADOR

Si pulsamos en la sección **generador**, encontramos los siguientes parámetros:

- Tensión Delta Media Generada (Tensión fase fase)
- Tensión Y Media Generada (tensión fase neutro)
- Corriente Media Generada
- Frecuencia generada
- Potencia activa total generada
- Potencia reactiva total generada

- Potencia aparente total generada
- Factor de potencia generada
- Velocidad MPU (monitoreo de pick up)

Figura 26. Parámetros de Generador



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

En la **Figura # 25** observamos los valores de las unidades de tensión **V** en voltios, los valores de corriente en kilo amperios **KA**, frecuencia **Hz**, potencia activa **KW**, potencia reactiva **kvar**, potencia aparente **KVA** velocidad del motor **rpm**.

ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES

Si pulsamos en la sección **entradas /salidas digitales** encontramos dos secciones con tres barras divididas en cuatro partes iguales cada una como se muestra en la **Figura # 26**, esto representa las señales que manda los sensores, como temperatura, presión, otros.

Figura 27. Entradas y Salidas Digitales



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

BARRAS /SISTEMAS

En esta sub pantalla **Figura # 27** visualizaremos parámetros como:

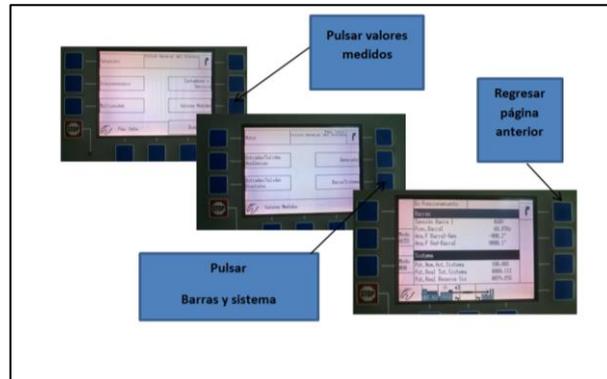
BARRAS

- Tensión de barra 1
- Frecuencia en la barra 1
- Ángulo de frecuencia entre barra 1 -generador
- Ángulo de frecuencia entre red –barra 1

SISTEMAS

- Potencia nominal activa de sistema
- Potencia real total del sistema
- Potencia real reserva del sistema

Figura 28. Barras y sistemas

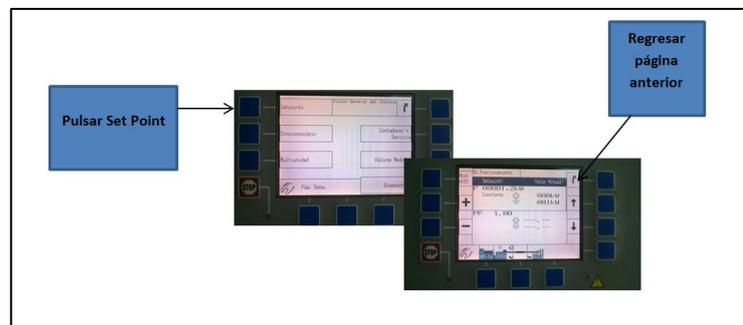


Fuente: Pacifpetrol
Elaborado por: Marcos Narváez

SET POINT

Si pulsamos **set point Figura # 28** se nos abre una sub ventana donde nos permite visualizar la potencia en valor actual y el factor de potencia, también nos sirve cuando un grupo este en el modo carga base podemos determinar su carga y estabilizarla manualmente en un solo valor mientras que el otro grupo reciba la variación de carga al momento.

Figura 29. Set Point

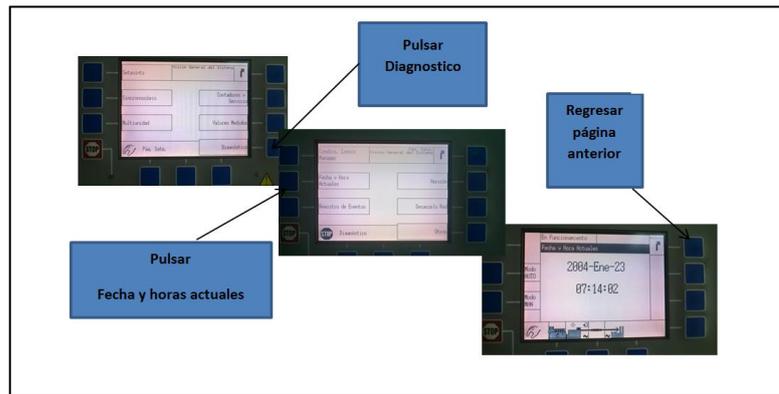


Fuente: Pacifpetrol
Elaborado por: Marcos Narváez

FECHA Y HORAS ACTUALES

En esta sección **Figura # 29** nos permite visualizar **fechas y horas actuales** del controlador.

Figura 30. Fecha y horas actuales



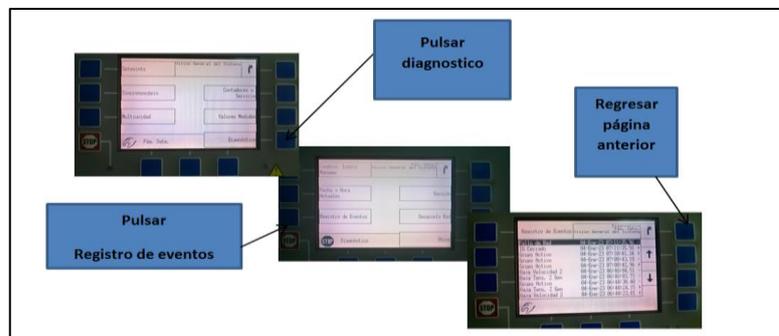
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

REGISTROS DE EVENTOS

En esta ventana **Figura # 30** visualizaremos cualquier evento **registrando la novedad** y la hora exacta, el mismo que no podrá ser borrado por el operador, quedaran guardados en la memoria del controlador.

Figura 31. Registro de eventos.



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

PARÁMETROS/CONFIGURAR VISUALIZACIÓN

En esta sección **Figura # 31** es una de las opciones donde nos permite realizar configuraciones simples como el **contraste y el brillo** de la pantalla del controlador. Las otras opciones como configuración del sistema de funcionamiento del grupo será en la opción clave de acceso, solo el programador encargado o proveedor tienen acceso a esta sección.

Figura 32. Parámetros/Configurar Visualización



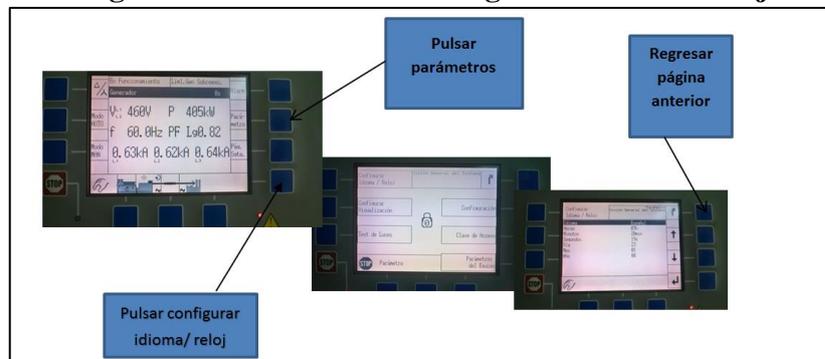
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

PARÁMETROS/CONFIGURAR /IDIOMA /RELOJ

En esta ventana **Figura # 32** también podemos cambiar la configuración de idioma fecha y reloj.

Figura 33. Parámetros/Configurar /Idioma /Reloj



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

ALARMAS

En la pantalla principal podemos visualizar la última alarma y un foco led encendido de color rojo como muestra en la **Figura # 32**.

Figura 34. Alarmas



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

Pulsamos la tecla ALARM **Figura # 33** en la pantalla principal del controlador nos lleva a una siguiente página donde podemos observar las alarmas.

Las alarmas se clasifican en warning y shutdown.

Warning.- Que significa **advertencia**, este tipo de alarma aparece algún parámetro establecido de funcionamiento cambia y puede ser en presión, temperatura, voltaje, frecuencia otros.

Shutdown.-Su significado es **apagar**, esta alarma aparece cuando sobrepasa el parámetro de warning, si la falla se mantiene y cada vez es más crítica manda apagar el equipo.

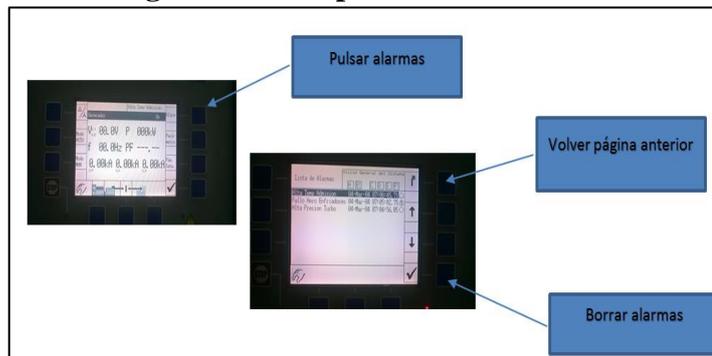
A continuación ponemos un ejemplo de las dos alarmas:

