

**ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
BI-FUEL PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN EL EQUIPO DE
PERFORACIÓN RIG50 DE INDEPENDENCE DRILLING EN EL ÁREA DE
PUERTO GAITÁN.**

CARLOS ANDRES GOMEZ DUQUE

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE HIDROCARBUROS
BUCARAMANGA**

2016

**ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
BI-FUEL PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN EL EQUIPO DE
PERFORACIÓN RIG50 DE INDEPENDENCE DRILLING EN EL ÁREA DE
PUERTO GAITÁN.**

CARLOS ANDRES GOMEZ DUQUE

**Monografía para optar por el título de
Especialistas en Gerencia de Hidrocarburos**

Director:

GERMAN GONZALEZ SILVA, PhD

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE HIDROCARBUROS
BUCARAMANGA**

2016

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	13
1 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	14
1.1 GRUPO ELECTRÓGENO MTU G-1.....	16
1.2 CONTROL DE SEGURIDAD Y CONDICIONES DE OPERACIÓN	17
1.3 CONSUMO DE DIESEL ACTUAL DE LOS GENERADORES G-1,G-2 y G-3	18
2 EL SISTEMA BI-FUEL PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN EL RIG50	19
2.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA BI-FUEL	19
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA BI-FUEL.....	21
2.3 GASES COMPATIBLES Y NO COMPATIBLES CON EL SISTEMA BI-FUEL.....	22
2.4 BENEFICIOS DEL SISTEMA BI-FUEL.....	22
2.5 APLICACIONES.....	22
2.6 COMPONENTES DEL SISTEMA GTI BI-FUEL	23
2.6.1 Tren de gas	24
2.6.2 Regulador primario.....	24
2.6.3 Válvula de corte manual.....	25
2.6.4 Filtro tren de gas.....	26
2.6.5 Regulador de presión cero.....	27
2.6.6 Válvula solenoide doble	28
2.6.7 Válvula de control de gas.....	30
2.6.8 Válvula reguladora de gas	31
2.6.9 Ducto flexible y conectores (manguera).....	31
2.6.10 Difusor	32
2.6.11 Panel de control.....	32
2.7 INSTRUMENTACIÓN.....	34
2.7.1 Transductores de presión	34
2.7.2 GSP (Presión de gas de suministro).....	35

2.7.3	VAC (Vacío de los filtros de aire).....	36
2.7.4	Termocuplas.....	36
2.7.5	EGT (Temperatura de los gases de escape).....	37
2.8	ROP (Interruptor de presión de salida).....	39
2.9	VIB (sensores de vibración).....	39
3	CONSUMO DE COMBUSTIBLE DIESEL PARA MOTORES MTU 16V2000 G83-TB EN EL RIG50.....	41
4	INSTALACIÓN Y PRUEBA DEL SISTEMA BI-FUEL.....	42
5	ANALISIS ECONOMICO DE LA INSTALACION DEL SISTEMA BI-FUEL.....	47
6	DIAGNOSTICO MATERIAL PARTICULADO, DIOXIDO DE AZUFRE Y OXIDOS DE NITROGENO.....	51
7	CONCLUSIONES.....	54
	BIBLIOGRAFIA.....	55
	ANEXOS.....	56

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 Localización de lugar de operación del Rig50, Lugar de desarrollo ..	16
Ilustración 2. Entrada del Gas al Motor	20
Ilustración 3. Sistema GTI Bi-Fuel	23
Ilustración 4. Válvula de corte manual	25
Ilustración 5. Filtro de gas	26
Ilustración 6. Válvula solenoide.....	29
Ilustración 7. Válvula de control de gas	30
Ilustración 8. Panel de Control	33
Ilustración 9. Tren de gas y Descompresora	43
Ilustración 10. Conexión de la línea de gas de 2" entre la Descompresora y el generador 1.....	43
Ilustración 11. Línea de gas de 2" entre la Descompresora y el Generador 1	44
Ilustración 12. Sistema GTI Bi-Fuel	44
Ilustración 13. Aumento de Temperatura	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Sistema de generación de energía eléctrica instalado.....	14
Tabla 2. Presión de suministro para la referencia del motor.....	24
Tabla 3. Ficha técnica regulador primario.....	24
Tabla 4. Presión de salida regulador primario para la referencia de motor.....	25
Tabla 5. Ficha técnica Válvula de corte manual.....	26
Tabla 6. Ficha técnica Filtro tren de gas	26
Tabla 7. Ficha técnica Regulador de presión cero.....	27
Tabla 8. Presión de salida para el Regulador cero para la referencia de motor	27
Tabla 9. Flujos de gas máximo y mínimos para la referencia de motor	28
Tabla 10. Ficha técnica Válvula solenoide doble	30
Tabla 11. Ficha técnica Válvula de control de gas.....	31
Tabla 12. Ficha técnica Válvula reguladora de gas	31
Tabla 13. Ficha técnica Ducto flexible y conectores (manguera).....	32
Tabla 14. Ficha técnica Difusor.....	32
Tabla 15. Ficha técnica Panel de control	33
Tabla 16. Ficha técnica Transductores de presión	34
Tabla 17. Presiones del Múltiple de admisión para la referencia del motor	35
Tabla 18. Presiones de gas de suministro del tren de gas para la referencia del motor.....	35
Tabla 19. Presiones de Vacío filtros de Aire (PSIA) para la referencia del motor..	36
Tabla 20. Ficha técnica Termocuplas Múltiple de admisión.....	36
Tabla 21. Temperaturas múltiples de admisión para la referencia del motor.....	37
Tabla 22. Ficha técnica Termocuplas gases de escape	38
Tabla 23. Temperaturas gas de escape para la referencia del motor.....	38
Tabla 24. Puntos de instalación para la referencia del motor	39
Tabla 25. Puntos de referencia para la instalación de los sensores de vibración para la referencia del motor	40

Tabla 26. Ficha técnica Sensores.....	40
Tabla 27. Ficha técnica MTU	41
Tabla 28. Consumo Bi-Fuel	41
Tabla 29. Cronograma de instalación	42
Tabla 30. Variables Medidas	45
Tabla 31. Consumo Día vs Ahorro Día	47
Tabla 32. Consumo Drilling vs % Ahorro Día.....	47
Tabla 33. Consumo <i>Drilling</i> vs Ahorro Día COP	48
Tabla 34. Inversión Estimada por Número de Generadores.....	49
Tabla 35. Retorno Estimado por Número de Generadores	50
Tabla 36. Emisión de Contaminantes	52
Tabla 37. Gases de Combustión.....	52

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Tabla de Variables sin Sistema <i>Bi-Fuel</i>	56
ANEXO B. Tabla de Variables Con Sistema <i>Bi-Fuel</i>	64

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA BI-FUEL PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN EL EQUIPO DE PERFORACIÓN RIG50 DE INDEPENDENCE DRILLING EN EL ÁREA DE PUERTO GAITÁN*

AUTOR: CARLOS ANDRES GOMEZ DUQUE**

PALABRAS CLAVES: Combustión, Diesel, Gas, Bi-Fuel, Ahorro, Beneficio.

DESCRIPCIÓN:

Con esta monografía se realizó un estudio técnico y financiero de la implementación del sistema *Bi-Fuel* para la generación de energía en el equipo de perforación Rig50 de *Independence Drilling* en el área de Puerto Gaitán.

Inicia con el análisis de la generación presente en el equipo de perforación, la propuesta y descripción del *kid Bi-Fuel* a implementar para el tipo de motor existente, la presentación teórica del consumo de combustible Diesel y el análisis que obtendría al implementar el sistema *Bi-Fuel* para el motor en referencia.

Seguidamente se realiza un seguimiento adecuado al consumo de Diesel del generador número uno al cual se le realiza posteriormente la implementación del *kid Bi-Fuel* junto con el respectivo seguimiento y comparación entre ambas formas de funcionamiento del motor, durante las fases de perforación en pozos típicos del campo.

Adicionalmente, se realiza un estudio de emisión de contaminantes, antes y después de la implementación del *kid Bi-Fuel*, con la colaboración de la Universidad Pontificia Bolivariana, ente plenamente certificado para realizar esta labor y finalmente se concluye que la implementación del sistema *Bi-Fuel* en los motores de generación presentes en el equipo de perforación, es viable tanto técnica como económicamente, y valor agregado es amigable con el medio ambiente.

* Monografía de especialización

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas Escuela de Ingeniería de Petróleos, Director PhD, German González Silva.

ABSTRACT

TITLE: FINANCIAL AND TECHNICAL STUDY OF THE IMPLEMENTATION OF BI-FUEL SYSTEM FOR POWER GENERATION IN THE RIG RIG50 OF INDEPENDENCE DRILLING IN THE AREA PUERTO GAITAN*

AUTHOR: CARLOS ANDRES GOMEZ DUQUE**

KEYWORDS: Engine, Diesel, Gas, Bi - Fuel, Saving, Profit.

CONTENT: In this paper a technical and financial study of the implementation of the Bi-Fuel system for power generation in the rig Rig50 of Independence Drilling in the area of Puerto Gaitán took place.

Begins with an analysis of the present generation in the rig, the proposal and description of the Bi-Fuel kid to implement for existing engine types, the theoretical presentation Diesel fuel consumption and analysis obtained by implementing the system Bi -Fuel for the engine in question.

Then appropriate monitoring consumption Diesel Generator number one that will subsequently performed the implementation of Bi-Fuel kid with the respective monitoring and comparison between the two ways of operating the engine during phases of drilling wells is performed typical field.

Additionally, a study of pollutant emissions before and after implementation of the Bi-Fuel kid, with the collaboration of the Universidad Pontificia Bolivariana being fully certified to perform this task and finally concludes is done to implement the Bi-Fuel system generation engines present in the drilling equipment is technically and economically feasible, and added value is friendly to the environment.

* Specialization Monograph.

**Physic-chemist Engineering Faculty. Petroleum Engineering School, Director, PhD, German González Silva.

INTRODUCCIÓN

Independence Drilling cuenta con un equipo eléctrico, ubicado en el municipio de Puerto Gaitán – Departamento del Meta, en la cual se adelantan operación de Perforación y *Workover*, en el campo Ocelote. Toda la energía que requiere el proceso se obtiene de tres generadores eléctricos movidos por motores de combustión interna. Utilizando como único combustible el diesel, que registra un consumo promedio de 1300 gal/día; cifra que constituye cerca del 60% del costo del equipo de perforación.

Adicionalmente, el sistema de generación actual presenta un impacto ambiental negativo, debido a que la combustión en los motores diesel, generan gases tóxicos con presencia de SOx, NOx material particulado, los niveles de azufre generan desgaste en el motor y en el sistema de control de emisiones. De continuar con la situación, la empresa se ve expuesta a sanciones económicas por autoridades ambientales, conflictos con las comunidades, aumento en el costo de operación de los equipos de perforación y posible cierre de operaciones.

Con base en lo discutido anteriormente se hace necesario implementar un sistema económico y ambientalmente viable que minimice los costos de energía requeridos por el equipo de perforación. En esta monografía se encuentra el análisis de la adaptación de los motores de generación que actualmente funcionan con alimentación 100% Diesel a un sistema *Bi-Fuel* en una relación Gas-Diesel.

1 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Actualmente en el Rig50, la generación de energía eléctrica está a cargo de un grupo de tres generadores diesel que ofrecen una potencia total instalada de 3.000 kWe para una operación continua las 24 horas los 365 días del año. El grupo de generación instalado se relaciona en la siguiente tabla:

Tabla 1. Sistema de generación de energía eléctrica instalado

Ref.	Descripción	Potencia kW	Consumo Promedio 100% of Power Rating
G-1	Generador MTU 16V 2000 G83-TB	1.115	206 g/kWh
G-2	Generador MTU 16V 2000 G83-TB	1.115	206 g/kWh
G-3	Generador MTU 16V 2000 G83-TB	1.115	206 g/kWh

Fuente: Independence S.A.

Al presente, en promedio se consumen 16,600 galones de diesel al mes, insumo que representa la suma de COP\$ 134.617.368 mensuales aproximadamente, tomando como referente el precio de COP\$ 8.109,48/gal determinado por el Ministerio de minas para el 1 de febrero de 2015. El costo del combustible representa cerca del 30% del costo de operación del Rig50.

