



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE-RECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL
PROGRAMA INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA
SUBPROGRAMA INGENIERÍA DE PETRÓLEO**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
UNELLEZ**

AUTOR: Yenni Vega
C.I. 26.713.992

Tutor Académico: Ing. Jean Jiménez

Barinas, Junio de 2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE-RECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA
SUBPROGRAMA INGENIERÍA DE PETRÓLEO**

**APROVECHAMIENTO DEL GAS NATURAL COMO RECURSO
AUTOSUSTENTABLE PARA LA PRODUCCIÓN DE CRUDO EN LA
SUB-CUENCA BARINAS**

**Trabajo Especial de Grado presentado como requisito parcial para
optar por el título de: Ingeniero de Petróleo.**

Autor:

Yenni Vega

C.I. 26.713.992

Tutor Académico:

ING. Jean Jiménez

Barinas, Junio de 2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE-RECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA
SUBPROGRAMA INGENIERÍA DE PETRÓLEO**

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de Tutor (a) del Trabajo de Especial de Grado presentado por la ciudadana **Yenni Elisamar Vega Lizarazo, C.I. 26.713.992**, para optar al título de **Ingeniero de Petróleo**, considerando que este reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Barinas a los _____ días del mes de _____ de _____

Jean Jimenez

C.I: 15.072.348



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE-RECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA
SUBPROGRAMA INGENIERÍA DE PETRÓLEO**

**APROVECHAMIENTO DEL GAS NATURAL COMO RECURSO
AUTOSUSTENTABLE PARA LA PRODUCCIÓN DE CRUDO EN LA
SUB-CUENCA BARINAS**

Autor:

Yenni Vega

C.I. 26.713.992

Trabajo Especial de Grado aprobado en nombre de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" por el siguiente jurado, a los _____ días del mes de _____ de _____.

JURADO C.I.

JURADO C.I.

TUTOR C.I.

DEDICATORIA

A Dios primeramente, por darme la dicha de la vida, el poder disfrutar día a día de su maravillosa creación, caminar segura y enfrentar todas las alegrías y tropiezos con la cara en alto porque voy de su mano.

A mis padres, Henry Ibarra y Patricia Lizarazo, quienes han sido pilares fundamentales en mi vida, y en este recorrido, gracias por su paciencia, cariño, apoyo y amor incondicional.

A mis hermanos, que a pesar de nuestras diferencias siempre han estado allí conmigo apoyándome.

A mis abuelas Elsa Ardila, Luz Patiño y Ana Joya.

A mis abuelos Rafael Lizarazo y Ovidio Ibarra, DIOS los tenga en su gloria

A mi tíos (as) Lorena, Eloisa, Leidy Katherine, Ferney, Fernando, Rafael y demás familiares.

A los Profesores, Franklin Vergara, Jean Jiménez, José Medina, Deivis Gonzales, por su ayuda en cada momento durante todo mi recorrido académico, tanto dentro como fuera de nuestra casa de estudios, no solo como profesores sino como amigos que han hecho parte de mi crecimiento y enseñanza académica y personal.

Jenni Vega

AGRADECIMIENTO

Primeramente, gracias a DIOS por el obsequio de cada nuevo amanecer y cada segundo de vida que hoy en día aún tengo, por su voluntad al permitirme formar parte de este mundo terrenal.

La realización de este trabajo fue llevado a cabo con dedicación y entusiasmo, ya que es uno de los resultados de tantas luchas, sacrificios, experiencias con sus respectivas enseñanzas, para así dar por terminado este ciclo académico.

Agradecida con mis padres, quienes a pesar del largo recorrido que hemos transitado juntos desde el momento que me trajeron al mundo, siempre han estado allí, en ocasiones a punto de desmayar, pero aun así luchando día a día por un mejor porvenir para sus hijos y ellos, con esmero y sacrificio nos han sacado adelante a sus 5 hijos (Yenni, Ingris, Henry, Yancli, Leudis), dando una buena educación desde casa, enseñándonos a ser personas de bien y brindándonos la oportunidad de salir adelante en los estudios, inculcándonos que "Luchar por lo que queremos lograr, las metas, triunfos y éxitos no es fáciles, pero tampoco imposible". A pesar de que ustedes no tuvieron la posibilidad de obtener ciertos niveles de educación académica, uno de sus grandes esmeros es que nosotros estudiemos para que en un mañana tengamos un buen porvenir. Son tantas las adversidades que juntos como familia hemos sabido manejar y así superar y aunque en un principio este momento le veíamos lejos, es aquí donde les empiezo a demostrar que una vez más, esa meta planteada, se ha convertido en realidad.

Gracias a mi padre Crisanto Vega por darme la vida, DIOS lo tenga en la gloria, a mis hermanos paternos gracias por todo.