Parámetros de funcionamiento en frecuencia =60 Hz

Parámetros establecido en warning = 60 ± 3

Parámetros establecidos en shutdown.= 60 ± 4

Figura 35. Sub pantalla de Alarmas



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

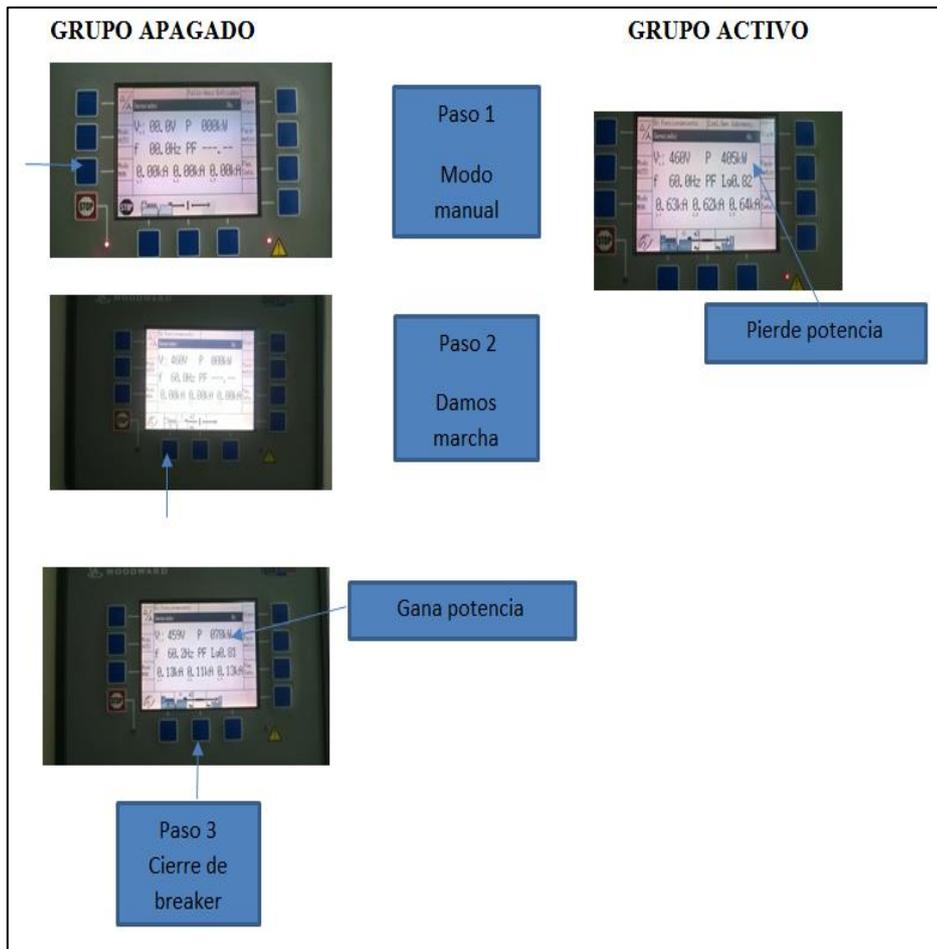
Una vez corregido estas alarmas podemos borrar oprimiendo la tecla **alarma**. Aparecerá la siguiente página, donde se detallan el tipo de alarma, fecha, hora, y la criticidad en símbolos.

Presionamos la tecla ✓ en forma de visto y podremos ir borrando las alarmas que ya no estén presentes.

SINCRONIZACIÓN DE DOS GRUPOS UNO ACTIVO Y OTRO APAGADO

Si un grupo ya se encuentra activo con carga, se procede a dar marcha el segundo grupo siguiendo el paso 1 en modo manual, paso 2 damos marcha pulsando el primer botón en la parte de abajo lado izquierdo, donde se encuentra dibujado el grupo, como se muestra en la **Figura # 34**, y como último paso damos cierre el braker segundo botón de la parte de abajo; una vez cerrado el disyuntor observaremos en la pantalla principal como el generador comienza a ganar carga y el que estaba prendido comienza a perder, si el selector se encuentra en repartición de carga, esta se dividirá en dos partes iguales para cada grupo.

Figura 36. Pasos para la sincronización de dos grupos uno activo y otro apagado



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

SINCRONISMO EN VACÍO

Esta operación se la efectúa cuando vamos a dar marcha la generación, el campo puede estar conectado a las redes de CNEL o puede estar sin energía.

Como primer paso ponemos en modo **manual** damos arranque a uno de los grupos, segundo paso damos **marcha**, y como último **cerramos el braker**, el grupo aun no cojera carga permanecerá en vacío, mientras no se realice el cambio de energía, repetimos los mismos paso con el segundo grupo, y se realizará la

sincronización en vacío, estando los dos grupos sincronizados en vacío, unos cinco a diez minutos de precalentamiento ya podemos efectuar el cambio de energía, en el tablero de media tensión (**CNEL –generación**), siempre y cuando el disyuntor principal de baja tensión se encuentre cerrado.

Podemos dar marcha a un grupo primero siguiendo cada paso, luego el segundo o como se muestra en la **Figura # 37**, activar a los dos grupos un paso para los dos grupos.

Figura 37. Pasos para la sincronización de dos grupos apagados



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

Carga base/repartición de carga

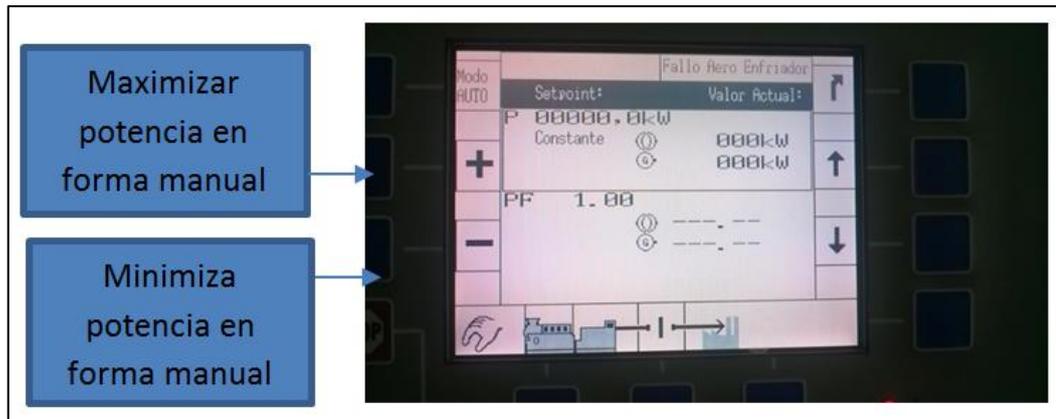
La operación de carga base se la efectúa poniendo el selector del tablero en **posición 0**, esto solo se lo realiza en un grupo, ya que el otro grupo absorberá la variación de carga, en la **Figura # 36** observamos el selector y a lado el botón de **paro de emergencia**, nos trasladamos al controlador pantalla de **set point** **Figura # 37** y en forma manual pondremos una carga estable, esta operación nos sirve para probar un generador que ha salido de un mantenimiento overhaul y poder manipular su carga podemos quitarle la carga y luego apagar el grupo.

Figura 38. Selector y botonera de paro de emergencia



Fuente: Pacifpetrol
Elaborado por: Marcos Narváez

Figura 39. Carga base/repartición de carga

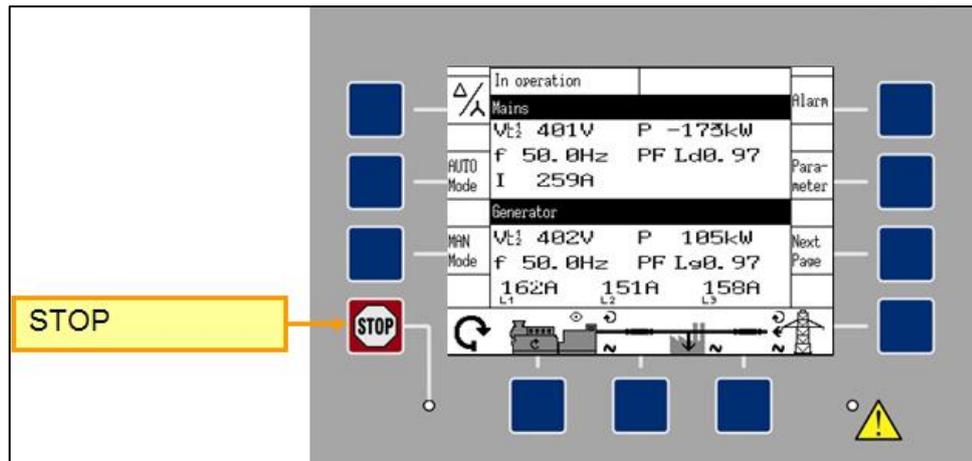


Fuente: Pacifpetrol
Elaborado por: Marcos Narváez.

APAGADO DEL GRUPO ELECTRÓGENO

Presionar el botón **STOP** en el Easygen. El generador descarga en rampa suave y abre el interruptor automáticamente.

Figura 40. Stop del generador



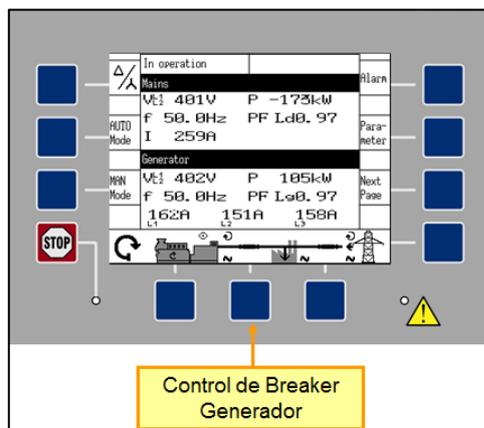
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez.

Ese momento el generador irá a refrigeración por 3 minutos en velocidad.

NOTA: Si se presiona el botón **Control de Breaker Generador** en lugar del botón **STOP**, el breaker abrirá de inmediato liberando súbitamente la carga.

Figura 41. Control de breaker



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez.

4.1.3. Fallas comunes de los grupos electrógenos

Tabla 22. Fallas comunes de los grupos electrógenos

Pieza	Función que desempeña	Modo de fallo potencial	Efecto potencial de fallo	Causas potenciales de fallos	Controles actuales.
Disyuntor principal	Protección de la red	Dispara	Apagado automático del grupo	Cortocircuito grave existente	Revisión visual del campo
				Cortocircuito producidos por aves	Coordinación de protecciones.
				Líneas caídas	Reparación
				Aisladores en mal estado	Cambio
Disyuntor secundarios de media tensión	Protección de la red	Dispara	Sector sin energía	Cortocircuito grave existente	revisión visual del campo
				Cortocircuito producidos por aves	Coordinación de protecciones.
				Líneas caídas	Reparación
				Portafusiles quemados	Cambio
EASY gen 3000	Administrador de energía	Inhibe	Genera bajo o alto voltaje	Baterías bajas	Inspección y control
				Tarjeta de generador húmeda	Revisión secado
Motores Aero enfriadores	Sistema de enfriamiento del motor	Fallo Aero enfriador	Sube temperatura de motor	Motor en cortocircuito	Reparación
					Cambio
Baterías	Alimentación de 24 vDC	Baja tensión	Grupo no arranca	Baterías descargadas	Revisión de cargador
				Baterías no cargan	Revisión visual de niveles de agua de baterías

4.2. MEJORAR LOS TIEMPOS DE PARADAS POR DAÑOS MECÁNICOS Y MANTENIMIENTO

Antes de entrar a una tarea de mantenimiento debemos conocer la documentación que debe ser llenada por los supervisores o encargados de los departamentos. La empresa Pacifpetrol para disminuir o eliminar los accidentes de trabajo en todos los tipos de mantenimiento que se realiza a los grupos electrógenos debe someterse a las políticas de seguridad industrial y medio ambiente cumpliendo y llenando todos los requisitos antes de comenzar una tarea.