El alto consumo de combustible conlleva a buscar alternativas para la generación de energía a menor costo. Posteriormente se evaluó las tecnologías disponibles y análisis de proveedores de gas. Dada la ubicación geográfica del Rig50 y las constantes movilizaciones entre localizaciones, para perforar los pozos, no es posible acceder de manera económica al Sistema Interconectado Nacional para el abastecimiento de energía eléctrica, razón por la cual se determina que la

generación a partir de gas natural es la siguiente opción a considerar, por lo que se realizan visitas a campo de sistemas operados en Colombia y Estados Unidos con casos de éxito en Compañías de Perforación:

- Precision Drilling
- Brigham Exploration
- EnCana
- Williams
- Noble Energy
- Ensign Drilling
- Nabors Drilling
- Nomac Drilling
- Helmerich & Payne Drilling
- Patterson Drilling
- Chinook Drilling
- Akita Drilling
- Abraxas Petroleum

Mediante la instalación de este sistema que permite sustituir un porcentaje combustible diésel por gas natural, asegura el mismo desempeño en factores como; eficiencia, estabilidad, manejo de carga en el generador que se analiza en este proyecto, el equipo G-1 a quien se le implementa el sistema *Bi-Fuel* y de acuerdo a la evaluación de los resultados implementarlo para los dos generadores adicionales con los que cuenta el Rig50. Se desarrollará con Altronic y Gas Natural Fenosa.

Ilustración 1 Localización de lugar de operación del Rig50, Lugar de desarrollo



1.1 GRUPO ELECTRÓGENO MTU G-1.

El grupo electrógeno MTU está conformado por un motor de combustión interna y un generador de la misma marca (Anexo A y B), el motogenerador acepta el 100% de carga nominal, el equipo es controlado por un VFD (*Variable Frequency Drive*) el cual se encarga de mantener las características principales del activo, monitoreando las variables del sistema como: frecuencia del generador, velocidad del motor y temperatura.

Las características técnicas del equipo que conforman G-1 se muestran a continuación.

Características Generadores MTU:

- Denominación 16V2000G83-TB
- Velocidad [r.p.m] 1800
- Potencia [KW] 1115
- Potencia [bhp] 1495
- Frecuencia[Hz] 60
- Presión barométrica 1000 mbar
- Altura de empleo sobre el nivel del mar 100 m
- Temperatura líquido refrigerante del aire de carga 55 °C
- Temperatura aire de aspiración 25 °C
- Temperatura combustible en conexión entrada motor 38 °C
- Temperatura combustible en conexión entrada motor máxima 55 °C
- Caudal volumétrico del aire de combustión – PB 1,4 m³/s
- Caudal volumétrico gases escape (a temperatura de escape) – PB 3,8 m³/s
- Temperatura escape después turbosobrealimentador – PB 585 °C

1.2 CONTROL DE SEGURIDAD Y CONDICIONES DE OPERACIÓN

Los motores nunca deben trabajar con los valores máximos estipulados por el fabricante, ya que se pone en riesgo su rendimiento y los componentes del mismo, de manera que es necesario establecer unos rangos de trabajo mínimos y máximos en los parámetros operacionales, para proteger los motores, estos trabajan con mejor desempeño y se benefician al operar con carga, es perjudicial operarlos a baja carga.

La regulación de la carga en motores eléctricos como los MTU 16V2000 de Rig-50 se puede configurar desde los paneles de control de cada motor y también se pueden establecer o configurar niveles de protección de *Power Limit* en los VFD o SCR, esto dependen de la configuración que se requiera, para algunas de estas configuraciones es necesario soporte técnico especializado.

Las protecciones se pueden configurar para que saquen el generador del barraje o se apague el generador, algunos valores pueden variar dependiendo del fabricante. Las protección de sobre velocidad son estipulados por el fabricante de cada motor y están regulados por los paneles de control, adicionalmente la operación del sistema GTI BI-FUEL ALTRONIC es totalmente automática y no se requiere de un operador para su funcionamiento.

1.3 CONSUMO DE DIESEL ACTUAL DE LOS GENERADORES G-1,G-2 y G-3

En la actualidad, para la operación del Rig50 de Independence Drilling, el consumo promedio de combustible diesel del grupo electrógeno G-1 (Motor MTU Detroit) es de 92.5 gal/h a una potencia de 1350 kW y de 91 gal/h a una potencia de 1200 kW para el grupo de generación, el consumo anual promedio es de 1.585.440 galones de diesel dado que la disponibilidad operacional de los equipos debe ser las 24 horas los 365 días del año.

2 EL SISTEMA BI-FUEL PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN EL RIG50

La tecnología *Bi-Fuel*, desarrollada por Altronic ILL, es un sistema cuya operación permite que los motores de combustión interna puedan tener como combustible diesel y gas natural en el sistema de inyección, operando al mismo tiempo, sin la necesidad de llevar a cabo cualquier modificación tanto en las características de operación del motor como en el motor, debido a que se mantiene dentro del ciclo de diesel.¹

2.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA BI-FUEL

Este sistema tiene su operación basada en el suministro de gas natural por el ducto de alimentación de aire del motor, mediante un tren de gas que se encarga de reducir la presión del gas a presión atmosférica y suministrarlo en el ducto de aire mediante un mezclador, el cual tiene la función de crear un efecto Venturi y obtener una mezcla de aire gas, con una relación F/A máximo de 0.03, para mantener el gas por debajo de su límite inferior de explosividad. Después del paso de esta mezcla homogénea por el tubo, esta se llegara a las cámaras de combustión.

Después de ello el inyector suministrara el diesel requerido para la combustión, debido a que las mezcla es más rica en poder calorífico, el motor tendrá tendencia a acelerarse, esto ocurre en milésimas de segundos, sin embargo el gobernador isócrono o electrónico, detecta esta condición y reduce el nivel de inyección obteniendo así la sustitución de diesel por gas natural.

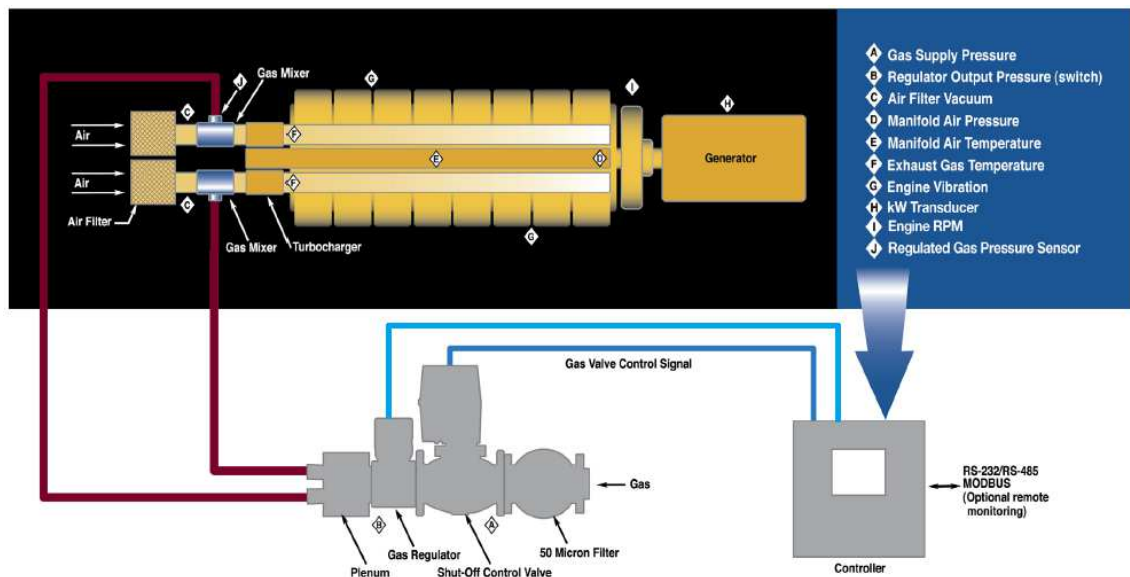
El panel de control básicamente es un controlador que monitorea señales de gran importancia en el motor de presión, temperatura y vibración, para ello se utiliza una instrumentación que por defecto trae el sistema *GTI BI-FUEL ALTRONIC*. Los

¹ ALTRONIC. GTI Bi-Fuel: for heavy-duty diesel engines. [En línea]. <URL: <http://www.gti-altronic.com/>>. [Citado en 20 de noviembre de 2015].

Setting de CT y SD por LL, L, HH y H, se obtienen durante la carga base realizada durante el pre-Comisionamiento.

Estos settings siempre estarán por debajo de los indicados por el fabricante del motor, si alguna de las señales monitoreadas se encuentra por fuera de la ventana de operación determinada en los settings, el sistema *GTI BI-FUEL ALTRONIC*, deja de operar y el motor nuevamente opera con 100% diesel, este paso se realiza en milésimas de segundos. Ver figura 5.

Ilustración 2. Entrada del Gas al Motor



Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

El sistema *GTI BI-FUEL Altronic* es un sistema 100% autónomo y no requiere un operador dedicado para el funcionamiento de los mismos en las unidades de generación, sin embargo y debido las condiciones especiales de operación de las unidades, se requiere que sean intervenidos para su funcionamiento por el mecánico del equipo.

El mecánico deberá intervenir con la operación del sistema únicamente cuando las unidades de generación lleven un periodo mayor a 5 horas sin operar.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA BI-FUEL

- El Sistema de *Bi-Fuel* ha sido diseñado como una tecnología de motor económico y eficiente. Mediante la utilización de gas natural limpio y de bajo costo.
- Fácil de instalar, operar e interrumpir el servicio de gas natural en el generador, pasando automáticamente a la operación 100% diesel, versatilidad en el tipo de combustible sin pérdida en la salida del generador de energía y la relación de compresión de ignición.
- Reducción en la emisión de gases.
- No se necesitan hacer modificaciones al motor ni se afecta su desempeño.
- Permite al usuario la flexibilidad de escoger entre el gas natural y diesel llevando en consideración la disponibilidad de combustible.²
- Puede mantener su capacidad de carga del motor en sus máximos límites y operándolo de forma normal en el modo gas – diesel, manteniendo la entrega de la fuerza motriz de forma continua.
- El sistema Bi-fuel incorpora el consumo de combustible como una función de la carga y automáticamente ajusta el nivel de sustitución de gas para optimizar el rendimiento en cualquier nivel de carga.

² M I Nwafor. Combustion Characteristics of dual – fuel Diesel engine using pilot injection ignition. leindia Publish. 2003.

2.3 GASES COMPATIBLES Y NO COMPATIBLES CON EL SISTEMA BI-FUEL

Este sistema es compatible con combustible a base de metano, como: el gas natural, gas de pozo y gas comprimido. Se debe operar el sistema mínimo con 45% de metano. No es recomendable trabajar con gases que contengan mayor concentración de propano o gases pesados, ya que el motor se puede ver afectado por el incremento de temperaturas en la combustión y por ende la sustitución es baja.

El gas no debe tener mayor a 2% de butano, debido a que en estas condiciones el gas no es compatible con los líquidos y disminuye su calidad.

2.4 BENEFICIOS DEL SISTEMA BI-FUEL

- Reduce drásticamente los costos operativos, y extiende intervalos de mantenimiento y vida útil del motor.
- Reduce las emisiones contaminantes emitidas por la combustión.
- Recuperación rápida de la inversión. Bajo costo y fácil de instalar.
- No hay pérdidas de eficiencia o potencia en el motor.³

2.5 APLICACIONES

El sistema *Bi-Fuel* ha sido diseñado para operar en motores a velocidad constante y requiere que el motor sea turbocargado, siendo aplicable para motores generadores de electricidad, motores de bombas de transferencia de Diesel y compresores. [3] Para servicio continuo operaciones como la producción de potencia principal.

³

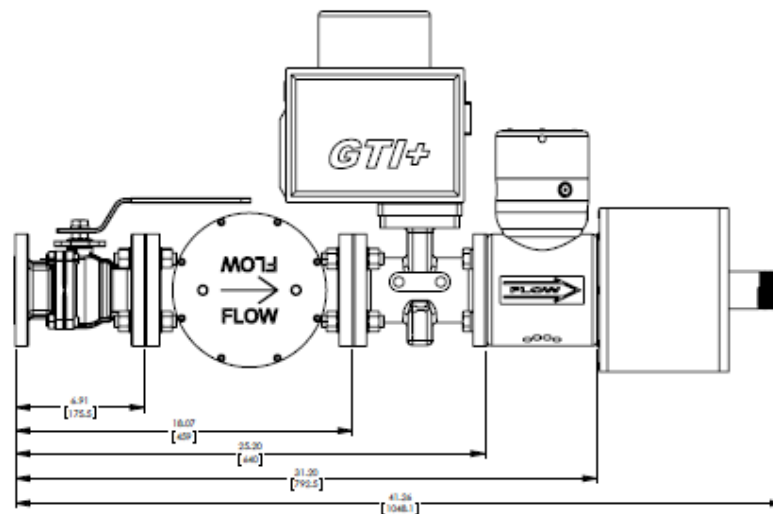
ALTRONIC. GTI Bi-Fuel: for heavy-duty diesel engines. [En línea]. <URL: <http://www.gti-altronic.com/>>. [Citado en 22 de noviembre de 2015].

El sistema GTI *BI-FUEL* ALTRONIC se divide en tres grandes sub sistemas, a continuación se dará a conocer de manera general el modo de operación de cada uno de sus componentes de manera general.