A mis hermanos menores, espero ser un ejemplo de dedicación y superación siendo su hermana mayor, que Dios los ilumine para que hagan realidad todas sus aspiraciones.

A gradecida con mi familia materna, quienes a pesar de la distancia que nos separa, nunca se han apartado de mi familia, ni perdido la fe en nosotros, apoyándonos en todo momento incondicionalmente con ese amor familiar que en ocasiones colocamos en tela de juicio, sin embargo, siempre unidos como familia.

A mi tutor Jean Jiménez y colaboración de Franklin Vergara, gracias por su ayuda brindada para la elaboración este trabajo de grado, dando una vez más su aporte de conocimientos a sus tutoriados, instruyéndome en todo momento para que esta labor se realizara con éxito.

Eilen Alvarado, amiga con las que siempre he contado, Annys Villadiego, más que mi mejor amiga te considero como una hermana, juntas hemos luchado para lograr nuestros objetivos ,que aunque no siempre son los mismos, el propósito es llegar a esta meta, una de las tantas aun por cumplir. Ustedes me has tendido la mano en todo momento ayudándome a tomar impulsos nuevamente y seguir mi lucha.

Gracias a todos por cada granito de arena que me aportaron día a día, algunos a pesar de la distancia que nos separa, siempre que he necesitado de ustedes han estado allí, muchas veces hay que hacer sacrificios para hacer realidad las metas y éxitos que planeamos, pero Todo en nombre de DIOS porque él nunca abandona a sus hijos.

Por último agradecer a todas aquellas personas quienes de una u otra manera insistieron en que no lo lograría, pues fueron unas de mis tantas motivaciones para seguir adelante, y demostrar que el que quiere puede, quizás no siendo la mejor, pero si para aprender en este andar y dejar la enseñanza porque no hay cosa más bonita que la humildad.

Dios los bendiga y multiplique todos sus deseos en vida, salud, y prosperidad.

Yenni Vega

INDICE GENERAL

	PP.
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
LISTA DE TABLAS	IX
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE GRAFICOS	XI
RESUMEN.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL Problema.....	4
Planteamiento del Problema.....	4
Objetivos de la Investigación.....	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos	6
Justificación de la Investigación.....	7
Alcances y Limitaciones.....	8
Alcances.....	8
Limitaciones.....	8
CAPÍTULO II: Marco Contextual	9
Área de la Investigación.....	9
Antecedentes del Estudio.....	9
Marco Teórico.....	13
Mapa de Variables.....	52
Normativa y Aspectos Legales.....	53
CAPÍTULO III: Marco Metodológico	60
Tipo de Investigación.....	60
Metodología.....	61
Población y Muestra.....	61
Técnicas, Instrumentos y Materiales aplicados en la recolección de datos.....	62
CAPÍTULO IV: Análisis de los Resultados.....	65
Presentación.....	65
CAPÍTULO V: Conclusión y Recomendaciones.....	84
Conclusión.....	84
Recomendaciones.....	86
Referencias Bibliográficas.....	87
Anexos.....	89

LISTA DE TABLAS

	pp
1 Poderes caloríficos de sustancias combustibles	27
2-3 .Especificaciones de combustible marino, norma ISO 8217.2010	29
4 Características típicas del gas natural.	32
5 Clasificación de motores a combustión interna	34
6 Mapa de variables	52
7 Pozos de producción perforados	67
8 Pozos de producción en el año 2012	67
9 Estaciones de flujo y respectivos campos	68
10 Métodos de bombeo en respectivos campos	70
11 Historial de pozo, 2012.	72
12 Consumo de gas en planta Termobarranca y rendimiento en MW	77

LISTA DE FIGURAS

	pp
1. Esquema de interpretación de un yacimiento de gas asociado.	14
2. Esquema de interpretación de un yacimiento de gas no asociado.	15
3. diagrama de tratamiento y procesamiento del gas natural	17
4. usos del gas natural.	18
5. Red nacional de gasoductos, conformada por tres sistemas principales: centro, oriente y occidente	23
6: Wärtsilä dual-fuel series engines.(Wärtsilä, ship poder engines,2015)	40
7: Motores dual fuel Hyundai, (Hyundai heavy industries, 2015).	42
8: Caterpillar dual fuel engine, mal modelo 7cm46df.	43
9: Central hidroeléctrica simón bolívar	44
10: Motor wartsila, refinería batalla de santa Inés	47
11: PlantaTermobarranca	49

LISTA DE GRAFICOS

	pp
1: Pozos en Distrito Barinas	69
2: Sistema de Bombeo	71
3: Demanda de energía en Subcuenca	73
4 Consumo de LFO (gasoil) en los campos	76