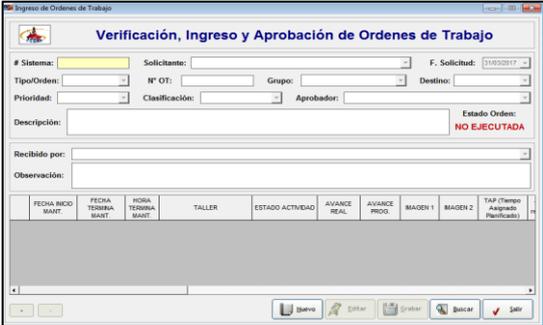
De esta forma la empresa está mejorando los mantenimientos con un personal calificado y preparado, además todas las tareas deben ser aprobadas por el supervisor encargado. Los documentos que se deben de llenar son los siguientes y se detallan a continuación:

Orden de trabajo

Es el documento donde el operador o área solicitante realiza una solicitud al departamento de mantenimiento indicando que clase de trabajo se requiere hacer en los grupos, ya sea mecánico, eléctrico, soldadura otros.

Este documento se lo cumple a través de un software como se muestra en la Ilustración 34, luego de tener aprobado la orden de trabajo se debe efectuar un permiso de trabajo, ya sea eléctrico, en frío o en caliente.

Imagen 35. Orden de trabajo



The screenshot shows a web-based form titled "Verificación, Ingreso y Aprobación de Ordenes de Trabajo". The form includes several input fields: "# Sistema:" (yellow), "Solicitante:", "F. Solicitud:" (with value 11/03/2017), "Tipo/Orden:", "N° OT:", "Grupo:", "Destino:", "Prioridad:", "Clasificación:", and "Aprobador:". There is a "Descripción:" field and a red label "Estado Orden: NO EJECUTADA". Below these is a "Recibido por:" field and an "Observación:" field. At the bottom, there is a table with columns: FECHA INICIO MANT., FECHA TERMINA MANT., HORA TERMINA MANT., TALLER, ESTADO ACTIVIDAD, AVANCE REAL, AVANCE PROG, BIAGEN 1, BIAGEN 2, and TAP (Tiempo Asignado / Realizado). The table body is currently empty. At the bottom right of the form are buttons for "Guardar", "Editar", "Cancelar", "Buscar", and "Salir".

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

Permiso de trabajo

Este documento pertenece al área de seguridad industrial y debe ser llenado antes de comenzar la tarea, donde se evaluarán los tipos de riesgo, ya sean físicos, mecánicos u otros. En el **anexo 1** podemos observar el permiso de trabajo que se utiliza en la empresa Pacifpetrol.

ART (análisis riesgo de trabajo)

Esta es otra herramienta de seguridad industrial en donde se describen las tareas realizadas se identifican los riesgos existentes y cuáles serían las acciones para eliminar o disminuir el riesgo. En el **anexo 2** observamos una hoja ART.

4.2.1. Implementación del mantenimiento RCM

El departamento de mantenimiento está formalizando cambios en los planes para mejorar los tipos de mantenimiento tradicionales ya conocidos y lo detallamos a continuación:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)
- Mantenimiento en uso.

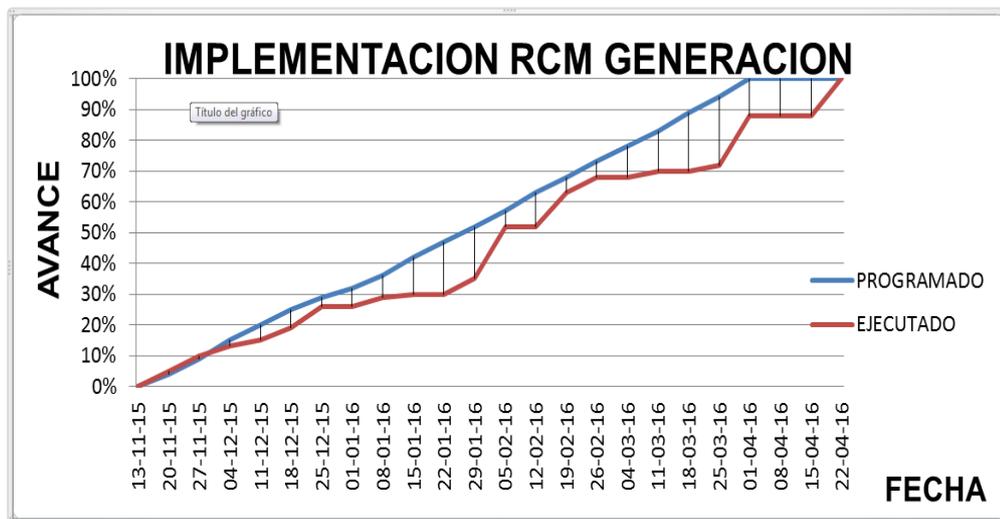
Para mejorar todo este grupo se está implementando un solo mantenimiento llamado **RCM** (*Reliability Centred Maintenance*) que significa Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiableidad.

Este método se basa en el análisis de fallas, tanto como las que ya han ocurrido o las que se están evitando con acciones preventivas que sucedan, o las que tienen mínima posibilidad y que puedan provocar daños severos en este caso en los grupos electrógenos.

En la **Figura # 40** observamos la fecha de implementación del mantenimiento RCM de la parte generadora de los grupos electrógenos, a partir de 13/11/2015 hasta 22 /04 /2016, la figura nos muestra los avances programado y lo ejecutado.

Hoy en día el departamento de mantenimiento está trabajando para la implementación del RCM en la siguiente parte del grupo que es el motor a combustión interna.

Figura 42. Implementación del RCM



Fuente: Pacifpetrol
Elaborado por: Ing., Marco Jara

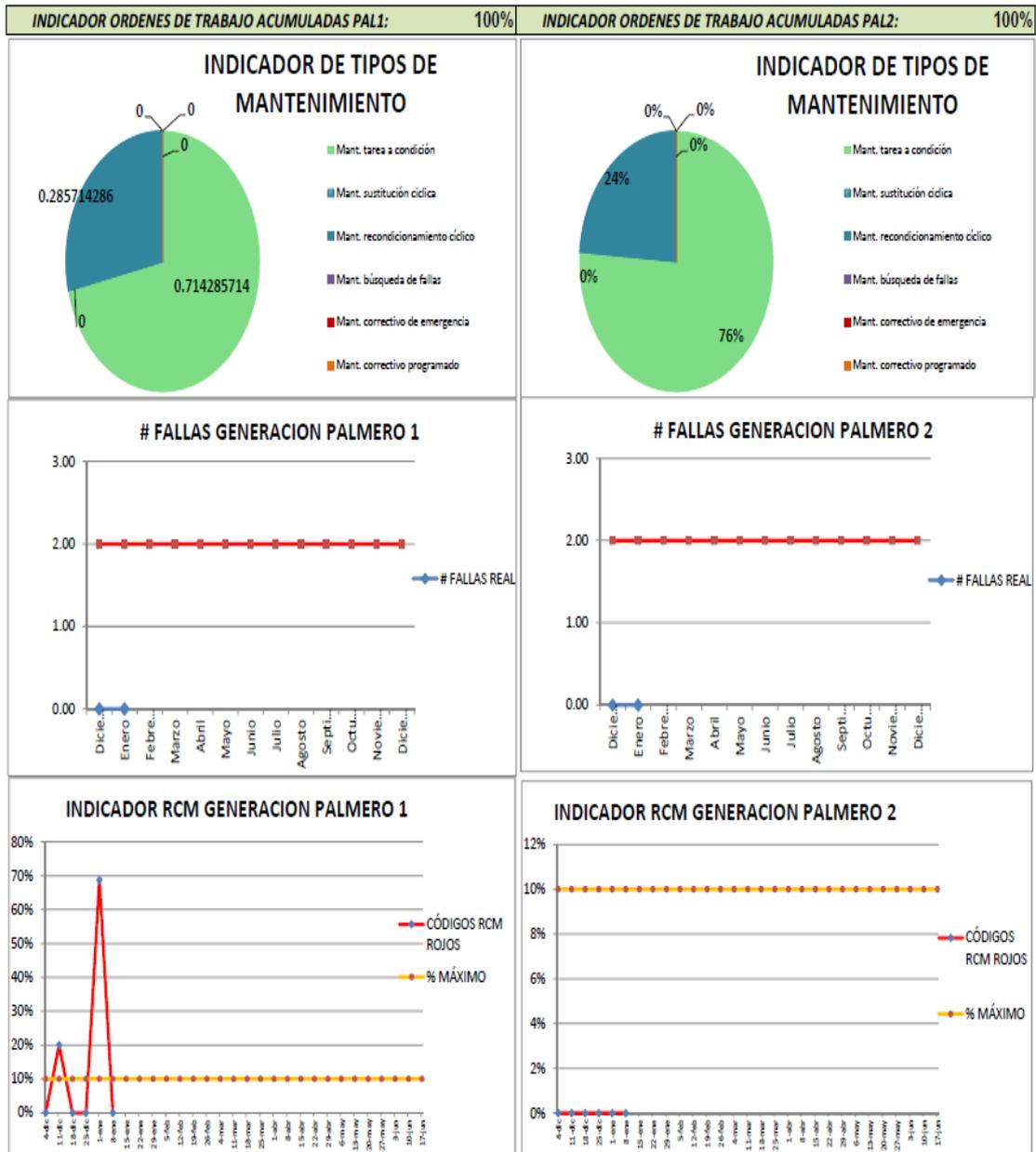
En la **Figura # 42** observamos los indicadores tanto como palmero 1 y palmero 2, en el círculo podemos ver los tipos de mantenimiento que se ejecutan dentro del RCM, liderando el **mantenimiento de tarea a condición, seguido por el mantenimiento sustitución cíclica.**