2.6 COMPONENTES DEL SISTEMA GTI BI-FUEL

A continuación se encuentra, los diferentes componentes del Sistema *Bi-fuel*, como lo son: regulador primario, válvula de corte manual, filtro tren de gas, regulador primario, regulador de presión cero, válvula reguladora de gas, válvula solenoide.

Ilustración 3. Sistema GTI Bi-Fuel



Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

2.6.1 Tren de gas

Su función principal es de regular la presión de suministro que llega desde los trenes de regulación de la red interna de gas a una presión, para luego entregarlo en el ducto de alimentación de aire del motor a una presión atmosférica. Este sub-sistema contiene los siguientes componentes

Tabla 2. Presión de suministro para la referencia del motor

Referencia Motor	Presión de suministro (PSIG)
DETROIT MTU 16V 2000 G83-TB	45 PSIG

Fuente: Independence S.A.

2.6.2 Regulador primario

El regulador primario, es la frontera entre la red interna y el sistema GTI BI-FUEL, esta frontera está limitada por una brida ANSI 150 de 2”.

Tabla 3. Ficha técnica regulador primario

Marca	<i>Fisher</i>
Referencia Fabricante	CS820IR-4G
Referencia Altronic	
Presión de suministro Max	100 PSIG
Presión de suministro Min	20 PSIG
Presión de salida Max	3.5 PSIG
Presión de salida min	1.5 PSIG
Diámetro	2 Pulg

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

Su función principal es tomar el gas natural a las presiones indicadas, como lo evidencia la tabla 3 y reducirlas a las siguientes presiones.

Tabla 4. Presión de salida regulador primario para la referencia de motor

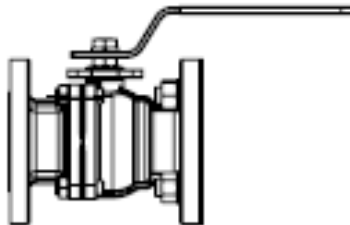
Referencia Motor	Presión de salida (PSIG)
DETROIT MTU 16V 2000 G83-TB	2.5

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

2.6.3 Válvula de corte manual

La función principal de la válvula de corte manual es aislar el sistema GTI *BI-FUEL* ALTRONIC de la red interna de gas, cuando se requiera realizar un mantenimiento del sistema. El rango de operación de la válvula es de $\frac{1}{4}$ de vuelta.

Ilustración 4. Válvula de corte manual



Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

Tabla 5. Ficha técnica Válvula de corte manual.

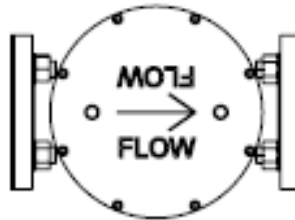
Marca	Dungs
Referencia Fabricante	KH 160 080
Referencia Altronic	G11062
Diámetro	3 Pulg

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

2.6.4 Filtro tren de gas

El filtro del tren de gas consta de un recipiente y un elemento de 50 micras.

Ilustración 5. Filtro de gas



Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

Tabla 6. Ficha técnica Filtro tren de gas

Marca	Dungs
Referencia Fabricante	GF 40080/3
Referencia Altronic	GFL003
Diámetro	3 Pulg

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

2.6.5 Regulador de presión cero

La función principal del regulador cero es la de tomar el gas a la presión suministrada por el regulador primario (ver tabla 4) y reducir a las siguientes presiones máximas permitidas.

Tabla 7. Ficha técnica Regulador de presión cero

Marca	Dungs
Referencia Fabricante	FRNG 5080
Referencia Altronic	GGR006
Diámetro	3 Pulg

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

El regulador de presión cero utiliza para regular su apertura o cierre de manera mecánica y gradual, la presión que se está generando en el proceso de aspiración de aire por efecto del turbo cargador.

Bajo este principio de operación, se garantiza un aumento o reducción en el flujo volumétrico de gas que suministra el regulador cero, con ello se mantiene que la relación F/A no sea superior al 0.03 y el gas se mantenga por debajo del límite inferior de explosividad.

Tabla 8. Presión de salida para el Regulador cero para la referencia de motor

Referencia Motor	2.6.5.1 Presión de salida (In w.c.)
DETROIT MTU 16V 2000 G83-TB	0.8

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

Sobre el efecto de la variación de potencia del motor en el regulador de presión cero. Si el motor aumenta de velocidad (RPM) o carga (Kw. o Hp.), aumenta y la velocidad del turbo cargador aumenta de manera proporcional aspirando mayor volumen de gas durante un ciclo, Cuando el motor opera en modo *Bi-fuel* el fluido que aspira es una mezcla de aire/gas. De manera inversa sucede cuando el motor reduce su velocidad o carga. Este principio de operación es generalizado para cualquier motor turbo cargado ciclo diésel de 4 Tiempos.

A continuación se dará a conocer los flujos de gas máximos y mínimos que maneja los sistemas *BI-FUEL* ALTRONIC con cargas y/o velocidad mínima y máxima, para un porcentaje de operación de 60%, para la siguiente referencia de motores.

Tabla 9. Flujos de gas máximo y mínimos para la referencia de motor

Unidad	Carga min.	Flujo min m ³ /hr.	Carga prom.	Flujo prom. m ³ /hr.	Carga prom.	Flujo min m ³ /hr.
DETROIT MTU 16V 2000 G83- TB	300 Kw.	40	450 Kw	70	700 Kw.	100

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

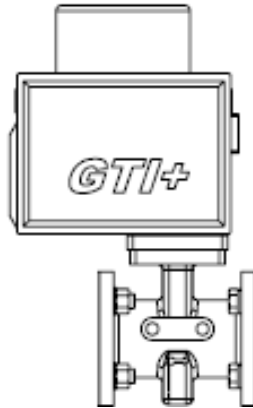
La presión máxima de salida permisible del regulador del presión cero, es *setting* en general para cualquier referencia de motor.

2.6.6 Válvula solenoide doble

La válvula solenoide doble es la encargada de dar el paso del flujo de gas al motor de manera que el paso intermedio entre 100% operación en diesel combustible y operación modo *Bi-fuel*, sea gradual y no aumente de forma espontánea la

Velocidad o carga de la unidad, generando comportamientos inadecuados en los procesos.

Ilustración 6. Válvula solenoide



Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

Esta válvula solenoide doble se activa cuando se da el permiso desde el panel de control después de haber verificado que todas las señales estén dentro de las ventanas permitidas y se desactiva por orden de un externo o por que alguna de las señales presenta un comportamiento diferente al permitido en las ventanas de operación.

La válvula solenoide, está compuesta por 2 válvulas, la primera es de apertura rápida y la segunda se abre de manera gradual y posterior a la apertura de la primera. La velocidad de apertura de la segunda válvula se ajusta según la respuesta del gobernador.

Tabla 10. Ficha técnica Válvula solenoide doble

Marca	<i>Dungs</i>
Referencia Fabricante	DMV-DLE 5080/11
Referencia Altronic	GSV006
Diámetro	3 Pulg.

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

2.6.7 Válvula de control de gas

La válvula de control de gas, opera bajo el principio de una válvula mariposa, dependiendo de una señal externa (HMI MIDAS) y de las señales que presión del múltiple de admisión y vibraciones, la válvula de control de gas se ajusta y reduce o aumenta el flujo de gas, con el fin de evitar que el sistema se inhabilite por falla debido a que una señal monitoreada esta próxima a salir de su ventana de operación.

Ilustración 7. Válvula de control de gas



Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

Tabla 11. Ficha técnica Válvula de control de gas

Marca	Altronic
Referencia Altronic	690230-1
Diámetro	3 Pulg

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

2.6.8 Válvula reguladora de gas

La válvula reguladora de gas, es un componente que no influye durante la operación del sistema, sin embargo es utilizada durante el Comisionamiento para graduar el volumen de gas y establecer el porcentaje de sustitución.

Tabla 12. Ficha técnica Válvula reguladora de gas

Marca	Altronic
Referencia Altronic	GPV 1230
Diámetro de ingreso	3 Pulg
Diámetro de salida	1 ¼ Pulg.

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

2.6.9 Ducto flexible y conectores (manguera)

El ducto flexible no influye dentro de la operación del sistema, su función principal es la de transportar el gas natural aspirado por el turbo, desde la válvula reguladora de gas hasta el difusor.

Tabla 13. Ficha técnica Ducto flexible y conectores (manguera)

Marca	Altronic
Referencia Altronic	G11073-10 + G11072 + G11074
Diámetro	1 ¼ Pulg.

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

2.6.10 Difusor

El difusor es la parte interna del mezclador, este dispositivo crea un efecto Venturi entre el volumen de aire aspirado por el motor y el gas natural, realizando una mezcla homogénea con la menor restricción entre los mismos.

Tabla 14. Ficha técnica Difusor

Marca	Altronic
Referencia Altronic	GMX0100AAT- A16
Diámetro	10 Pulg.

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

2.6.11 Panel de control

El panel de control es un controlador desarrollado exclusivamente para la operación del sistema GTI *BI-FUEL* ALTRONIC, este panel se encarga de monitorear las señales de presión, temperatura y vibración de las señales recibidas por cada instrumento.

Ilustración 8. Panel de Control



Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

Como se mencionó anteriormente, si alguna de las señales monitoreadas por los instrumentos esta por fuera de la ventana de operación, el panel inactiva el modo *bi-fuel* en la unidad y esta continua su funcionamiento 100% diesel. El panel de control posee una tarjeta adicional, el cuya función principal es la de posicionar la válvula de control de gas, según el lazo de 4 a 20 mA, que es emitido por el HMI Midas.

Tabla 15. Ficha técnica Panel de control

Marca	Altronic
Referencia Altronic	GPN2012
Dimensiones	16 X 14 X 6 pulg.
Voltaje de alimentación	24 VDC
Salidas	Análogas y digitales

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

El panel de control no posee ninguna comunicación con el panel de control que por defecto trae el motor.

2.7 INSTRUMENTACIÓN

La instrumentación que maneja el sistema GTI *BI-FUEL* ALTRONIC es asociada al panel de control, las señales monitoreadas son las de mayor importancia para monitorear en un motor de combustión interna.

2.7.1 Transductores de presión

La presión del múltiple de admisión, es la señal que nos indica la carga a la cual se encuentra el motor, referente al aire aspirado por el motor y que será suministrado a las cámaras de combustión.

Tabla 16. Ficha técnica Transductores de presión

Marca	Altronic
Referencia Altronic	691201-50
Diámetro	1/8 NPT
Rango de operación	0 – 50 PSIG
Voltaje	0.5 – 4.5 VDC

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

A continuación los rangos de operación de esta señales para la referencia del motor, en modo Bi-Fuel

Tabla 17. Presiones del Múltiple de admisión para la referencia del motor

Unidad	Presión Múltiple de Admisión (PSIG)		
	Min.	Prom.	Max.
DETROIT MTU 16V 2000 G83-TB	7	13	18

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

2.7.2 GSP (Presión de gas de suministro)

Este transductor monitorea de gas de suministro del regulador primario al regulador de presión cero. A continuación los rangos de operación de esta señales para la referencia del motor, en modo *Bi-Fuel*.

Tabla 18. Presiones de gas de suministro del tren de gas para la referencia del motor

Unidad	Presión Gas de suministro tren de gas (PSIG)		
	Min.	Prom.	Max.
DETROIT MTU 16V 2000 G83-TB	0.5	2.5	4.5

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

El punto de toma se encuentra en el regulador de presiona cero, en el puerto 3
Esta protección es de vital importancia, para preservar la vida de los elementos mecánicos del tren de gas, la mayoría de estos soportan una presión máxima de 7 PSIG.

2.7.3 VAC (Vacío de los filtros de aire)

La presión de vacío de los filtros de aire se toma con el objetivo de monitorear el estado de los filtros, con el fin que no ingrese mayor volumen de gas que el considerado por Altronic ILL en una relación F/A de 0.03. A continuación los rangos de operación de esta señales para la referencia del motor, en modo Bi-Fuel.

Tabla 19. Presiones de Vacío filtros de Aire (PSIA) para la referencia del motor

Unidad	Presión de Vacío filtros de Aire (PSIA)		
	Min.	Prom.	Max.
DETROIT MTU 16V 2000 G83-TB	-0.6	-0.3	1

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

2.7.4 Termocuplas

La temperatura del múltiple de admisión (MAT), es la señal que nos indica la temperatura de la mezcla aire/gas que se le suministra al motor,

Tabla 20. Ficha técnica Termocuplas Múltiple de admisión

Marca	Altronic
Referencia Altronic	TCK0430-SS
Diámetro	1/8 NPT
Tipo	K

Rango de operación	0 -1472 °F
Voltaje	0 a 53 mV

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

A continuación los rangos de operación de esta señales para la referencia del motor, en modo *Bi-Fuel*.

Tabla 21. Temperaturas múltiples de admisión para la referencia del motor

Unidad	Temperatura múltiple de Admisión (°F)		
	Min.	Prom.	Max.
DETROIT MTU 16V 2000 G83-TB	60	180	210

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

2.7.5 EGT (Temperatura de los gases de escape)

La temperatura de los gases de escape se monitorea para preservar la temperatura ideal de la combustión y gases de escape, dentro de los rangos permisibles.

Tabla 22. Ficha técnica Termocuplas gases de escape

Marca	Altronic
Referencia Altronic	TCK0430-SS
Diámetro	1/8 NPT
Tipo	K
Rango de operación	0 -1472 °F
Voltaje	0 a 53 mV

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

A continuación los rangos de operación de esta señales para la referencia del motor, en modo *Bi-Fuel*.

Tabla 23. Temperaturas gas de escape para la referencia del motor

Unidad	Temperatura gases de escape (°F)		
	Min.	Prom.	Max.
DETROIT MTU 16V 2000 G83-TB	60	900	1050

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

Es importante resaltar los puntos de instalación de las Termocuplas para la referencia de motor:

Tabla 24. Puntos de instalación para la referencia del motor

Unidad	Punto de Instalación (Referencia Turbo cargador)
DETROIT MTU 16V 2000 G83-TB	Aguas arriba

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

2.8 ROP (Interruptor de presión de salida)

Este interruptor de presión, tiene la función de limitar la presión de salida del regulador cero a una presión máxima de 2 in w.c. en el momento que esta presión sea superior a las 2 in w.c. el panel interrumpe la operación del sistema Bi-Fuel y la unidad opera nuevamente en 100% diesel. El punto de instalación del interruptor ROP es en la válvula solenoide doble, en el puerto número 5.

2.9 VIB (sensores de vibración)

La vibración es monitoreada por sensores que miden la velocidad del desplazamiento del bloque, las unidades son IPS o mm/seg. La ubicación de los sensores de vibración es tradicionalmente sobre el bloque del motor, Altronic determino el uso de 4 sensores, 2 por Banco. Sin embargo, a continuación se describe los puntos de instalación para la referencia de motor:

Tabla 25. Puntos de referencia para la instalación de los sensores de vibración para la referencia del motor

Unidad	Punto de referencia para la instalación (culata motor)			
	VIB1L	VIB1R	VIB2L	VIB2R
DETROIT MTU 16V 2000 G83-TB	Sobre la 2	Sobre la 15		

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

Tabla 26. Ficha técnica Sensores

Unidad	Vibraciones (IPS)		
	Min.	Prom.	Max.
DETROIT MTU 16V 2000 G83-TB	0	0.25	0.7

Fuente: http://www.ftcenergygroup.com.co/es/altronic_gti

3 CONSUMO DE COMBUSTIBLE DIESEL PARA MOTORES MTU 16V2000 G83-TB EN EL RIG50.

En la tabla 27 se encuentra el consumo de combustible teórico para este tipo de motor referido por el fabricante, adicionalmente para el cálculo del consumo con el sistema *Bi-Fuel* se consideran el poder calorífico del Diesel 138000 BTU/galón y poder calorífico del gas natural 1000 BTU/scf y factor de conversión entre galones y pies cúbicos (1pie cúbico = 7.4805 galones).

Tabla 27. Ficha técnica MTU

Unidad	Porcentaje de potencia L/hr (gal/hr)		
	100%	75%	50%
DETROIT MTU 16V 2000 G83-TB	268,7 (71)	203,6 (53,8)	138,9 (36,7)

Fuente: www.mtuonsiteenergy.com

En la tabla 28 la sustitución teórica, en un sistema 60% gas natural y 40% Diesel con diferentes porcentajes de carga del equipo. Base esta con la que se da inicio a la prueba de la instalación y funcionamiento del sistema *Bi-fuel*.

Tabla 28. Consumo Bi-Fuel

CONSUMO BI-FUEL (60% GAS NATURAL - 40% DIESEL)						
UNIDAD	COMBUSTIBLE					
	100%		75%		50%	
	DIESEL gal/hr	GAS scf/h	DIESEL gal/hr	GAS scf/h	DIESEL gal/hr	GAS scf/h
DETROIT MTU 16V 2000 G83-TB	28,4	5878,8	21,52	4454,64	14,68	3038,76

Fuente: www.mtuonsiteenergy.com

4 INSTALACIÓN Y PRUEBA DEL SISTEMA BI-FUEL.

A continuación se encuentra el cronograma de instalación realizado durante esta actividad en el equipo.

Tabla 29. Cronograma de instalación

Cronograma de Instalación			DIA												
Actividades generales	Descripción	Responsable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Instalación del Kit(Tren, Mezcladores, Panel)	Montaje sobre la estructura de los generadores con sus correspondientes conexiones	FTC													
Ajustes, pruebas y Comisionamiento Kit	Calibración, programación y pruebas	FTC													
Instalación red de Gas	Instalación de las conexiones pre-ensambladas para conducir el gas de la descompresora al kit	SOLGAS													
Inspecciones y pruebas red de Gas	Pruebas manométricas de la red completa	SOLGAS													
Despacho descompresora	Despacho descompresora	Gas Natural													
Descargue e instalación	Descargue e instalación	Gas Natural													
Montaje Mecánico descompresora	Montaje Mecánico descompresora	Gas Natural													
Montaje Eléctrico descompresora	Montaje Eléctrico descompresora	Gas Natural													
Pruebas operativas descompresora	Pruebas operativas descompresora	Gas Natural													
Puesta en Marcha descompresora	Puesta en Marcha descompresora	Gas Natural													
Montaje Trailer Gas	Conexión del trailer a la descompresora	Gas Natural													
Pruebas integralidad del sistema	Pruebas del sistema completo para evaluar calidad y presión del suministro de gas. Pruebas del sistema con base en los parámetros de programación en función de la operación														
Actividades transversales															
Capacitación Independence															
Acompañamiento FTC Y GNF															

En conjunto con el personal que representa cada una de las empresas, y personal de mantenimiento junto con el de operaciones de Independence, realizó la instalación del sistema Bi-fuel en el Generador número 1 del equipo de perforación.

Ilustración 9. Tren de gas y Descompresora



Ilustración 10. Conexión de la línea de gas de 2" entre la Descompresora y el generador 1



Ilustración 12. Línea de gas de 2" entre la Descompresora y el Generador

1



Ilustración 11. Sistema GTI Bi-Fuel

Finalizada la instalación del sistema *Bi-fuel* se desarrollaron



las pruebas al sistema durante la operación del equipo, se presentó un aumento de la temperatura del motor por concepto de MTU se concluyó que fue efecto de la reducción de una válvula (de 8 pulgadas a 5 pulgadas) que se instaló en el inyector del turbo. Imagen 5.

Ilustración 13. Aumento de Temperatura



La prueba se desarrolló durante 20 días, tiempo en el cual el equipo de perforación estuviera en operación en todas las fases que podemos encontrar en el desarrollo de un pozo típico.

A continuación las variables medidas durante 97 días sin el sistema Bi-fuel y 20 días con el sistema instalado en el Generador #1; la tabla completa con las variables se encuentra en el Anexo A y B.

Tabla 30. Variables Medidas

VARIABLES
DIA
HORA
OPERACIÓN (<i>DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING</i>)
PROFUNDIDAD (FT)

VARIABLES
VOLTAJE DE ENTRADA <i>DRAWWORK</i>
CORRIENTE DE ENTRADA <i>DRAWWORK</i>
VOLTAJE DE ENTRADA <i>TOP DRIVE</i>
CORRIENTE DE ENTRADA <i>TOP DRIVE</i>
<i>POWER</i> MTU(1) NEW V-2000 KW
<i>POWER</i> MTU(2) NEW V-2000 KW
<i>POWER</i> MTU(3) NEW V-2000 KW
% CARGA VFD
PRESION MP1 NOV F-1000
SPM MP1 NOV F-1000
PRESION MP2 NOV F-1000
SPM MP2 NOV F-1000
VOLTAJE ENTRADA MOTOR MP1
VOLTAJE ENTRADA MOTOR MP2
CORRIENTE ENTRADA MOTOR AC MP1 (AMP)
CORRIENTE ENTRADA MOTOR AC MP2 (AMP)
CORRIENTE ENTRADA MOTORAC HPU (AMP)
CORRIENTE SALIDA MCC (AMP)
CORRIENTE ENTREGADA GEN 1 (AMP)
CORRIENTE ENTREGADA GEN 2 (AMP)
CORRIENTE ENTREGADA GEN 3 (AMP)
CONSUMO DIESEL MTU 1 GLS X 24 H
CONSUMO DIESEL MTU 2 GLS X 24 H
CONSUMO DIESEL MTU3 GLS X 24 H
CONSUMO DIESEL QSL-9 CAMPAMENTO GLS X 24 H
CONSUMO DIESEL CAT-3406 CAMPAMETO GLS X 24 H
CONSUMO DIESEL 6-CT MINICAMP GLS X 24 H

Tabla 31. Consumo Día vs Ahorro Día

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO CONSUMO (DIESEL GLN/DIA) SIN BI-FUEL	PROMEDIO CONSUMO (DIESEL GLN/DIA) CON BI-FUEL	AHORRO (DIESEL GLN/DIA)	% AHORRO (DIA)
DIA	398	319	79	19,85
DRILLING	362,80	217	145,80	40,19

Tabla 32. Consumo Drilling vs % Ahorro Día

DRILLING	PROMEDIO CONSUMO (DIESEL GLN/DIA) SIN BI-FUEL	PROMEDIO CONSUMO (DIESEL GLN/DIA) CON BI-FUEL	AHORRO (DIESEL GLN/DIA)	% AHORRO (DIA)
FASE I @ 1000 FT	53,23	49,25	3,98	7,48
FASE II @ 7000 FT	449,89	276,25	173,64	38,60

En las tablas 31 y 32 se aprecia una de las ventajas que presenta la conversión Bi-fuel, el ahorro de combustible Diesel debido a la significativa diferencia de precio con el gas natural.

5 ANALISIS ECONOMICO DE LA INSTALACION DEL SISTEMA BI-FUEL.

En este capítulo se muestra la inversión requerida, para la instalación del *Kit Bi-fuel*, los beneficios económicos obtenidos del ahorro del combustible Diesel y el tiempo estimado de retorno de la inversión.

Tabla 33. Consumo *Drilling* vs Ahorro Día COP

DRILLING	SUSTITUCION GAS MT³/DIA	COSTO DIESEL SIN BI-FUEL COP	COSTO GAS CON BI-FUEL COP	COSTO DIESEL CON BI-FUEL COP	COSTO TOTAL COMBUSTIBLE BI-FUEL	AHORRO TOTAL DIA
FASE I @ 1000 FT	15,72	\$387.040,92	\$ 24.199,30	\$ 358.097	\$382.296,05	\$ 4.744,88
FASE II @ 7000 FT	685,87	\$3.271.142,11	\$1.055.559,49	\$2.008.614	\$3.064.173,4	\$206.968,87
TOTAL						\$ 211.713,75

La tabla 33 presenta los costos de cada *Kit Bi-fuel*, inicialmente valorado para 1 solo generador de los tres con los que cuenta el equipo de perforación y adicionalmente si se intervienen dos o los tres generadores.

Tabla 34. Inversión Estimada por Número de Generadores

INVERSION ESTIMADA			
ITEM	COSTO 1 GENERADOR	COSTO 2 GENERADORES	COSTO 3 GENERADORES
Red de gas	\$ 39.072.222	\$ 39.072.222	\$ 39.072.222
Servicio Técnico de Instalación KIT	\$ 24.230.050	\$ 48.460.100	\$ 72.690.150
Materiales Nacionales para Kit GTI	\$ 6.860.855	\$ 13.721.709	\$ 20.582.564
Kit de combustible Dual	\$ 120.317.631	\$ 240.635.263	\$ 360.952.894
Detector de fugas (kit)	\$ 2.766.596	\$ 2.766.596	\$ 2.766.596
Baliza a prueba de explosión, 24VDC, (sistema de seguridad adicional).	\$ 6.345.700	\$ 6.345.700	\$ 6.345.700
Kit montaje de pared (sistema de seguridad adicional)	\$ 1.995.625	\$ 1.995.625	\$ 1.995.625
Alarma sonora a prueba de explosión 24VDC (sistema de seguridad adicional)	\$ 4.506.625	\$ 4.506.625	\$ 4.506.625
Gas Shutoff (sistema de seguridad adicional)	\$ 2.565.529	\$ 2.565.529	\$ 2.565.529
Servicio Técnico de Instalación y Puesta en Marcha de un (1) Sistema de señales de emergencia para la detección de fugas (sistema de seguridad adicional)	\$ 9.076.700	\$ 9.076.700	\$ 9.076.700

ITEM	COSTO 1 GENERADOR	COSTO 2 GENERADORES	COSTO 3 GENERADORES
Materiales Nacionales para Sistema de seguridad Adicional	\$ 3.091.040	\$ 3.091.040	\$ 3.091.040
Medición calidad del aire	\$11.500.000,00	\$ 23.000.000	\$ 34.500.000
Materiales Eléctricos	\$ 6.059.456,00	\$ 6.059.456	\$ 6.059.456,00
Total	\$ 238.388.029	\$ 401.296.565	\$ 564.205.101

Tabla 35. Retorno Estimado por Número de Generadores

INVERSION	AHORRO POR DIA	RETORNO DE INVERSION	
		DIAS	AÑOS
\$ 238.388.029	\$ 211.713,75	1126	3,08
\$ 401.296.565	\$ 423.427,50	948	2,60
\$ 564.205.101	\$ 635.141,25	888	2,43

Los cálculos demuestran que para el caso con la aplicación del *Bi-fuel* para un solo Generador la inversión se recupera en tres (3) años y que disminuye sustancialmente si se implementa para el segundo y tercer generador del equipo en dos (2) años; con porcentajes de carga presentados bajo condiciones de operación no optimas, se puede mejorar el retorno de la inversión si se operan los generadores 1 y 2 a plena carga.