En la segunda figura de dispersión encontraremos las fallas en las fechas ocurridas en el tercer gráfico de dispersión observamos los indicadores, están dado en **código RCM rojos y porcentaje máximo.**

Figura 43. Indicadores de generación

INDICADORES GENERACION

08/01/2016



Fuente: Pacifpetrol
Elaborado por: Ing., Marco Jara

4.3. OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE PARADAS POR AGENTES EXTERNOS

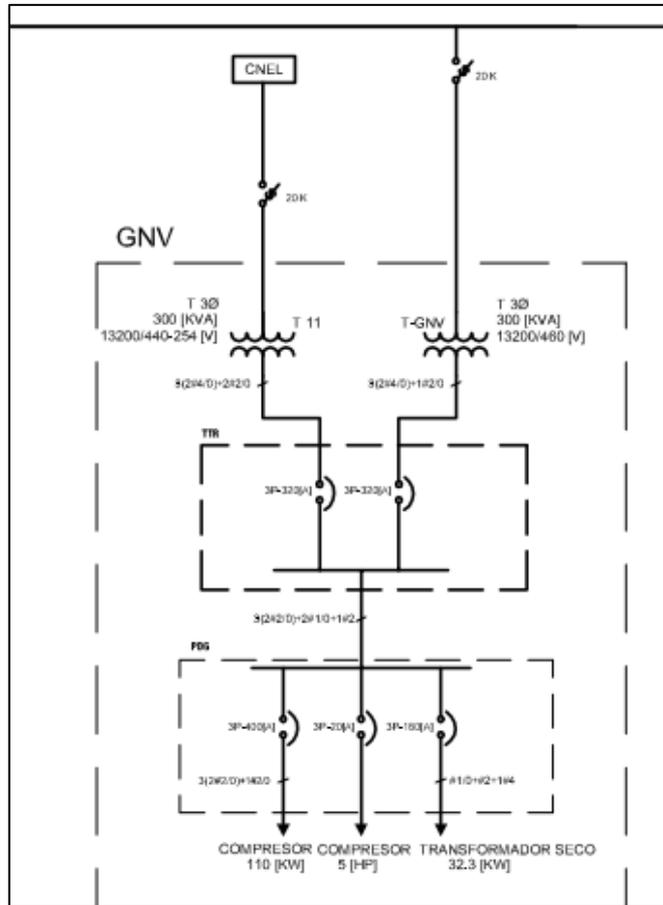
En capítulo III analizamos también que los grupos se apagaban por causas de agentes externos como aves, lluvias rayos, corrosión otros. Estas causas son inevitables por el medio en donde la empresa se encuentra ubicada, la mayoría de estas causas terminan en cortocircuitos donde una corriente inversa provoca que salten las protecciones de los grupos electrógenos, por lo tanto para mejorar el sistema es necesario realizar una coordinación de protecciones.

4.3.1. Realizar una coordinación del sistema de protecciones

La coordinación de protecciones es calcular mediante cálculos eléctricos, la corriente de corto circuito para que los fusibles o protecciones térmicas que se encuentran aguas debajo de los grupos se activen primero, en caso de surgir una falla las protecciones térmicas principales no deben activarse automáticamente por una mínima falla si esto ocurre manda apagar al grupo; es decir se provocará un corte de energía. El disyuntor principal de la generación solo se debe activar si el problema persiste y es considerado grave, como por ejemplo una línea de media tensión caída.

A continuación realizaremos un ejemplo de una coordinación de protecciones. En la **Imagen 36**, observamos una parte del diagrama unifilar del campo, la estación GNV, con este ejemplo efectuaremos los cálculos eléctricos para determinar sus protecciones térmicas en baja y media tensión.

Imagen 36. Diagrama unifilar de GNV



Fuente: Pacifpetrol
Elaborado por: Marcos Narváez

Fórmula de Potencia

$$P = \sqrt{3} \cdot I \cdot V$$

P = Potencia

I = Intensidad

V = Voltaje

Transformador (Protección en media tensión)

$$P = \sqrt{3} \cdot I \cdot V$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$I = \frac{300,000 \text{ V.A}}{\sqrt{3} (13200V)}$$

$$I = \frac{300,000 \text{ V.A}}{(22,863 \text{ V})}$$

$$I_{\text{CARGA}} = 13 \text{ A}$$

$$I_{\text{PROTECCIÓN}} \Rightarrow \text{Carga} \times 1.25A$$

$$I_{\text{PROTECCIÓN}} = 13 \text{ A} \times 1.25$$

$$I_{\text{PROTECCIÓN}} = 16.25 \text{ A}$$

Fusible próximo 20 A En seccionador

Se pondrá un fusible 20 A Tipo K

PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN

$$P = \sqrt{3} \cdot I \cdot V$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$I = \frac{300,000 \text{ V.A}}{\sqrt{3} (460V)}$$

$$I = \frac{300,000 \text{ V.A}}{(796.74 \text{ V})}$$

$$I = 376 \text{ A}$$

$$I \Rightarrow \text{Carga} \times 1.25A$$

$$I = 376 \text{ A} \times 1.25$$

$$I = 470 \text{ A}$$

Próximo fusible 500 A

$$I_{cv} = 45 \text{ KA}$$

$$I_{SO} = 10 (500A)$$

$$I_{SO} = 5000 \text{ A}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot I \cdot V F_p \text{ COMPRESOR}$$

$$I = \frac{110,000 \text{ V.A}}{\sqrt{3} (460V)(0.92)}$$

$$I = \frac{110,000 \text{ V.A}}{(732.95)}$$

$$I = 150 \text{ A}$$

$$I \Rightarrow \text{Carga} \times 1.25$$

$$I = 150 \text{ A} \times 1.25$$

$$I = 187.5 \text{ A}$$

Próximo fusible 200 A

$$I_{cv} = 45 \text{ KA}$$

$$I_{SO} = 10 (200A)$$

$$I_{SO} = 2000 \text{ A}$$

COMPRESOR 5 HP

$$5 \text{ HP } \left(\frac{746}{1 \text{ HP}} \right) = 3.73 \text{ KW}$$

$$I = \frac{37,300 \text{ V.A}}{\sqrt{3} (460\text{V})(0.92)}$$

$$I = 5 \text{ A}$$

$$I = 5 \text{ A} \times 1.25$$

$$I = 6.25 \text{ A}$$

Próximo fusible 10 A

TRANSFORMADOR EN SECO

$$I = \frac{32,300 \text{ V.A}}{\sqrt{3} (460\text{V})(0.92)}$$

$$I = 44 \text{ A}$$

$$I = 44 \text{ A} \times 1.25$$

$$I = 55 \text{ A}$$

Próximo Fusible 60 A

4.3.2. Cronograma de mantenimiento de líneas y transformadores

Para reducir estas fallas comunes en el campo y redes eléctricas es necesario e importante que el departamento eléctrico deba efectuar un cronograma mantenimiento de líneas y transformadores.

4.4. OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE PARADAS POR DAÑOS ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE

El alto porcentaje de oxígeno en gas combustible es una de los principales causas para que los operadores apaguen a los grupos, por eso recomendamos la instalación de un medidor de oxígeno en el área de generación para estar seguro y controlar alto porcentaje de oxígeno. También nos servirá para modificar el último procedimiento de apagado, aplicando varias opciones como el uso de los acumuladores, mezcla gas de planta y navarra entre otros. también nos ayudará a tener una lectura en tiempo real.

4.4.1. Instalación de medidor de oxígeno en el área de generación

En planta de gasolina existe un analizador de oxígeno a la salida del proceso donde se toma referencia en tiempos no reales para los grupos.

Imagen 37. Analizador de oxígeno



Fuente: Pacifpetrol
Elaborado por: Marcos Narváez

En la **Imagen 37** observamos el equipo que se encuentra instalado cerca de las líneas de la alimentación del gas de navarra y gas de las compresoras, este equipo

está conectado al sistema scada donde controla automáticamente válvulas de control **Fisher**, el programa controla y realiza el cambio de gas de planta a gas de navarra si el porcentaje incrementaría a más **4,5 %** de oxígeno en gas.

El analizador de oxígeno es de origen argentino con serie **GPR 2500 A 15** y el lugar indicado sería después de los separadores gas líquido antes de la entrada a los grupos, como se muestra en la **Imagen 38**.

Imagen 38. Sitio donde se instalaría analizador de oxígeno



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

4.5. PASOS PARA REALIZAR EL CAMBIO DEL GRUPO ELECTRÓGENO WAUKESHA A PALMERO

El grupo electrógeno Waukesha era uno de los principales causantes de los cortes de energía, por presentar problemas de sincronismo con los grupos, este grupo ha sido considerado para un nuevo proyecto en la estación de Santa Paula, donde trabajará solo, al sacar este grupo la disponibilidad bajaría en forma general para

la generación. Por tanto la empresa pone en consideración al departamento de proyecto un montaje de un nuevo grupo palmero.

4.5.1. Pasos para el montaje de un nuevo grupo electrógeno palmero

Planta de generación

Actualmente, las facilidades del campo Gustavo Galindo Velasco son alimentadas por dos grupos electrógenos palmeros a gas de 750kw, que conforman la central de generación y se encuentra ubicado en el centro de operaciones Ancón, se realizará el estudio para la instalación de una unidad nueva de palmero.

Generador.

El nuevo generador tendrá la siguiente característica: Sistema trifásico a 440v, 60 Hz, en conexión estrella, $fp=0,8$, accionado mediante un motor Cummins que usará gas como combustible.

El grupo estará provisto de su propio sistema de control el administrador de energía EASYGEN.

La protección térmica y magnética frente a fallas indeseadas, estará dado por interruptores fijos NW1&N1 y relés micrologix 2.0 ubicados en el skit del grupo electrógeno palmero.

En cada skit del grupo existirá una caja concentradora de señales provenientes del motor Cummins y del generador Stamford: Falla de cargador, bajo nivel de líquido de refrigerante, temperatura de admisión, estado de interruptor, nivel de aceite, nivel de agua, pick up magnéticos entre otros.

El grupo está diseñado para el trabajo en régimen continuo. Operaran en un ambiente abierto y dispondrán de su propio sistema de enfriamiento. El grupo contará con sistema de medición, supervisión, protección y control.

Todas estas señales serán enviadas a un cuarto de control donde se supervisará y controlará el status electro-mecánico de la misma. El sistema de enfriamiento es externo para el grupo y está dado por sendos Aero enfriadores (6 ventiladores trifásicos de 2,4 kW ,440volts, 3hp, 60hz cada uno).

4.5.2. Obra eléctrica

Anexo 4 Planos No. ANC-PC-PM-003 / ANC-PC-PM-004, donde se detallan las partes del nuevo generador palmero a implementar, y partes del tablero.

Tablero de control y comando modelo A2-D

Dimensiones Generales

Tabla 24. Dimensiones generales

Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Alto (mm)	Pintura
672	405	432	Blanco tiza #281-042

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez.

Imagen 39. Tablero de control



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

Características

Este tablero es el modelo indicado en aquellas aplicaciones críticas donde el grupo en funcionamiento es la **única fuente de energía**, requiriendo un máximo grado de automatización, funcionalidad, confiabilidad y por sobre todo continuidad de servicio.

Es un sistema de comando capaz de ordenar el arranque, efectuar la puesta en paralelo y repartir la carga, hasta con ochos grupos con tablero similares, según la demanda de carga o falla de los que están en funcionamiento. Realiza la detección e indicación memorizada de 15 posibles fallas con parada automática, más 4 sin parada. De igual manera, pero a la inversa, al disminuir la demanda se van desconectando los grupos, según corresponda, quedando nuevamente en stand by. Para que esto se cumpla es indispensable un regulador electrónico de velocidad por grupo y que todos los equipos tengan tableros A2.

El núcleo del sistema es un P.L.C. dedicado con panel de cristal líquido de 4 líneas y 30 columnas capaz de medir 29 parámetros eléctricos y hasta 6 mecánicos, dispone de un teclado numérico y teclas de navegación. El mismo cumple con el estándar UL-508.

Su elaborado software permite por medio de una adecuada configuración, resetear el sistema para cumplir las diferentes tareas requeridas y la tele supervisión por PC a través de un LAN vía RS485, al cual opcionalmente puede conectarse un módulo de comunicación configurable para la transferencia de datos por medio de un módem o bien para integrarlo a un bus MODBUS.

Tabla 25. Medidas eléctricas

Voltímetro – amperímetro - frecuencímetro analógico dimensiones 72 x72 (para lectura rápida – una fase)	◆
Contador reloj	◆
Tensiones de fases y de líneas : Ur, Us, Ut, Urs, Utr, Ust ()	□
Corriente de fases: Ir, Is, It (§)	□
Potencia activa, reactiva y aparente por fase y totales: Pr, Ps, Pt, Qr, Qs, Qt Sr, Ss, St, P, Q y S (§)	□
Energía activa acumulada de generación (KW-H) ()	□
Factores de potencia: Cos phi r, Cos phi t ()	□
Distorsión de armónicas por fases: THD%r, THD%s, THD%t ()	□
Tensión de Batería (§)	□
Horas de funcionamiento (§)	□

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

Tabla 26. Controles

Llave de contacto	◆
Selector modo funcionamiento automático - manual	◆
Selector activado - desactivado	◆
Selector Test de prueba	◆
Selector funcionamiento manual	◆
Selector conexión – desconexión de carga para modo manual	◆
Pulsador de precalentamiento para modo manual – aplicable solo en serie volvo	◆
Pulsador de arranque para modo manual	◆
Parada de emergencia	◆
Silenciador de alarma	§
Potenciómetro de velocidad (con regulador electrónico)	○
Potenciómetro de voltaje	○

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

Tabla 27. Indicadores de fallas automáticas

Falla de cierre de los comandos de carga	△
Baja o alta tensión de batería	□
Baja presión de aceite	□
Alta temperatura (de refrigerante o cabeza de cilindro según serie)	□
Sobrevelocidad	□
Falla de arranque	□
Sobrearranque	□
Corte de correas (solo serie Deutz 913)	◆
Falla en el mando de parada del motor	□
Bajo nivel de refrigerantes – aplicable a serie volvo-cummins-perkins	□
Baja o alta tensión de generación	□
Baja o alta frecuencia de generación	□
Sobrecarga del generador	□
Orden de fase de generación incorrecto	□
Potencia inversa activa o reactiva	□
Perdida de excitación	□
Retención de causas de fallas	◆
Registro histórico de falla (con fecha y hora de ocurrencia)	□

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez.

Tabla 28. Indicadores sin parada

Tensión de fase: R, S, T	◆
Carga de alternador	◆
Motor funcionando	◆
Interruptor conectado	◆
Tiempo de precalentamiento – aplicable en serie volvo	◆
Falla del cargador de batería	○
Bajo nivel de combustible con tanque incorporado	□
Bajo nivel de combustible con tanque separado	○
Filtro de aire obturado (Indicación mecánica incluida en serie volvo)	○
Pre alarmas	○
Modo no en automático	○

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

Tabla 29. Medidas de motor

Presión de aceite (§)	□
Temperatura de refrigerante o cabeza de cilindro según serie (§)	□
Velocidad (R.P.M) (§)	□
Presión de tubo (con parada) – aplicable en serie Deutz 1013/1015, Perkind gas, Cummins gas (§)	◆
Temperatura de admisión (con parada) – aplicable en serie Deutz 1013/1015, Perkind gas, Cummins gas (§)	□
Pirómetro (con parada) – aplicable en serie Deutz 1013/1015	□

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

Tabla 30. Automatismo

Arranque automático según la demanda	◆
Paralelo automático de hasta ocho (8) grupos electrógeno similares según la demanda	◆
Distribución isócrona de cargas activas y reactivas	◆
Número de intentos de arranque	△
Pre calentamiento para arranque – aplicable en serie volvo	△
Parada retardada para enfriamiento	△
Telecontrol y telecomando desde vía RS 485 (hasta 1200m)	◆
Reloj de tiempo real	◆
Indicación cumplimiento intervalos de servicio	□

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

Tabla 31. Varios

Cargador de batería 1 Amperes	◆
Cargador de batería 3,5 Amperes	○
Regulador electrónico de velocidad	○
Alarma sonora y luminosa	○
Pack de señales remotas de alarmas	○
◆: Incluido	□: Indicación digital
○: Opcional	(§): Acceso por teclado
Configurable	△:

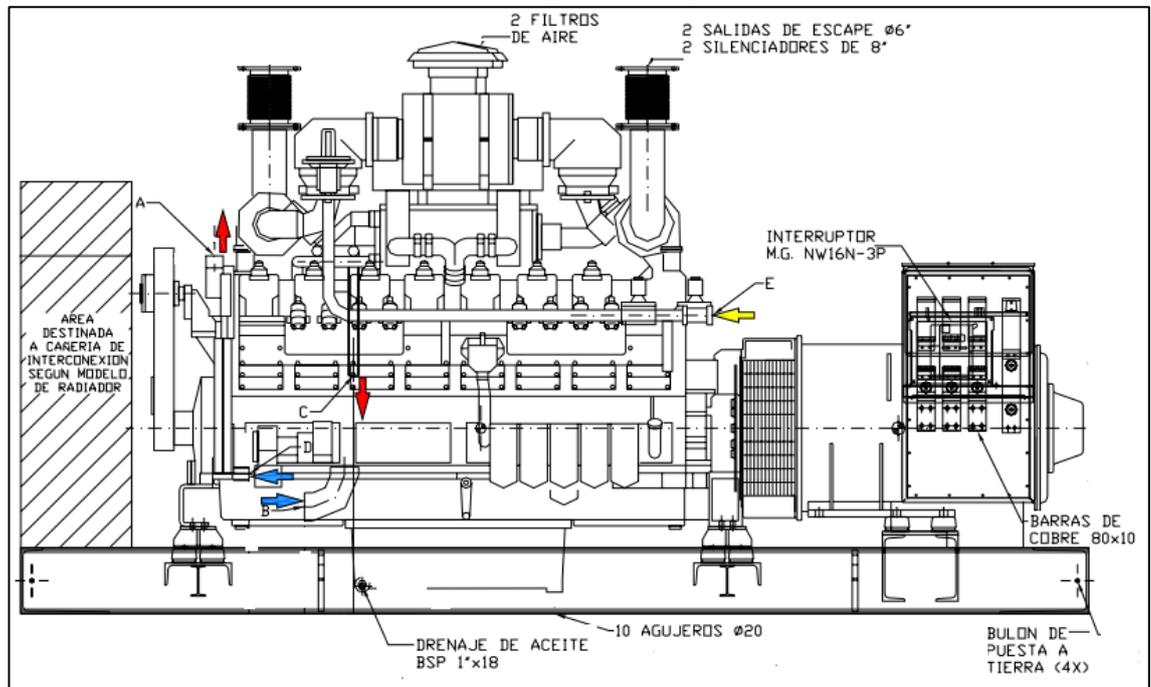
Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

4.6.4 Obra mecánica

Anexo 5 Planos ANC-PC-PM-001 / ANC-PC-PM-002

Imagen 40. Grupo electrógeno



Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

CAPACIDADES DE GENERACIÓN

Tabla 32. Capacidades de generación

<i>Servicio (Cos fi: 0.8 / Frecuencia</i>	<i>Prime</i>	<i>Standby Cont.</i>	<i>Standby Máx.</i>
380 – 400 V, 50 Hz	896 KVA 716.8 KW	896 KVA 716.8 KW	1014 KVA 811.2 KW
440 V, 60 Hz	1075 KVA 860 KW	1075 KVA 860 KW	1182 KVA 945.6 KW

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

Definición de Capacidades:

Potencia “Prime”: Corresponde al Standard de potencia ISO 8528 para una operación continua. Es aplicable para el suministro de potencia eléctrica a una carga variable por tiempo limitado en reemplazo de la energía de red comercial. Se dispone del 10% de sobrecarga en este caso.