6 DIAGNOSTICO MATERIAL PARTICULADO, DIOXIDO DE AZUFRE Y OXIDOS DE NITROGENO

La toma y análisis de la muestra de material particulado, Dióxidos de Azufre y Óxidos de nitrógeno fue realizada por el Laboratorio ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana, la cual se encuentra acreditada por el IDEAM. Según resolución 2325 de 25 de Septiembre de 2012.

A continuación se presenta la tabla 36, donde se relaciona el nombre de los dispositivos, el tipo de combustible, tipo de proceso, contaminantes medidos, la emisión obtenida y el valor estándar de emisión admisible de acuerdo a la identificación del proceso.

Legislación vigente:

- Resolución 909 de 2008 (MAVDT)
- Resolución 2153 de 2010 (MAVDT)
- Resolución 1309 de 2010 (MAVDT)
- Resolución 0935 de 2011
- Resolución 1332 de 2012

Tabla 36. Emisión de Contaminantes

	PROCESO	CONTAMINANTE	EMISION		ESTANDAR DE EMISIÓN *mg/m ³ Resolución 909 de 2008	INFERIOR O SUPERIOR AL ESTANDAR
			Kg/h	mg/m ³		
GENERADOR DE ENERGIA/DIESEL	Calentamiento térmico (termodinámico)	MP	0,06	32,94	50	INFERIOR
		SO ₂	0,01	5,27	400	INFERIOR
		NO _x	1,28	682,66	1800	INFERIOR
GENERADOR DE ENERGIA/DIESEL Y GAS	Calentamiento térmico (termodinámico)	MP	0,01	8,88	50	INFERIOR
		SO ₂	0,01	4,58	400	INFERIOR
		NO _x	0,55	893,54	1800	INFERIOR

Fuente: Informe GIA11-059-14 Universidad Pontificia Bolivariana

Realizada la evaluación de la emisión de material particulado, Dióxidos de Azufre y Óxidos de nitrógeno al equipo generador de energía en el equipo de perforación, es concluyente, que Las emisiones atmosféricas de material particulado, Dióxidos Azufre y Óxidos de Nitrógeno. Medidas en la chimenea del generador de energía, operando con diésel solamente como combustible o con diésel y gas natural, cumplen los estándares de emisión admisibles establecidos en el artículo 2 parágrafo cinco de la resolución 1309 de 2010.

Tabla 37. Gases de Combustión

GASES DE COMBUSTION	% (V/V) CON DIESEL	% (V/V) CON GAS Y DIESEL
OXIGENO (O ₂)	12,79	13,20
DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂)	6,04	6,80
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	1,90	2,10

Fuente: Informe GIA11-059-14 Universidad Pontificia Bolivariana

De la tabla 37, se observa altos niveles de monóxido de carbono (CO), lo que indica una combustión incompleta. Si la combustión es **completa** se produce el máximo rendimiento energético. Pero si la combustión es incompleta ocurre lo siguiente:

- No se obtendrá las máximas temperaturas.
- Parte del combustible no se quema, ocasionando formación de óxidos de nitrógeno
- **Exceso de aire y altas temperaturas** aumentan la formación de óxidos de nitrógeno.

7. CONCLUSIONES

La implementación del sistema *Bi-fuel* es viable técnica y económicamente, Se presenta un ahorro hasta de un 38,60% en el consumo de Diesel, para la Fase II de perforación de un pozo típico.

Es importante considerar que el sistema trabaja cuando el equipo está consumiendo una potencia superior a 98 kW, y el ahorro se ve principalmente cuando está en la Fase II y algunas otras operaciones que demanden un consumo de potencia superior al indicado anteriormente.

La implementación del sistema permite realizar cambios de *Bi-fuel* a sistema solo Diesel y viceversa sin problemas en el equipo.

Se evidenció que durante el tiempo de la prueba con *Bi-fuel* la temperatura del equipo se incrementó en comparación con solo Diesel.

Se puede implementar el sistema para los dos motores adicionales de generación con los cuales podemos reducir el tiempo de retorno de la inversión.

Con la conversión de los motores Diesel a sistema *Bi-fuel* se disminuye el impacto ambiental ya que se estima una reducción en la producción de sustancias contaminantes. Se reduce las emisiones de Material Particulado en 83,33%, se reduce en 57,03% las emisiones de óxido de nitrógeno (NOx).

BIBLIOGRAFIA

ALTRONIC. GTI Bi-Fuel: for heavy-duty diesel engines. URL: <http://www.gti-altronic.com/>, accedido el 20 de noviembre de 2015.

FYGUEROA, Simón y ARAQUE, Jesús. “El proceso de combustión en motores de combustión interna”. Consejo de estudios de posgrado. Universidad De Los Andes, Mérida, Venezuela. 2005. 126 p.

M I Nwafor, Combustion Characterics of dual – fuel Diesel engine using pilot injection ignition. leindia Publish. 2003.

SANCHEZ, Carlos Arnulfo. “Estudio de pre-factibilidad para la conversión a sistema Bi-Fuel (gas natural – diesel) de motores diesel utilizados en generadores de servicio intermitente”. Monografía. Universidad Industrial de Santander. 2012. 135 p.

SUA PEREZ, Sergio. “Factibilidad de implementar un sistema Bi-Fuel para reducir el consumo de combustible diesel en los motores utilizados en las facilidades de producción aplicación campo Sardinias”. Monografía. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería. 2011. 52 p.

ANEXOS

ANEXO A.

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	Profundidad (FT)	VOLTAJE DE ENTRADA DRAWORK	CORRIENTE DE ENTRADA DRAWORK	VOLTAJE DE ENTRADA TOP DRIVE	CORRIENTE DE ENTRADA TOP DRIVE	POWER MTU(1) New V-2000 KW
1	19:00	ENCENDIDO EQUIPO	0	0	0	0	0	0
2	07:00	ALISTAMIENTO PRUEBAS	0	0	0	0	0	0
2	13:00	ALISTAMIENTO PRUEBAS	0	4,5	540	0	0	0
2	19:00	ALISTAMIENTO PRUEBAS	0	4,6	539	0	0	0
3	07:00	PERFORANDO	168	5	521	313	53	0
3	13:00	PERFORANDO	289	4,7	554	368	60	0
3	19:00	CEMENTANDO	673	0	0	0	0	0
4	07:00	ARMANDO PREVENTORA	673	0	0	0	0	0
4	13:00	ARMANDO BHA	673	4,6	541	0	0	0
4	19:00	PERFORANDO	628	4,6	544	254	72	0
5	07:00	PERFORANDO	1456	13,6	517	419	76	349
5	13:00	PERFORANDO	1770	176	561	373	52	456
5	19:00	PERFORANDO	2306	139	552	241	53	477
6	07:00	PERFORANDO	2925	11	579	432	110	357
6	13:00	PERFORANDO	3255	10,8	572	512	113	350
6	19:00	PERFORANDO	3662	5,7	584	457	78	391
7	17:00	SACANDO TUBERIA	842	218	542	0	0	289
8	07:00	ARMANDO BHA	63	5,7	553	0	0	170
8	13:00	BAJANDO TUBERIA	2428	4,8	554	0	0	107
8	19:00	BAJANDO TUBERIA	4166	40	580	458	70	561
9	07:00	PERFORANDO	4927	14	592	547	186	593
9	13:00	PERFORANDO	5265	5,7	592	272	86	612
9	19:00	CIRCULANDO	5639	99	609	5,6	65	624
10	07:00	SACANDO TUBERIA	4380	44	609	5,7	63	591
10	13:00	SACANDO TUBERIA	3568	5,7	536	0	0	129
10	19:00	SACANDO TUBERIA	1310	316	541	0	0	0
11	07:00	BAJANDO CASING	1230	35	705	70	83	0
11	13:00	BAJANDO CASING	3060	30	589	70	83	0
11	19:00	BAJANDO CASING	5814	0	0	201	224	0
12	07:00	PROBANDO HERRAMIENTA	82	0	0	182	42	0
12	13:00	BAJANDO TUBERIA	1871	614	590	0	0	0
12	19:00	PERFORANDO	5742	5,7	580	301	166	0
13	07:00	PERFORANDO	5919	5,7	585	494	149	0
13	13:00	PERFORANDO	6090	5,7	566	485	176	0

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	Profundidad (FT)	VOLTAJE DE ENTRADA DRAWORK	CORRIENTE DE ENTRADA DRAWORK	VOLTAJE DE ENTRADA TOP DRIVE	CORRIENTE DE ENTRADA TOP DRIVE	POWER MTU(1) New V-2000 KW
13	19:00	PERFORANDO	6316	89	634	6	65	0
14	07:00	SACANDO TUBERIA	1380	623	577	0	0	0
14	13:00	ARMANDO BHA	75	5,7	537	0	0	0
14	19:00	BAJANDO TUBERIA REGISTRO	2970	5,7	538	6	43	0
15	07:00	SACANDO TUBERIA	5745	285	600	0	0	0
15	13:00	SACANDO TUBERIA	2970	5,7	554	0	0	0
15	19:00	SACANDO TUBERIA	1430	5,7	565	0	0	0
16	07:00	BAJANDO TUBERIA	3000	5,7	561	0	0	0
16	13:00	CIRCULANDO	6411	92	578	193	153	0
16	19:00	SACANDO TUBERIA	5521	68	550	0	0	0
17	07:00	BAJANDO MALLAS	38	120	540	0	0	0
17	13:00	BAJANDO MALLAS	435	100	540	0	0	0
17	19:00	BAJANDO MALLAS	3800	110	550	0	0	0
18	19:00	ARMANDO BHA	75	0	0	0	0	100
19	07:00	ARME BHA	0	5,7	538	0	0	120
19	13:00	INICIO	12	5	540	0	0	210
19	19:00	PERFORANDO	233	37	542	433	47	341
20	07:00	INSTALANDO PREVENTORA	674	0	0	0	0	201
20	13:00	PRUEBAS PREVENTORA	0	4	540	0	0	200
20	19:00	ARME GEOPILOT	15	4	540	0	0	145
21	07:00	PERFORANDO	946	4,5	549	297	46	800
21	13:00	PERFORANDO	1591	32	536	460	55	450
21	19:00	PERFORANDO	2102	24	566	562	95	470
22	07:00	PERFORANDO	2984	5	587	205	54	500
22	13:00	PERFORANDO	3059	21	591	479	62	450
22	19:00	PERFORANDO	3926	9	550	561	138	515
23	07:00	PERFORANDO	4606	4,9	569	502	88	630
23	13:00	PERFORANDO	4915	3,5	568	557	180	660
23	19:00	PERFORANDO	5183	2,2	562	549	161	610
24	07:00	SACANDO TUBERIA	4073	537	568	0	0	140
24	13:00	SACANDO TUBERIA	2730	74	579	0	0	54
24	19:00	SACANDO TUBERIA	1414	40	524	0	0	304
25	07:00	BAJANDO CASING	2026	475	589	0	0	267
25	13:00	BAJANDO CASING	5340	21	589	0	0	386
25	19:00	CEMENTANDO	5340	4,7	538	0	0	159
26	07:00	BAJANDO TUBERIA	3870	7,6	549	76	549	223
26	13:00	CIRCULANDO	5373	0	0	110	125	339
26	19:00	PERFORANDO	5486	4	562	501	200	428

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	Profundidad (FT)	VOLTAJE DE ENTRADA DRAWORK	CORRIENTE DE ENTRADA DRAWORK	VOLTAJE DE ENTRADA TOP DRIVE	CORRIENTE DE ENTRADA TOP DRIVE	POWER MTU(1) New V-2000 KW
27	07:00	PERFORANDO	5972	5,7	577	483	188	425
27	13:00	SACANDO TUBERIA	5686	243	541	0	0	143
27	19:00	SACANDO TUBERIA	3390	5	536	0	0	128
28	07:00	BAJANDO TUBERIA	737	98	539	0	0	122
29	13:00	PROBANDO EQUIPO	0	0	0	0	0	0
29	19:00	ARME BHA	0	4,7	538	0	0	0
30	07:00	PERFORANDO	182	4,5	560	374	87	0
30	13:00	PERFORANDO	461	4,7	545	388	55	0
30	19:00	CEMENTANDO	607	0	0	4	42	0
31	07:00	PROBANDO PREVENTORA	607	0	0	0	0	0
31	13:00	PERFORANDO	672	4,7	555	112	71	0
31	19:00	PERFORANDO	1174	103	564	4,5	59	451
32	07:00	PERFORANDO	2220	168	538	4,5	47	546
32	13:00	PERFORANDO	2869	5	573	227	50	490
32	19:00	PERFORANDO	3400	26	540	360	93	593
33	07:00	PERFORANDO	4332	4,5	553	339	101	535
33	13:00	SACANDO TUBERIA	2265	197	576	0	0	161
33	19:00	ARMANDO HTA BAJADA DE CASING	24	0	0	0	0	122
34	07:00	BAJANDO CASING	4422	26	584	4,5	45	430
34	13:00	CEMENTANDO	4358	0	0	0	0	127
34	19:00	BAJANDO TUBERIA	445	110	526	0	0	160
35	07:00	PERFORANDO	4370	4,5	555	362	144	339
35	13:00	SACANDO TUBERIA	3510	4,5	540	0	0	232
35	19:00	REGISTRO	0	0	0	0	0	102
36	07:00	BAJANDO COLGADOR	2244	275	578	0	0	119
36	13:00	SACANDO TUBERIA	974	374	574	0	0	261
36	19:00	CEMENTANDO	4545	5	568	102	107	250
37	07:00	BAJANDO RASPADOR	31	96	518	0	0	228
38	07:00	PROBANDO EQUIPO	0	0	0	0	0	0
38	13:00	ARME BHA	0	0	0	0	0	0
38	19:00	PERFORANDO	131	5,3	523	374	55	0
39	07:00	CORTE TUBO CONDUCTOR	0	0	0	0	0	0
39	13:00	INSTALACION PREBENTORA	0	0	0	0	0	0
39	19:00	PRUEBA PREVENTORA	0	0	0	0	0	0
40	07:00	DRILL OUT	669	2	545	288	53	0
40	13:00	PERFORANDO	1202	29	550	562	90	398
40	19:00	PERFORANDO	1863	27	520	559	123	480
41	07:00	SACANDO TUBERIA	2728	99	550	237	47	430

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	Profundidad (FT)	VOLTAJE DE ENTRADA DRAWORK	CORRIENTE DE ENTRADA DRAWORK	VOLTAJE DE ENTRADA TOP DRIVE	CORRIENTE DE ENTRADA TOP DRIVE	POWER MTU(1) New V-2000 KW
41	13:00	BHA AFUERA	0	0	0	0	0	0
41	19:00	PRUEBA HERRAMIENTA GEO PILOT	69	0	0	222	45	0
42	07:00	PERFORANDO	3279	5	580	429	58	400
42	13:00	PERFORANDO	3911	29	551	551	132	560
42	19:00	PERFORANDO	4392	26	564	561	185	580
43	07:00	PERFORANDO	5328	26	564	561	185	580
43	13:00	PERFORANDO	5665	21	574	557	91	680
43	19:00	PERFORANDO	5857	99	579	357	105	650
44	07:00	SACANDO TUBERIA	3047	50	579	4	51	240
44	13:00	SACANDO TUBERIA	0	4	541	0	0	140
44	19:00	BAJANDO CASING 2	1166	582	546	4	53	217
45	07:00	BAJANDO CASING 2	5853	4	546	0	0	370
45	13:00	ARMANDO BHAA3	0	4	540	0	0	200
45	19:00	BAJADA BHA 3	151	3	540	0	0	120
46	07:00	PERFORANDO	5764	4,8	564	373	180	440
46	13:00	PERFORANDO	6002	5,3	591	354	148	347
46	19:00	PERFORANDO	6384	5,3	588	331	164	383
47	07:00	SACANDO BHA 3	33	387	657	0	0	128
47	13:00	BAJANDO ESCRAPER ACONDICIONANDO CON SCRAPER	2550	340	550	0	0	178
47	19:00	ACONDICIONANDO CON SCRAPER	6426	131	569	210	132	393
48	07:00	SACANDO SCRAPER ACONDICIONANDO MEZA PARA BAJAR MAYA	282	4	540	0	0	120
48	13:00	MEZA PARA BAJAR MAYA	0	4	550	0	0	83
48	19:00	BAJANDO MAYAS	60	4	550	0	0	110
49	07:00	BAJANDO MAYAS	4252	4	550	0	0	95
49	13:00	BAJANDO MAYAS	6423	7	579	0	0	103
49	19:00	BOMBEO PILDORA	6430	0	0	0	0	130
50	07:00	INCHAMIENTO DE EMPAQUE	6430	0	0	0	0	50
50	13:00	INCHAMIENTO DE EMPAQUE	6430	0	0	0	0	50
50	19:00	INCHAMIENTO DE EMPAQUE	6430	0	0	0	0	100
51	07:00	INCHAMIENTO DE EMPAQUE	6430	0	0	0	0	83
51	13:00	INCHAMIENTO DE EMPAQUE	6430	0	0	0	0	100
51	21:00	SALIDA DE TUBERIA SALIDA DE TUBERIA	6420	4	550	0	0	120
52	07:00	WASH PIPE	600	4	550	0	0	120
52	13:00	BAJADA UNIDAD DE SELLOS	1300	340	550	0	0	178
52	19:00	BAJADA UNIDAD DE SELLOS	2000	4	540	0	0	100

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	Profundidad (FT)	VOLTAJE DE ENTRADA DRAWORK	CORRIENTE DE ENTRADA DRAWORK	VOLTAJE DE ENTRADA TOP DRIVE	CORRIENTE DE ENTRADA TOP DRIVE	POWER MTU(1) New V-2000 KW
53	07:00	DESARME EQUIPO PARA MOVILIZACION	0	0	0	0	0	50
53	10:00	APAGADO GENERADOR	0	0	0	0	0	50
53	19:00	MOVILIZANDO EQUIPO						
54	07:00	ARME EQUIPO	0	0	0	0	0	89
54	13:00	ARME EQUIPO	0	0	0	0	0	82
54	19:00	ARME EQUIPO	0	0	0	0	0	0
55	07:00	PRUEBA	0	4	500	0	0	0
55	13:00	EN ESPERA INICIO	0	0	0	0	0	0
55	19:00	INICIO PERFORACION	6	4,9	552	270	60	0
56	07:00	FINALIZANDO CASING DRILLING	635	10	565	566	122	0
56	13:00	CEMENTANDO ,INSTALACION PREVENTORA	671	0	0	0	0	0
56	19:00	ARME BHA DIRECCIONAL	0	4	539	0	0	0
57	07:00	PERFORANDO	747	285	563	363	63	475
57	13:00	PERFORANDO	1380	52	543	126	46	161
57	19:00	PERFORANDO	1614	16	542	554	97	471
58	07:00	PERFORANDO	2640	15	554	497	181	363
58	13:00	PERFORANDO	3125	5	580	394	59	442
58	19:00	PERFORANDO	3300	4	567	282	75	288
59	07:00	PERFORANDO	3696	4	567	423	77	326
59	13:00	PERFORANDO	3870	4,2	561	562	102	423
59	19:00	PERFORANDO	4051	4	560	343	103	329
60	07:00	PERFORANDO	4679	6,7	529	560	200	580
60	13:00	PERFORANDO	4950	5,2	596	557	154	591
60	19:00	SACANDO TUBERIA	5041	85	611	0	0	506
61	07:00	SACANDO TUBERIA	2584	84	584	0	0	128
61	13:00	SACANDO TUBERIA	1620	43	564	4	45	128
61	19:00	BAJANDO CASING	30	4,2	541	0	0	0
62	07:00	BAJANDO CASING	5169	4,3	538	0	0	191
63	13:00	PERFORANDO	5243	58	581	398	164	357
63	19:00	PERFORANDO	5454	4,7	581	549	179	0
64	07:00	SACANDO TUBERIA	3902	4,2	539	0	0	0
64	13:00	SACANDO TUBERIA	179	4,2	540	0	0	0
64	19:00	BAJANDO MALLAS	25	4,2	535	0	0	0
65	07:00	BAJANDO MALLAS	3497	21,9	654	0	0	0
65	13:00	GRAVER PACK	5580	4,2	535	0	0	0
65	19:00	GRAVER PACK	5580	4,2	535	0	0	0
66	07:00	SACANDO TUBERIA	2118	625	431	0	0	0

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	Profundidad (FT)	VOLTAJE DE ENTRADA DRAWORK	CORRIENTE DE ENTRADA DRAWORK	VOLTAJE DE ENTRADA TOP DRIVE	CORRIENTE DE ENTRADA TOP DRIVE	POWER MTU(1) New V-2000 KW
66	13:00	DESARME HERRAMIENTAS	0	0	0	0	0	89
66	19:00	ARME BOMBA	0	0	0	0	0	85
67	07:00	BAJANDO BOMBA	100	4,3	535	0	0	94
67	13:00	BAJANDO BOMBA	1550	4,3	550	0	0	110
67	19:00	BAJANDO BOMBA	2711	4,2	540	0	0	115
68	07:00	DESARME EQUIPO MOVILIZACION	3586	0	0	0	0	79
68	13:00	APAGADO GENERADOR	0	0	0	0	0	80
69	19:00	ARME EQUIPO	0	0	0	0	0	90
70	07:00	PRUEBA	0	4	500	0	0	140
70	13:00	PRUEBA	0	4	500	0	0	140
70	19:00	PERFORANDO	85	9.5	547	411	58	356
71	07:00	FINALIZA CASING DRILLING	673	0	0	0	0	244
71	13:00	ARME PREVENTORA	0	0	0	0	0	255
71	19:00	PRUEBA PREVENTORA	0	0	0	0	0	244
72	07:00	PERFORANDO 2a fase	752	23	551	346	59	770
72	13:00	PERFORANDO	1410	24	560	486	93	505
72	19:00	PERFORANDO	2013	30	559	521	99	450
73	07:00	PERFORANDO	2832	4	571	275	56	260
73	13:00	RECIPROCANDO	2920	109	591	0	0	442
73	19:00	SACANDO TUBERIA BHA	1535	120	504	0	0	150
74	07:00	BAJANDO TUBERIA BHA	642	10	540	0	0	220
74	13:00	PERFORANDO	2923	6	522	4	50	400
74	19:00	PERFORANDO	3446	5	575	294	54	350
75	07:00	PERFORANDO	4194	17	583	383	122	615
75	13:00	PERFORANDO	4548	5,1	575	302	70	550
75	19:00	PERFORANDO	4848	4	589	7	74	430
76	07:00	SACANDO TUBERIA BHA	4081	132	636	0	0	150
76	13:00	SACANDO TUBERIA BHA	1531	230	553	0	0	220
76	19:00	DESARME BHA BAJADA CASING	20	4	550	0	0	115
77	07:00	BAJADA CASING	4928	132	524	0	0	157
77	13:00	CEMENTACION	5100	4	550	0	0	147
77	19:00	ARME BHA 3	20	5	540	0	0	145
78	07:00	PERFORANDO	5129	3	582	557	125	443
78	13:00	PERFORANDO	5480	4	550	502	189	492
78	19:00	CIRCULANDO EN FONDO	5676	82	575	468	128	468
79	07:00	DESARME BHA	28	4	543	0	0	92
79	13:00	BAJADA MALLAS	45	4	550	0	0	95