Potencia “Standby Continua”: Es aplicable según ISO 8528 para el suministro de energía en la eventualidad de una falla del suministro de energía de red, a una carga variable, por un número de horas ilimitado. Se dispone del 10% de sobrecarga también en este caso.

Potencia “Standby Máxima”: Corresponde a la potencia bloqueada según ISO 8528. Es aplicable como suministro de emergencia sólo en áreas con redes bien establecidas, en el evento de una falla de red. No se dispone de capacidad de sobrecarga en este caso.

Tabla 33. Datos técnicos del motor

DATOS TÉCNICOS DE L MOTOR				
Modelo de Motor	GTA50-GE	Velocidad Motor / Frecuencia (rpm / Hz)	1500 / 50	1800 / 60
Número de cilindros	16 en "V"	Potencia Máxima al Volante (KW)	853	995
Cilindrada (Litros)	50.3	Velocidad de Pistón (m/s)	7.95	9.50
Diámetro (mm)	159	BMEP (Mpa)	1.36	1.32
Carrera (mm)	159	Consumo de Combustible (m³/KW_eh)	0.387	0.387
Relación de Compresión	8.5 : 1	Máximo Impacto Carga $\Delta f=10\%$	50*	50*
Tipo de Aspiración	Turbo sobrealimentación	Contrapresión Máxima Escape (kPa)	6.8	6.8
Post-enfriamiento	Aire / Agua	Emisión de Calor de Escape (kW)	658	769
Medio de Refrigeración	Agua	Emisión de Calor del Sist. Enfr.(kW)	921	1076
Regulador Velocidad	Mecánico	Calor Irradiado por el motor (kW)	92	108
Sistema Eléctrico (Vcc)	24	Temperatura de Escape (°C)	732	732
Capacidad aceite lubricante (Its)	224	Caudal Aire de Enfriamiento (m³/min)	-	-
Capacidad Líquido Enfriamiento (Its)	153/22.7**	Caudal Aire de Combustible (m³/min)	79	100.6
Presión Mínima de Gas (Kg/cm²)	0.0254	Caudal Gases de Escape (m³/min)	218	258
*Con el motor correctamente precalentado /** Motor solo				

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

Tabla 34. Datos técnicos del generador

DATOS TÉCNICOS DEL GENERADOR					
Marca de Generador	Stamford	Voltaje / Frecuencia (V/Hz)	400 / 50	440 / 60	
Tipo de Ejecución	Monocojinete	Rendimiento a plena carga (%)	95.1	95.1	
Exitación sin escobillas (Tipo)	Autoexitado	Intensidad nominal (A)	1293.3	1410.6	
Paso del Bobinado	Acortado 2/3	Reactancia Transitoria (%)	19.1	23.3	
Tipo de Bobinado	12 terminales	Reactancia Subtransitoria (%)	13.0	16.1	
Clase de Aislación	H				
Sistema Regulación	Electrónico (AVR)				
Precisión Regulador de Tensión (%)	0.5				
Grado de Protección Mecánica (IEC 529)	IP22				
Distorsión de Armónicas (%)	≤ 1.5				
Coseno Fi	0.8				
Corriente de Cortoc.	$> 3.5 I_n$				

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

Tabla 35. Datos técnico del interruptor

DATOS TÉCNICOS DEL INTERRUPTOR			
Marca Interruptor	Merlin Gerin	Protección termo magnética	Micrologic. 2.0A
Línea de Interruptores	Masterpact	Disparo por cortocircuito	3 x In
Modelo	NW 16 N1	Poder de corte (KA)	42

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

Observaciones:

Generales:

- Condiciones de referencia estándares según ISO 3046 (27 °C – 100Kpa).
- Los caudales términos están basados en potencia máxima.
- La proporción de anticongelante es para climas cálidos al 30% y para climas fríos al 50%.
- El máximo impacto de carga es aquel que el motor puede tomar en un solo paso con una variación de velocidad inferior al 10%.

Motores Diesel:

El consumo de combustible está dado con una tolerancia del +/- 3% y se basa en una densidad de gasoil de 0.84 kg/l y en 100% potencia prime por kw.h de salida eléctrica.

Motores Gas:

- El consumo de gas combustible está dado con una tolerancia del +/- 3% y se basa en poder calorífico del 9000 kcal/m³ y en 100% potencia prime por kw.h de salida eléctrica.
- De acuerdo a la presión de gas en la línea del cliente se selecciona el regulador y la electroválvula correspondiente.

CAPÍTULO V

ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PROPUESTA

5.1. Costo para mejorar la operación

En la tabla 36 se detallan los costos de la ejecución de un manual de operaciones que servirá como guía para los operadores de generación.

También se menciona la impresión de 10 ejemplares que serán distribuidos de forma gratuita a todos los técnicos que forman parte del grupo de trabajo.

Este costo saldrá del presupuesto mensual del departamento de mantenimiento.

Tabla 36. Costos de la ejecución del manual de operación

Operación					
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	C. Unitario	Costo Total
1	Ejecución de manual de operaciones	1	Global	300	300
2	Impresión manuales de operación	10	Global	25	250
3	Ejecución de cuadros estadístico de fallas	1	Global	100	100
SUBTOTAL					650
Imprevistos 10%					65
TOTAL					\$ 715

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

5.2. Costo para mejorar el mantenimiento

En las mejoras de mantenimiento observamos en **la tabla 37**, el costo que tendrá la elaboración e implementación del proyecto RCM, dentro de este cuadro no está considerado los costos de materiales, equipos, accesorios, que serán usados cuando se presente una falla.

El costo saldrá del presupuesto anual del departamento de mantenimiento y operación.

Tabla 37. Costos de mantenimiento

Mantenimientos					
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	C. Unit.	Costo Total
1	Elaboración e implementación del proyecto RCM generador	400	horas	35	14000
2	Elaboración e implementación de proyecto RCM motor a combustión	400	horas	35	14000
SUBTOTAL					28000
Imprevistos 10%					2800
TOTAL					\$30800

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

5.3. Costo de capacitación (SISO)

En la tabla 38 tenemos un costo de capacitación por parte del departamento de SISO, donde se menciona tres temas muy importante, como riesgo eléctrico enfermedades ocupacionales y el uso adecuado de los equipos de protección personal; también consideramos un Coffee Break dentro de estas charlas, estas capacitaciones estarían dispuesta para todo el personal que cumpla un trabajo en la ejecución de este estudio.

Dentro de la empresa este costo es el más impórtate ya que la empresa está sometida a bajar su índice de accidentabilidad, y una de sus metas para los próximos años es 0 accidentes.

Tabla 38. Costos de capacitación

Capacitación					
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	C. Unit.	Costo Total
1	Tema 1 Seguridad Industrial: riegos eléctricos y mecánicos	8	horas	300	2400
2	Tema 2 Salud Ocupacional: enfermedades ocupacionales	8	horas	300	2400
3	Tema 3: Uso adecuado de los equipos de protección personal	8	horas	300	2400
4	Coffee Break	3	días	30	90
SUBTOTAL					7200
Imprevistos 10%					720
TOTAL					\$7920

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez.

5.4. Costo de trabajos eléctricos

Dentro de las mejoras que se encuentran dentro de los agentes externos se detallan la tabla 39, donde se realizará una coordinación de protecciones por alimentador o ramal de las líneas de distribución de planta de gasolina, casa bomba y talleres y oficinas centrales. En este presupuesto no está considerado el cambio de materiales en mal estado como fusibles o térmicos.

Tabla 39. Costos de coordinación de protecciones

Coordinación de protecciones					
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	C. Unitario	Costo Total
1	Alimentador de planta de gasolina	1	Global	600	600
2	Alimentador de casa bomba y talleres	1	Global	600	600
3	Alimentador de oficinas	1	Global	600	600
SUBTOTAL					1800
Imprevistos 10%					180
TOTAL					\$1980

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

En la tabla 40 se detalla un mantenimiento de transformadores, conductores trifásicos de generadores, líneas de baja y media tensión, este trabajo está dentro del presupuesto anual del departamento de mantenimiento y se lo ejecutará mediante personal contratista.

Tabla 40. Costos de mantenimiento de líneas y transformadores

Mantenimiento de líneas y transformadores					
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	C. Unitario	Costo Total
1	Transformadores	5	Global	800	4000
2	Líneas de generadores	5	Global	300	1500
3	Líneas de baja y media tensión.	3	Global	2000	6000
SUBTOTAL					11500
Imprevistos 10%					1150
TOTAL					\$12650

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

5.5. Costo de implementación de equipos

Dentro de las mejoras por abastecimiento de combustible en la tabla 41 detallamos la implementación de un equipo para analizar el porcentaje de oxígeno, dentro de este cuadro entra el costo total del equipo, su instalación y su programación. Este presupuesto estará a cargo del departamento de proyectos.

Tabla 41. Costos de implementación de un analizador de oxígeno

Implementación de un analizador de oxígeno					
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	C. Unitario	Costo Total
1	Analizador de oxígeno	1	Global	6000	6000
2	Instalación del analizador	1	Global	500	500
3	Programación en el sistema scada	8	horas	35	280
SUBTOTAL					6780
Imprevistos 10%					678
TOTAL					\$7458

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

En la tabla 42 tenemos otra implementación con una diferencia que el costo del nuevo grupo electrógeno, la empresa tiene tres grupos en custodia, solo consideramos los costos de implantación como obra eléctrica, mecánica y civil. Este presupuesto está considerado para este año 2017 por parte del departamento de proyectos de la empresa.

Tabla 42. Costos de implementación de un nuevo grupo electrógeno

Implementación de un nuevo grupo electrógeno					
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	C. Unitario	Costo Total
1	Obra eléctrica	1	Global	20000	20000
2	Obra mecánica	1	Global	10000	10000
3	Obra civil	1	Global	10000	10000
SUBTOTAL					40000
Imprevistos 10%					4000
TOTAL					\$44000

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez.