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	Profundidad (FT)	VOLTAJE DE ENTRADA DRAWORK	CORRIENTE DE ENTRADA DRAWORK	VOLTAJE DE ENTRADA TOP DRIVE	CORRIENTE DE ENTRADA TOP DRIVE	POWER MTU(1) New V-2000 KW
79	19:00	BAJADA MALLAS	369	4	540	0	0	93
80	07:00	MALLAS EN FONDO	5702	4	540	0	0	81
80	13:00	REVERSANDO ACIDO	5686	0	0	0	0	129
80	19:00	DECANTANDO ARENA	5665	4	540	0	0	93
81	07:00	SACANDO TUBERIA BHA	696	27	550	0	0	144
81	13:00	SACANDO TUBERIA BHA	0	4	550	0	0	144
81	19:00	CARGADA BOMBA SUMERGIBLE	0	0	0	0	0	95
82	07:00	BAJANDO BOMBA	588	4	542	0	0	126
82	13:00	BAJANDO BOMBA	1853	27	540	0	0	82
82	19:00	BAJANDO BOMBA	2931	40	557	0	0	96
83	07:00	INSTALACION HANDGLER	4809	4	540	0	0	95
83	13:00	DESMONTE PREVENTORA	4809	0	0	0	0	64
83	19:00	DESENEBRADO MALACATE	4809	0	0	0	0	64
84	00:00	APAGADO GENERADOR	4809	0	0	0	0	64
85	07:00	ARME EQUIPO	0	0	0	0	0	0
85	13:00	ARME EQUIPO	0	0	0	0	0	0
85	19:00	PRUEBA	0	0	0	0	0	0
86	07:00	PERFORANDO	348	4,3	544	276	52	0
86	13:00	PERFORANDO	690	4,4	548	195	46	0
86	19:00	ARMANDO PREVENTORA	690	4,2	542	0	0	0
87	07:00	ARMANDO BHA	30	7,1	532	0	0	0
87	13:00	BAJANDO TUBERIA	539	4,4	549	0	0	0
87	19:00	PERFORANDO	689	4,2	546	238	57	0
88	07:00	PERFORANDO	1711	4,7	559	138	47	424
88	13:00	PERFORANDO	2564	35	541	562	150	488
88	19:00	PERFORANDO	2884	5	571	270	53	382
89	07:00	SACANDO TUBERIA	1635	4,1	539	67	66	117
89	13:00	SACANDO TUBERIA	617	4,1	538	0	0	134
89	19:00	BAJANDO TUBERIA	1486	4,5	557	0	0	147
90	07:00	PERFORANDO	3360	4,9	569	226	56	409
90	13:00	PERFORANDO	3764	69	583	393	71	540
90	19:00	PERFORANDO	4258	5,1	589	472	88	619
91	07:00	PERFORANDO	5173	24,2	573	559	164	647
91	13:00	PERFORANDO	5659	5	569	386	111	651
91	19:00	PERFORANDO	6014	16,2	539	560	187	480
92	07:00	SACANDO TUBERIA	5504	181	656	19	208	411
92	13:00	SACANDO TUBERIA	4785	47,3	590	199	91	560

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	Profundidad (FT)	VOLTAJE DE ENTRADA DRAWORK	CORRIENTE DE ENTRADA DRAWORK	VOLTAJE DE ENTRADA TOP DRIVE	CORRIENTE DE ENTRADA TOP DRIVE	POWER MTU(1) New V-2000 KW
92	19:00	SACANDO TUBERIA	3568	51	599	3,7	48	566
93	07:00	DESARMANDO BHA	20	65	538	0	0	216
93	13:00	BAJANDO CASING	2862	629	605	0	0	497
93	19:00	BAJANDO CASING	5040	7,1	527	0	0	146
94	07:00	CEMENTANDO	6405	0	0	0	0	139
94	13:00	BAJANDO TUBERIA	777	4,2	534	0	0	205
94	19:00	BAJANDO TUBERIA	4270	4,7	541	0	0	210
95	07:00	PERFORANDO	6407	4,2	557	437	179	454
95	13:00	PERFORANDO	6553	3,5	563	495	193	435
95	19:00	PERFORANDO	6767	50	604	476	184	448
96	07:00	SACANDO TUBERIA	5744	15	530	0	0	210
96	13:00	SACANDO TUBERIA	49	10	530	0	0	174
96	19:00	BAAJANDO BULL NOSE	1868	184	541	0	0	205
97	07:00	BAJANDO TUBERIA	6252	5	500	0	0	156
97	13:00	SALIDA TUBERIA	4905	185	550	0	0	164
97	19:00	SALIDA TUBERIA	109	79	570	0	0	163

ANEXO B.

Tabla de Variables Con Sistema Bi-Fuel

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	Profundidad (FT)	VOLTAJE DE ENTRADA ñ	CORRIENTE DE ENTRADA DRAWORK	VOLTAJE DE ENTRADA TOP DRIVE
1	07:00	ARME BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE.	0	0	0	0
1	13:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	1168	54	476	0
1	19:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	2229	47	530	0
2	07:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	3233	52	565	0
2	13:00	DESMONTAJE SET DE PREVENTORAS	0	0	0	0
2	19:00	INSTALA CABEZA DE POZO	0	0	0	0
3	07:00	DESARME	0	0	0	0
3	13:00	DESARME	0	0	0	0
3	19:00	DESARME	0	0	0	0
4	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
4	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
4	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
8	07:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
8	13:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
8	19:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
9	07:00	INICIO PERFORACIÓN	180	5	548	237
9	13:00	PERFORANDO	335	4	540	278
9	19:00	PERFORANDO	628	4,5	556	334
10	07:00	INSTALANDO PREVENTORA	682	3	550	0
10	13:00	ARME BHA 2 FASE	682	0	0	0
10	19:00	PRUEBA BHA	683	4,3	549	0
10	19:00	PERFORANDO	683	4,3	549	0
11	07:00	PERFORANDO	1113	15	561	228
11	13:00	PERFORANDO	1551	4,8	564	79
11	19:00	PERFORANDO	1859	5	572	228
12	07:00	PERFORANDO	2555	5	572	228

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	Profundidad (FT)	VOLTAJE DE ENTRADA DRAWORK	CORRIENTE DE ENTRADA DRAWORK	VOLTAJE DE ENTRADA TOP DRIVE
12	13:00	PERFORANDO	2987	19	583	302
12	19:00	PERFORANDO	3290	5	590	136
13	07:00	PERFORANDO	3681	5	574	345
13	13:00	CIRCULANDO	3808	53	600	239
13	19:00	SACANDO TUBERÍA	1683	10	600	0
14	07:00	SACANDO TUBERÍA	0	0	0	0
14	13:00	REGISTRO ELÉCTRICO	0	0	0	0
14	19:00	BAJADA CASING	400	50	574	0
15	07:00	EN FONDO CASING, CIRCULANDO	3334	0	0	0
15	13:00	ARME BHA 3 FASE	0	0	0	0
15	19:00	BAJANDO BHA 3	1887	550	572	214
16	07:00	BAJANDO BHA 3	3070	768	581	0
16	13:00	PERFORANDO	3908	5	565	245
16	19:00	SACANDO TUBERÍA	3424	713	594	0
17	07:00	REGISTRO ELÉCTRICO	34	0	0	0
17	13:00	REGISTRO ELÉCTRICO	0	0	0	0
17	19:00	ARME BHA	0	3	550	0
18	07:00	BAJANDO LINAR	3180	30	552	0
18	13:00	MONTAJE CABEZA CEMENTACIÓN	3992	0	0	0
18	19:00	SACANDO TUBERÍA	2400	655	248	0
19	07:00	CIRCULANDO	4013	0	0	0
19	13:00	BAJANDO TUBERÍA	1238	4,3	543	0
19	19:00	BAJANDO TUBERÍA	996	161,4	550	0

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	CORRIENTE DE ENTRADA TOP DRIVE	POWER MTU(1) New V-2000 KW	POWER MTU(2) New V-2000 KW	POWER MTU(3) New V-2000 KW
1	07:00	ARME BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE.	0	64	0	0
1	13:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	0	111	0	0
1	19:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	0	132	0	0
2	07:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	0	174	0	0
2	13:00	DESMONTAJE SET DE PREVENTORAS	0	0	0	0
2	19:00	INSTALA CABEZA DE POZO	0	72	0	0
3	07:00	DESARME	0	0	0	0
3	13:00	DESARME	0	0	0	0
3	19:00	DESARME	0	0	0	0
4	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
4	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
4	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
8	07:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
8	13:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
8	19:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
9	07:00	INICIO PERFORACIÓN	60	0	392	0
9	13:00	PERFORANDO	65	500	479	0
9	19:00	PERFORANDO	53	600	680	0
10	07:00	INSTALANDO PREVENTORA	0	130	0	0
10	13:00	ARME BHA 2 FASE	0	182	0	0
10	19:00	PRUEBA BHA	0	199	0	0
10	19:00	PERFORANDO	0	199	0	0
11	07:00	PERFORANDO	52	450	465	0
11	13:00	PERFORANDO	45	503	532	0
11	19:00	PERFORANDO	48	504	532	0
12	07:00	PERFORANDO	48	475	516	0
12	13:00	PERFORANDO	80	530	580	0
12	19:00	PERFORANDO	51	490	520	0
13	07:00	PERFORANDO	78	440	460	0

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	Profundidad (FT)	VOLTAJE DE ENTRADA DRAWORK	CORRIENTE DE ENTRADA DRAWORK	VOLTAJE DE ENTRADA TOP DRIVE
13	13:00	CIRCULANDO	57	310	330	0
13	19:00	SACANDO TUBERÍA	0	0	200	0
14	07:00	SACANDO TUBERÍA	0	0	130	0
14	13:00	REGISTRO ELÉCTRICO	0	0	130	0
14	19:00	BAJADA CASING EN FONDO CASING, CIRCULANDO	0	0	154	0
15	07:00	ARME BHA 3 FASE	0	260	0	0
15	13:00	ARME BHA 3 FASE	0	160	0	0
15	19:00	BAJANDO BHA 3	56	500	0	0
16	07:00	BAJANDO BHA 3	0	197	0	0
16	13:00	PERFORANDO	63	286	0	0
16	19:00	SACANDO TUBERÍA	0	164	0	0
17	07:00	REGISTRO ELÉCTRICO	0	60	0	0
17	13:00	REGISTRO ELÉCTRICO	0	200	0	0
17	19:00	ARME BHA	0	130	0	0
18	07:00	BAJANDO LINAR MONTAJE CABEZA CEMENTACIÓN	0	200	0	0
18	13:00	MONTAJE CABEZA CEMENTACIÓN	0	180	0	0
18	19:00	SACANDO TUBERÍA	0	380	0	0
19	07:00	CIRCULANDO	0	410	0	0
19	13:00	BAJANDO TUBERÍA	0	180	0	0
19	19:00	BAJANDO TUBERÍA	0	230	0	0

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	% Carga VFD	PRESIÓN MP1 NOV 1000 FL-	SPM MP1 NOV FL-1000	PRESION MP2 NOV 1000 FL-
1	07:00	ARME BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE.	6	0	0	0
1	13:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	10	0	0	0
1	19:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	13	0	0	0
2	07:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	15	0	0	0
2	13:00	DESMONTAJE SET DE PREVENTORAS	6	0	0	0
2	19:00	INSTALA CABEZA DE POZO	6	0	0	0
3	07:00	DESARME	0	0	0	0
3	13:00	DESARME	0	0	0	0
3	19:00	DESARME	0	0	0	0
4	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
4	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
4	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
8	07:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
8	13:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
8	19:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
9	07:00	INICIO PERFORACIÓN	39	0	0	158
9	13:00	PERFORANDO	48	0	0	272
9	19:00	PERFORANDO	68	578	69	578
10	07:00	INSTALANDO PREVENTORA	13	0	0	0
10	13:00	ARME BHA 2 FASE	18	0	0	0
10	19:00	PRUEBA BHA	20	0	0	0
10	19:00	PERFORANDO	20	0	0	0
11	07:00	PERFORANDO	44	1463	83	1463
11	13:00	PERFORANDO	52	1708	83	1708
11	19:00	PERFORANDO	52	1686	83	1686
12	07:00	PERFORANDO	51	1650	82	1650
12	13:00	PERFORANDO	55	2048	83	2048
12	19:00	PERFORANDO	50	1603	75	1603
13	07:00	PERFORANDO	45	1426	69	1426

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	% Carga VFD	PRESION MP1 NOV FL-1000	SPM MP1 NOV FL- 1000	PRESION MP2 NOV FL-1000
13	13:00	CIRCULANDO	31	1417	69	1417
13	19:00	SACANDO TUBERÍA	20	0	0	0
14	07:00	SACANDO TUBERÍA	13	0	0	0
14	13:00	REGISTRO ELÉCTRICO	13	0	0	0
14	19:00	BAJADA CASING	15	0	0	0
15	07:00	EN FONDO CASING,CIRCULANDO	26	0	0	265
15	13:00	ARME BHA 3 FASE	16	0	0	0
15	19:00	BAJANDO BHA 3	50	0	0	0
16	07:00	BAJANDO VHA 3	20	0	0	0
16	13:00	PERFORANDO	29	534	76	0
16	19:00	SACANDO TUBERIA	16	0	0	0
17	07:00	REGISTRO ELECTRICO	6	0	0	0
17	13:00	REGISTRO ELECTRICO	20	60	60	60
17	19:00	ARME BHA	13	0	0	0
18	07:00	BAJANDO LINAR	20	0	0	0
18	13:00	MONTAJE CABEZA CEMENTACIÓN	18	62	25	0
18	19:00	SACANDO TUBERÍA	38	0	0	0
19	07:00	CIRCULANDO	41	80	30	0
19	13:00	BAJANDO TUBERÍA	18	0	0	0
19	19:00	BAJANDO TUBERÍA	23	0	0	0