5.6. Costo total del proyecto

La implementación de este estudio realizado en la empresa PACIFPETROL se gestionará mediante presupuesto anual que son asignados a los departamentos de mantenimiento, SISO y proyectos. Serán ejecutados o puestas en marcha según la criticidad de cada tema.

El costo total está dentro de una forma global y su valor es de ciento cinco mil con quinientos vientos dólares americanos.

Tabla 43. Costos de presupuesto referencial del trabajo

Presupuesto referencial del trabajo				
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Total
1	Operación	1	Global	715
2	Mantenimiento	1	Global	30800
3	Capacitación	1	Global	7920
4	Coordinación de protecciones	1	Global	1980
5	Mantenimiento de líneas y transformadores	1	Global	12650
6	Implementación de analizador de oxígeno	1	Global	7458
7	Implementación de un nuevo grupo electrógeno	1	Global	44000
TOTAL				\$ 105.523,00

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

5.7. Análisis costo beneficio

En la **tabla 44** tenemos un dato muy importante que nos permitirá realizar ciertos cálculos, esta cifra la encontramos en datos estadísticos de la generación y va en aumento cada vez que los grupos funcionen, la disponibilidad del año 2015 fue 98,65%, realizando una diferencia de las dos lecturas por año 2016 y 2015 tenemos un consumo en MWH, efectuamos la conversión KWH y nos queda un valor de 4, 867,612.00KWH.

Tabla 44. Consumo del año 2015 en KWH

lectura en equipo 01/01/2016	lectura en equipo 01/01/2015	TOTAL DE CONSUMO EN MWH 98,65%	TOTAL DE CONSUMO EN KWH 98,65%
25,433.57	20,565.95	4,867.61	4,867,612.00

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez.

En la tabla #45 encontramos los valores que el departamento de generación consume en el año 2015, con este valor total de gasto podemos realizar el cálculo del kWh con generación propia.

Tabla 45. Consumo del año 2015 en KWH

GASTOS DE GENERACIÓN EN EL AÑO 2016					
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	C. Unitario	Costo Total
1	Consumo, repuestos, grasas y lubricantes	40	Global		79,577.00
2	Mano de obra	960	horas	30.00	28,800.00
3	Overhaul	2	Global	90,000.00	180,000.00
4	Mantenimiento de generador	2	Global	700.00	1,400.00
5	Operación	8760	Global	5.00	43,800.00
TOTAL					\$ 333,577.00

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

En la tabla #46 tenemos el valor 0,12 centavos el kWh de Cnel. Incluidos impuestos con esta cifra podemos deducir el gasto de energía que el campo podría tener si solo trabajaría con CNEL. En esta tabla también deducimos si el campo trabajaría solo con generación propia en el 2015 los grupos trabajaron con una disponibilidad del 89,65 % en total en kWh consumido por la generación fue 4.867.612kwh con este valor y los gastos de la tabla #45 podemos calcular el valor del kWh con generación donde observamos que es mucho más baja producir energía.

La diferencia de disponibilidad de ese año fue de 10,35 % eso equivale a que el campo estuvo conectado a CNEL y eso generó un gasto de \$ 65.154,87, como se indica en la **tabla # 47.**

Tabla 46. Cálculos entre generación y CNEL

CNEL					
COSTO DEL KWH DE CNEL	CONSUMO EN KWH DISPONIBILIDAD 89,65% AÑO 2016	GASTO DE ENERGIA AÑO 2015 DISPONIBILIDAD 89,65%	DISPONIBILIDAD RESTANTE EN KWH 10.35%	CONSUMO AÑO 2015 DISPONIBILIDAD 10,35% CNEL.	TOTAL CONSUMO DE CNEL. DISPONIBILIDAD 100%
\$ 0.12	4,867,612.00	\$ 584,113.44	542,957.28	\$ 65,154.87	\$ 649,268.31
GENERACIÓN					
COSTO DE KW GENERACIÓN	CONSUMO EN KWH DISPONIBILIDAD 89,65% AÑO 2015	GASTO DE ENERGÍA AÑO 2015 DISPONIBILIDAD 89,65%	DISPONIBILIDAD RESTANTE EN KWH 10.35%	CONSUMO AÑO 2015 DISPONIBILIDAD 10,35% GENERACIÓN	TOTAL CONSUMO CON GENERACIÓN DISPONIBILIDAD 100%
\$ 0.07	4,867,612.00	\$333,577.00	542,957.28	\$ 37,208.81	\$ 370,785.81

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez.

Tabla 47. Total de costo producido por la generación año 2015

CONSUMO AÑO 2015 DISPONIBILIDAD 10,35% CNEL.	CONSUMO AÑO 2015 DISPONIBILIDAD 10,35% GENERACIÓN	AHORRO AL 10,35%
\$ 65,154.87	\$ 37,208.81	\$ 27,946.06

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

Recuperación de la inversión

Podemos deducir que si la generación trabajaría con generación al 100 % tendríamos una ganancia de 27.946,06 dólares anuales como se explica en la **tabla # 48** realizando la diferencia de disponibilidad 10,35 entre Cnel. y generación. Esto quiere decir que en cuatro años recuperaríamos la inversión del proyecto **tabla # 49**.

Tabla 48. Dedución de ahorro al 10,35%

GASTO DE ENERGÍA AÑO 2015 DISPONIBILIDAD 89,65%	CONSUMO AÑO 2015 DISPONIBILIDAD 10,35% CNEL.	TOTAL COSTO
\$ 333,577.00	\$ 65,154.87	\$ 398,731.87

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez.

Tabla 49. Recuperación de la inversión del proyecto

RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.		
\$ 27,946.06	X 4 AÑOS	\$ 111,784.23

Fuente: Pacifpetrol

Elaborado por: Marcos Narváez

CONCLUSIONES

- La empresa PACIFPETROL busca alternativas para mejorar sus técnicas operativas en producción, cumpliendo normativas internacionales, una de sus mejoras es producir energía amigable con el medio ambiente.
- Las causas que determinan los cortes de energía en el análisis de la problemática son por: Operación, mantenimiento, factores externos, combustible y sincronización entre grupos palmero y grupo Waukesha.
- La propuesta de mejoras para la parte eléctrica y operación, fue la “Ejecución de un manual de operación de los grupos electrógenos”. ya que es un resultado entregable en esta investigación.
- En el análisis costo beneficio nos da como resultado que la empresa podrá reducir un costo de consumo de energía eléctrica por parte de CNEL de \$65.154,87 dólares americanos al año.

RECOMENDACIONES

- Instalar un nuevo grupo electrógeno con las mismas características técnicas, esto nos permitirá aumentar la disponibilidad, potencia instalada y reducir emisiones de gases.
- Distribuir las problemáticas analizadas en este estudio a los diferentes departamentos encargados: Mantenimiento, eléctricos - operación, y proyectos.
- Realizar la entrega del manual de operación a los operadores de la empresa, para que realicen maniobras más seguras y puedan efectuar excelentes tomas de decisiones.
- Ejecutar y dar un seguimiento a los puntos propuestos y evitar gastos de imprevistos.

BIBLIOGRAFÍA

- Plan de manejo ambiental.
- Base de datos del departamento de mantenimiento planta compresora.
- Base de datos de mantenimientos preventivos y correctivos de los motores cummins.
- Informes de las empresas INDUSUR Y MILCABAL que se encargan de dar mantenimiento a los generadores.
- Información de requisiciones de materiales y equipos de bodega de la empresa Pacifpetrol
- Auditoria del 2010. Pacifpetrol
- MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. RCM II. Traducción por Ellman Suerios y Asociados. Buenos Aires, Argentina – Madrid, España.
- Documentos y archivos archivo del departamento de mantenimiento de la empresa auspiciante.

SITIOS WEB

<http://www.pacifpetrol.com/>

<http://www.tvyumuri.icrt.cu>

<http://www.pericodeancon.com>

<http://www.schneider-electric.com.co/documents/eventos/memorias-jornadas-conecta/Confiabilidad/Coordinacion-de-Protecciones-BT.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Permiso de trabajo

 ASOCIACIÓN BMO ECUADOR INC. - PACIFPETROL ANDIPETROLEOS S.A. - SANTA ELENA OIL & GAS CORP.	PERMISO DE TRABAJO	CÓDIGO: SPRT - ASO - REG - OPE - 009		
		Versión: 4 Elaboró: Coordinador Seguridad Industrial	Vigente desde: 04/03/2016 Revisó: Supervisor Corp. Seguridad Industrial	Página (s): 1 de 1 Aprobó: Gerencia MACSS

PERMISO DE TRABAJO ELÉCTRICO
ANEXO E

Fecha: Hora de Inicio: Permiso #
 Sitio Específico del Trabajo: Localidad: Válido por 12 Horas
 Descripción del trabajo: No. de trabajadores
 Equipos (s) / Línea (s) de estación de distribución:

Riesgos Inherentes al Trabajo			
1 Explosión 2 Incendios 3 Contactos Térmicos 4 Contactos Eléctricos 5 Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas 6 Inhalación contacto cutáneo o ingestión de sustancias nocivas 7 Caídas de personas a distinto nivel 8 Caídas de personas al mismo nivel 9 Caídas de objetos por desplome 10 Caídas de objetos en manipulación	11 Caída de objetos desprendidos 12 Pisadas sobre objetos 13 Choques contra objetos inmóviles 14 Choques y contactos contra elementos móviles de la máquina 15 Golpes por objetos o herramientas 16 Atropellos, golpes o choque, contra o con vehículos 17 Proyección de fragmentos o partículas 18 Atrapamiento por o entre objetos 19 Atrapamiento por vuelo de máquinas 20 Sobreesfuerzos	21 Exposición a temperaturas extremas 22 Exposición a radiaciones 23 Causados por seres vivos 24 Accidentes de tráfico 25 Agentes químicos 26 Agentes físicos 27 Agentes biológicos 28 Otros (Especifique)	