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	SPM MP2 NOV FL-1000	Voltaje entrada Motor MP1	Voltaje entrada Motor MP2	Corriente entrada Motor AC MP1 (Amp)
1	07:00	ARME BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE.	0	0	0	0
1	13:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	0	0	0	0
1	19:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	0	0	0	0
2	07:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	0	0	0	0
2	13:00	DESMONTAJE SET DE PREVENTORAS	0	0	0	0
2	19:00	INSTALA CABEZA DE POZO	0	0	0	0
3	07:00	DESARME	0	0	0	0
3	13:00	DESARME	0	0	0	0
3	19:00	DESARME	0	0	0	0
4	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
4	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
4	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
8	07:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
8	13:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
8	19:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
9	07:00	INICIO PERFORACION	60	0	398	0
9	13:00	PERFORANDO	86	0	566	0
9	19:00	PERFORANDO	69	486	445	435
10	07:00	INSTALANDO PREVENTORA	0	0	0	0
10	13:00	ARME BHA 2 FASE	0	0	0	0
10	19:00	PRUEBA BHA	0	0	0	0
10	19:00	PERFORANDO	0	0	0	0
11	07:00	PERFORANDO	83	556	557	504
11	13:00	PERFORANDO	83	556	558	536
11	19:00	PERFORANDO	83	557	558	533
12	07:00	PERFORANDO	82	557	558	533
12	13:00	PERFORANDO	83	556	557	586
12	19:00	PERFORANDO	75	505	512	516
13	07:00	PERFORANDO	69	459	459	492
13	13:00	CIRCULANDO	69	459	459	505

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	SPM MP2 NOV FL- 1000	Voltaje entrada Motor MP1	Voltaje entrada Motor MP2	Corriente entrada Motor AC MP1 (Amp)
13	19:00	SACANDO TUBERÍA	0	0	0	0
14	07:00	SACANDO TUBERÍA	0	0	0	0
14	13:00	REGISTRO ELÉCTRICO	0	0	0	
14	19:00	BAJADA CASING	0	0	0	0
15	07:00	EN FONDO CASING,CIRCULANDO	89	0	570	0
15	13:00	ARME VHA 3 FASE	0	0	0	0
15	19:00	BAJANDO BHA 3	0	0	0	0
16	07:00	BAJANDO VHA 3	0	0	0	0
16	13:00	PERFORANDO	0	483	0	428
16	19:00	SACANDO TUBERIA	0	0	0	0
17	07:00	REGISTRO ELECTRICO	0	0	0	0
17	13:00	REGISTRO ELECTRICO	40	391	267	407
17	19:00	ARME BHA	0	0	0	0
18	07:00	BAJANDO LINER	0	0	0	0
18	13:00	MONTAGE CABEZA CEMENTACION	0	169	0	408
18	19:00	SACANDO TUBERIA	0	0	0	0
19	07:00	CIRCULANDO	0	204	0	495
19	13:00	BAJANDO TUBERÍA	0	0	0	0
19	19:00	BAJANDO TUBERÍA	0	0	0	0

IA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	Corriente entrada Motor AC MP2 (Amp)	Corriente entrada Motor AC HPU1 (Amp)	Corriente salida MCC (Amp)	Corriente Entregada Gen 1 (Amp)
1	07:00	ARME BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE.	0	43	73	119
1	13:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	0	43	76	149
1	19:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	0	43	73	170
2	07:00	BAJANDO BOMBA ELECTRO SUMERGIBLE	0	43	81	201
2	13:00	DESMONTAJE SET DE PREVENTORAS	0	43	54	97
2	19:00	INSTALA CABEZA DE POZO	0	43	45	94
3	07:00	DESARME	0	0	0	0
3	13:00	DESARME	0	0	0	0
3	19:00	DESARME	0	0	0	0
4	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
4	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
8	07:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
8	13:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
8	19:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
9	07:00	INICIO PERFORACION	406	43	500	0
9	13:00	PERFORANDO	407	42	530	0
9	19:00	PERFORANDO	429	43	550	0
10	07:00	INSTALANDO PREVENTORA	0	42	220	170
10	13:00	ARME VHA 2 FASE	0	42	250	236
10	19:00	PRUEBA BHA	0	42	300	273
10	19:00	PERFORANDO	0	42	300	273
11	07:00	PERFORANDO	507	42	500	469
11	13:00	PERFORANDO	531	43	500	540
11	19:00	PERFORANDO	511	43	530	540
12	07:00	PERFORANDO	511	40	520	500
12	13:00	PERFORANDO	562	40	500	570
12	19:00	PERFORANDO	522	40	500	520
13	07:00	PERFORANDO	501	40	530	470

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	SPM MP2 NOV FL-1000	Voltaje entrada Motor MP1	Voltaje entrada Motor MP2	Corriente entrada Motor AC MP1 (Amp)
13	13:00	CIRCULANDO	492	40	330	310
13	19:00	SACANDO TUBERIA	0	40	190	0
14	07:00	SACANDO TUBERIA	0	40	170	0
14	13:00	REGISTRO ELECTRICO	0	43	190	0
14	19:00	BAJADA CASING	0	43	200	0
15	07:00	EN FONDO CASING,CIRCULANDO	388	40	280	337
15	13:00	ARME VHA 3 FASE	0	40	200	204
15	19:00	BAJAANDO VHA 3	0	420	280	570
16	07:00	BAJAANDO VHA 3	0	43	260	241
16	13:00	PERFORANDO	0	43	258	333
16	19:00	SACANDO TUBERIA	0	43	200	207
17	07:00	REGISTRO ELECTRICO	0	0	80	85
17	13:00	REGISTRO ELECTRICO	409	43	120	269
17	19:00	ARME BHA	0	42	220	170
18	07:00	BAJANDO LINER	0	42	230	270
18	13:00	MONTAGE CABEZA CEMENTACION	0	42	200	252
18	19:00	SACANDO TUBERIA	0	42	230	404
19	07:00	CIRCULANDO	0	0	490	387
19	13:00	BAJANDO TUBERIA	0	42	215	215
19	19:00	BAJANDO TUBERIA	0	42	195	275

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	Corriente Entregada Gen 2 (Amp)	Corriente Entregada Gen 3 (Amp)	CONSUMO DIESEL MTU 1 GLS x 24 H	CONSUMO DIESEL MTU 2 GLS x 24 H
1	07:00	ARME BOMBA ELECTROSUMERGIBLE.	0	0	0	0
1	13:00	BAJANDO BOMBA ELECTROSUMERGIBLE	0	0	0	0
1	19:00	BAJANDO BOMBA ELECTROSUMERGIBLE	0	0	536	0
2	07:00	BAJANDO BOMBA ELECTROSUMERGIBLE	0	0	0	0
2	13:00	DESMONTAJE SET DE PREVENTORAS	0	0	0	0
2	19:00	INSTALA CABEZA DE POZO	0	0	342	0
3	07:00	DESARME	0	0	0	0
3	13:00	DESARME	0	0	0	0
3	19:00	DESARME	0	0	181	0
4	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
4	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
4	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	62	62
6	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	179	0
7	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	245	0
8	07:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
8	13:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
8	19:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	365	0
9	07:00	INICIO PERFORACION	429	0	0	0
9	13:00	PERFORANDO	562	0	0	0
9	19:00	PERFORANDO	666	0	197	950
10	07:00	INSTALANDO PREVENTORA	0	0	0	0
10	13:00	ARME VHA 2 FASE	0	0	0	0
10	19:00	PRUEBA BHA	0	0	220	0
10	19:00	PERFORANDO	0	0	0	0
11	07:00	PERFORANDO	510	0	0	0
11	13:00	PERFORANDO	562	0	0	0
11	19:00	PERFORANDO	560	0	400	430
12	07:00	PERFORANDO	550	0	0	0
12	13:00	PERFORANDO	600	0	0	0
12	19:00	PERFORANDO	561	0	705	704
13	07:00	PERFORANDO	510	0	0	0
13	13:00	CIRCULANDO	365	0	0	0

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	Corriente Entregada Gen 2 (Amp)	Corriente Entregada Gen 3 (Amp)	CONSUMO DIESEL MTU 1 GLS x 24 H	CONSUMO DIESEL MTU 2 GLS x 24 H
13	19:00	SACANDO TUBERIA	262	0	874	874
14	07:00	SACANDO TUBERIA	150	0	0	0
14	13:00	REGISTRO ELECTRICO	150	0	0	0
14	19:00	BAJADA CASING	160	0	0	455
15	07:00	EN FONDO CASING,CIRCULANDO	0	0	0	0
15	13:00	ARME VHA 3 FASE	0	0	0	0
15	19:00	BAJAANDO VHA 3	0	0	305	0
16	07:00	BAJAANDO VHA 3	0	0	0	0
16	13:00	PERFORANDO	0	0	0	0
16	19:00	SACANDO TUBERIA	0	0	384	0
17	07:00	REGISTRO ELECTRICO	0	0	0	0
17	13:00	REGISTRO ELECTRICO	0	0	0	0
17	19:00	ARME BHA	0	0	380	0
18	07:00	BAJANDO LINER	0	0	0	0
18	13:00	MONTAGE CABEZA CEMENTACION	0	0	0	0
18	19:00	SACANDO TUBERIA	0	0	352	0
19	07:00	CIRCULANDO	0	0	0	0
19	13:00	BAJANDO TUBERIA	0	0	0	0
19	19:00	BAJANDO TUBERIA	0	0	334	0

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	CONSUMO DIESEL MTU 3 GLS x 24 H	CONSUMO DIESEL QSL-9 CAMPAMENTO GLS x 24 H	CONSUMO DIESEL CAT-3406 CAMPAMETO GLS x 24 H	CONSUMO DIESEL 6-CT MINICAMP GLS x 24 H
1	07:00	ARME BOMBA ELECTROSUMERGIBLE.	0	0	0	0
1	13:00	BAJANDO BOMBA ELECTROSUMERGIBLE	0	0	0	0
1	19:00	BAJANDO BOMBA ELECTROSUMERGIBLE	0	0	119	0
2	07:00	BAJANDO BOMBA ELECTROSUMERGIBLE	0	0	0	0
2	13:00	DESMONTAJE SET DE PREVENTORAS	0	0	0	0
2	19:00	INSTALA CABEZA DE POZO	0	0	119	121
3	07:00	DESARME	0	0	0	0
3	13:00	DESARME	0	0	0	0
3	19:00	DESARME	0	0	139	119
4	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
4	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
4	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0		
5	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
5	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	135	0
6	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
6	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	124	117
7	07:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	13:00	MOVILIZACIÓN	0	0	0	0
7	19:00	MOVILIZACIÓN	0	0	156	0
8	07:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
8	13:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	0	0
8	19:00	PRUEBAS DE MOTOR #3	0	0	125	109
9	07:00	INICIO PERFORACION	0	0	0	0
9	13:00	PERFORANDO	0	0	0	0
9	19:00	PERFORANDO	0	0	144	0
10	07:00	INSTALANDO PREVENTORA	0	0	0	0
10	13:00	ARME VHA 2 FASE	0	0	0	0
10	19:00	PRUEBA BHA	0	110	0	113
10	19:00	PERFORANDO	0	110	0	113
11	07:00	PERFORANDO	0	0	0	0
11	13:00	PERFORANDO	0	0	0	0
11	19:00	PERFORANDO	0	140	0	98
12	07:00	PERFORANDO	0	0	0	0
12	13:00	PERFORANDO	0	0	0	0
12	19:00	PERFORANDO	0	109	0	0
13	07:00	PERFORANDO	0	0	0	0

DIA	HORA	Operación (DRILLING, TRIPPING, BACK REAMING)	CONSUMO DIESEL MTU 3 GLS x 24 H	CONSUMO DIESEL QSL-9 CAMPAMENTO GLS x 24 H	CONSUMO DIESEL CAT-3406 CAMPAMETO GLS x 24 H	C ONSUMO DIESEL 6-CT MINICAMP GLS x 24 H
13	13:00	CIRCULANDO	0	0	0	0
13	19:00	SACANDO TUBERIA	0	130	0	112
14	07:00	SACANDO TUBERIA	0	0	0	0
14	13:00	REGISTRO ELECTRICO	0	0	0	0
14	19:00	BAJADA CASING	0	140	0	0
15	07:00	EN FONDO CASING,CIRCULANDO	0	0	0	0
15	13:00	ARME VHA 3 FASE	0	0	0	0
15	19:00	BAJAANDO VHA 3	0	115	0	120
16	07:00	BAJAANDO VHA 3	0	0	0	0
16	13:00	PERFORANDO	0	0	0	0
16	19:00	SACANDO TUBERIA	0	145	0	0
17	07:00	REGISTRO ELECTRICO	0	0	0	0
17	13:00	REGISTRO ELECTRICO	0	0	0	0
17	19:00	ARME BHA	0	130	0	120
18	07:00	BAJANDO LINER	0	0	0	0
18	13:00	MONTAGE CABEZA CEMENTACION	0	0	0	0
18	19:00	SACANDO TUBERIA	0	118	0	0
19	07:00	CIRCULANDO	0	0	0	0
19	13:00	BAJANDO TUBERIA	0	0	0	0
19	19:00	BAJANDO TUBERIA	0	131	0	105