Condiciones Generales de Trabajo	Candados y Tarjetas
1 El área se encuentra determinada, marcada y señalizada? 2 Se necesita otros tipos de permiso de trabajo? 3 Se requiere topografía? 4 Necesita los planos "As Built"? 5 Se realizó charla de seguridad? 6 Se realizó la detección de líneas y cables energizadas? 7 El equipo / línea ha sido desconectado	1 Tienen TODAS las tarjetas de bloqueo fecha 2 Tienen TODAS las tarjetas de bloqueo nombre de la persona autorizada 3 Tienen TODOS los equipos a desconectar tarjetas 4 Tienen TODOS los equipos a desconectar candados 5 Las llaves de los candados únicamente tiene el ejecutor

UPS Requeridos y Equipos de Prevención	Prueba de seguridad																				
1 Guantes de alta tensión dieléctricos 2 Ropa de protección 3 Arnés de cuerpo 4 Anteojos de seguridad 5 Protección auditiva 6 Zapatos de seguridad (dieléctricos) 7 Casco 8 Pértiga 9 Probado el equipo de seguridad 10 (guantes, pértigas, equipo de medición)	11 Kit de primeros auxilios 12 Careta protección facial 13 Línea de vida 14 Extintores 15 Ligadura a tierra 16 Manta Dieléctrica 17 Otros (Especifique)																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Hora de la medición</th> <th style="width: 25%;">Explosividad % LEL</th> <th style="width: 25%;">H2S (PPM)</th> <th style="width: 25%;">% de Oxígeno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Hora de la medición	Explosividad % LEL	H2S (PPM)	% de Oxígeno																
Hora de la medición	Explosividad % LEL	H2S (PPM)	% de Oxígeno																		

Firmas de Responsables			
	Nombre	Firma	Fecha
Supervisor Responsable del Trabajo
Ejecutor del Trabajo
Operador del área (Verificador de Condiciones Estándares)
Autorizante: Supervisor de área
Supervisor Eléctrico del Área Intervenido

Observaciones:

Culminación, Suspensión, Cancelación o Cierre del Permiso			
Trabajo Terminado	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Suspensionado	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Cancelado	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Cerrado	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

ESTE PERMISO DE TRABAJO ES VÁLIDO HASTA LAS 18 H 00. OBSERVE Y CUMPLA LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN

DOCUMENTO ORIGINAL

Anexo 2. ART (ANÁLISIS DE RIESGO DE LA TAREA)

		CÓDIGO: SPRT - ASO - REG - OPR - 013				
		Análisis de Riesgo de la Tarea (ART)		Versión: 1	Vigente desde: 29/09/2015	Página (s): 1 de 2
				Elaboró: Asistente de SISO	Revisó: Coordinador de SISO	Aprobó: Supervisor de Seguridad Industrial
Empresa / Contratista:			Departamento / Proyecto:			
Supervisor o Responsable:	Ubicación o Sitio específico:			Tipo de Permiso:	Fecha:	
Tarea o actividad (Descripción breve):						
Grupo de trabajo (Personal):						
Herramienta, maquinaria o equipo:						
N°	DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS DE LA TAREA	N° EXPUESTOS	RIESGOS ASOCIADOS A LA TAREA	MEDIDAS DE CONTROL		
1						
2						
2						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
NOTA: Toda persona que identifique un riesgo potencial que pueda terminar en daños hacia las personas, el equipo o el medio ambiente, tiene la obligación de DETENER INMEDIATAMENTE LA ACTIVIDAD, actuar para corregir las desviación y comunicar al supervisor inmediato y/o al representante SISO para verificar la corrección de los actos y condiciones subestandar.						

	Análisis de Riesgo de la Tarea (ART)	CÓDIGO: SPRT - ASO - REG - OPR - 013					
		Versión: 1	Vigente desde: 29/09/2015	Página (s): 2 de 2			
		Elaboró: Asistente de SISO	Revisó: Coordinador de SISO	Aprobó: Supervisor de Seguridad Industrial			
GRUPO DE TRABAJO (CHARLA DE INICIO DE ACTIVIDADES)							
Nº	NOMBRES Y APELLIDOS	Nº CÉDULA	FIRMA	Nº	NOMBRES Y APELLIDOS	Nº CÉDULA	FIRMA
1				14			
2				15			
3				16			
4				17			
5				18			
6				19			
7				20			
8				21			
9				22			
10				23			
11				24			
12				25			
13				26			
Cuando Ingres a otra persona a la actividad que Ud. Esta realizando, deben conocer los riesgos existentes y firmar el ART (obligatorio)							
EQUIPOS, ELEMENTOS Y CONDICIONES DE SEGURIDAD REQUERIDOS PARA ESTA TAREA:							
1.- Equipo de Protección Individual (EPI's)			2.- Equipo de medición y protección		3.- Señalización	4.- Documentos	5.- Restricciones para la Seguridad Colectiva
ARNÉS DE SEGURIDAD	GUANTES DE PVC	CASCO ESCAFANDRA	DETECTOR DE CO	AVISOS	CERTIFICADO MÉDICO	TRANSITO NORMAL	
CARETA DE SOLDADOR	GUANTES DE ALGODÓN	BARBIQUEJO	DETECTOR DE GASES	CHALECO REFLECTIVO	FORMATO ART	TRANSITO CON PRECAUCIÓN	
CASCO	GUANTES DE NITRILLO	BOTAS DE CAUCHO	EQUIPO DE AUTO CONTENIDO	CINTA DE PELIGRO	REGISTRO CHARLA	AREA RESTRINGIDA (PERSONAL AUTORIZADO)	
DOBLE PROTECCION AUDITIVA	MANGAS Y PETO DE CUERO	CARETA DE CARA LLENA	DETECTOR DE METALES	CONOS	INSTRUCTIVOS O PROCEDIMIENTOS	NO TRANSITO	
GAFAS DE OXICORTE	MASCARILLA SIN FILTROS	OVEROL	EXTINTOR	PANCARTAS	MSDS	6.- Otras	
GUANTES DE CUERO	MASCARILLA CON FILTROS	TAPONES AUDITIVOS	RADIO TRANSMISOR	RÓTULOS	PERMISO DE TRABAJO	SUPERVISION PERMANENTE	
GUANTES DIELECTRICOS	PROTECTORES VISUALES	ZAPATOS DE SEGURIDAD	SONOMETRO	VALLAS	TARJETA DE ANDAMIOS/BLOQUEOS		
NOTA: EN LAS CAPACITACIONES DIARIAS DEBEN DIFUNDIRSE ADICIONALMENTE CHARLAS CON LOS SIGUIENTES TEMAS: * Como actuar en caso de emergencia por incendio, derrame y primeros auxilios. * Alarmas de emergencia, ruta de evacuación y punto de encuentro/Uco de Extintores.			NOMBRE:				
			FIRMA:				
			CARGO:	RESPONSABLE ELABORACION DEL ART	SUPERVISOR DE LA TAREA	COORDINADOR DE SISO	
			ESTATUS:	INSPECCIONADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	

Anexo 3. ENCUESTA

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Encuesta realizada al personal supervisores y operadores de generación del departamento Mantenimiento de Plantas para obtener datos para el desarrollo del tema de tesis “Estudio técnico para optimizar los tiempos de operación de los grupos electrógenos de la empresa Pacifpetrol ubicado en la Parroquia Ancón, Provincia de Santa Elena”. Del Sr. Marcos Narváez egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial.

OBJETIVO: Realizar encuesta con la finalidad de obtener información a través de las preguntas propuestas al personal de supervisores, y operadores de generación del departamento de Mantenimiento de Plantas relacionado al tema de tesis.

Pregunta N ° 1

¿Considera usted que es necesario tener un manual de operación de los grupos electrógenos?

- a. Si
- b. No

Pregunta N ° 2.

¿Constantemente los grupos electrógenos se apagan por diferentes problemas, considera usted que sería necesario registrar todos esos eventos en un cuadro, para poder determinar una acción correctiva y más rápida en fallas futuras?

- a. Si
- b. No

Pregunta N ° 3.

¿Considera Ud. que se debe reorganizar los programas de mantenimiento de los grupos electrógenos?

- a. Si
- b. No

Pregunta N ° 4.

¿Usted como mecánico o eléctrico necesita más capacitación sobre temas mantenimiento de estos grupos electrógenos?

- a. Si
- b. No

Pregunta N ° 5.

¿Conoce Ud. cuáles serían los beneficios instalando un tercer grupo electrógeno?

- a. Si
- b. No

Pregunta N ° 6.

¿Considera Ud. que es necesario la implantación de un equipo de cromatografía en el área de generación?

- a. Si
- b. No

Pregunta N ° 7.

¿Cómo considera Ud. El servicio de generación eléctrica de Pacifpetrol?

- a. Excelente
- b. Bueno
- c. Malo

Pregunta N ° 8.

¿Conoce Ud. cuáles serían los beneficios al realizar una coordinación de protecciones en todo el campo?

- a. Si
- b. No

Pregunta N ° 9.

¿Considera Ud. que es necesaria la implementación de un procedimiento para los recorredores de campo cuando tengan problemas de contaminación de alto porcentaje de oxígeno en el gas.

- a. Si
- b. No

Pregunta N ° 10.

¿Considera usted que con la implementación de nuevos equipos de control electrónicos. Como medidores de flujo, medidores de presión y temperaturas, nos ayudaría con un mejor monitoreo de los grupos?

- a. Si
- b. No

Pregunta N ° 11.

¿Cuáles de estas opciones considera usted que los grupos sean deshabilitados con mayor frecuencia?

- a. Por problemas mecánicos
- b. Por problemas eléctricos y operación.
- c. Por alto porcentaje de oxígeno en gas.

Pregunta N ° 12.

¿Los grupos electrógenos son considerados el corazón de una empresa por consiguiente, considera Ud. que el personal eléctrico y mecánico deberían buscar mejoras continuas para que los tiempos de operación no sean afectados?

- a. Si
- b. No

Pregunta N ° 13.

¿Considera usted que por cada corte de energía, la producción actual de la empresa se encuentre afectada?

- a. Si
- b. No
- c. no tengo conocimiento.

Anexo 4. Planos No. ANC-PC-PM-003 / ANC-PC-PM-004

Anexo 5. Planos ANC-PC-PM-001 / ANC-PC-PM-00