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE-RECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA
SUBPROGRAMA INGENIERÍA DE PETRÓLEO**

**APROVECHAMIENTO DEL GAS NATURAL COMO RECURSO
AUTOSUSTENTABLE PARA LA PRODUCCIÓN DE CRUDO EN LA
SUB-CUENCA BARINAS**

POR AUTOR: Br Yenni Vega
C.I: 26.713.992

TUTOR (Académico): Ing. Jean Jiménez
Junio , de 2019.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo Estudiar la factibilidad técnica del Gas Natural como recurso autosustentable en la producción de crudo en la sub-cuenca Barinas División Boyacá, teniendo como propósito la identificación de demanda de energía necesaria para mantener la misma, así como determinar el consumo de LFO (gasoil) y gas en los campos a los que se les suministra energía para tal fin, valorando de esta manera la potencialidad de los generadores eléctricos para su conversión de combustible diesel a gas y así dar a conocer los beneficios de la generación de energía a gas natural para tal propósito. Se debe mencionar que esta investigación se apoya en la técnica de revisión documental y de campo fundamentada en lo exploratorio, descriptivo y explicativo; la población estuvo conformada por 13 campos petroleros con distintos sistemas de bombeo y una muestra de 2 campos siendo estos Borburata y Sinco. Se utilizó como técnica la revisión documental y observación participante y como instrumento la entrevista, siendo esta una entrevista estructurada conformada por preguntas abiertas. Los resultados evidencian que los equipos existentes en la industria petrolera, específicamente los ubicados en el estado Barinas, deberían de llevar a cabo la contabilidad de pies cúbicos que se quema al ambiente. Sin embargo, este equipo solo fue puesto en función hasta el año 2017, el campo Borburata donde se quemaba un aproximado de 1-3 mmscfd "mil millones de pies cúbicos de gas", la cantidad es superior a la demanda de los motores wartsila para lograr la generación eléctrica necesaria en la Subcuenca Barinas, de esta manera evitando el suministro de diesel a dicho motor abaratando los costos de producción de crudo.

Palabras claves: Subcuenca, campos petroleros, gasoil, gas.

Correo: Yennivegave21@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas dos décadas, el gas natural ha aumentado su importancia en los mercados de comercialización de combustible, debido a la abundancia de yacimientos y el bajo precio del producto comparado con el petróleo. Su uso se mantiene en expansión a una velocidad mucho más rápida que el resto de combustibles fósiles, ya que adicionalmente, se considera al gas un tipo de energía menos dañina para el medio ambiente porque no genera las cantidades de dióxido de carbono que aportan los demás combustibles.

Conviene resaltar como prueba evidente del tardío interés de Venezuela por el gas natural, que hasta el año 1969 no se aprobó un Decreto por el que se regulaba la conservación de los recursos naturales provenientes de los hidrocarburos, cuyo objetivo principal era reglamentar el quemado del gas en los llamados mecheros.

Venezuela es uno de los países poseedores de la mayor potencia gasífera del mundo, la industria del gas natural en nuestro país presenta un proceso en franco crecimiento, ésta ha ido superándose del estado de abandono en el que se encontraba como subproducto de la explotación del petróleo. Una gran proporción de las reservas probadas de gas se caracterizan por estar asociadas al petróleo, por lo que gran parte de la producción de gas se inyecta o se ventea, considerando que no cuenta con una red de gasoductos interiores que proporcione gas a todas las regiones del país (sistema de distribución insuficiente), ni con una red de distribución adecuada que suministre gas a todas las industrias que lo necesitan en aquellas regiones donde sí hay gas.

El impulso que ha tomado este recurso natural obedece a su utilización en la generación de electricidad y al desarrollo de la industria petroquímica. La exploración y la explotación del gas, ya sea de manera asociada a los yacimientos petrolíferos o de forma independiente, tiene una enorme importancia por los nuevos descubrimientos de reservas que sitúan a Venezuela como uno de los principales suplidores energéticos a

nivel mundial, lo que permite repotenciar el negocio gasífero de forma local e internacionalmente.

Aunado a esto, los requerimientos de consumo de combustible en Venezuela siguen aumentando con el paso de los años debido al incremento de la demanda de muchos servicios, dentro del sector eléctrico en específico y como consecuencia el Estado ha venido implementando combustibles costosos como diesel y fuel oil a termoeléctricas como un intento para satisfacer la demanda eléctrica, aunque se pudiera utilizar otros combustibles alternativos como el gas, el cual abarataría los costos. Adicionalmente se han tenido que construir nuevas plantas termoeléctricas, así como la ampliación de las existentes.

Este combustible, es considerado como el componente esencial de la matriz de energía primaria de la nación, combustible y materia prima importante en todos los sectores de la economía venezolana, el cual tiene un rol fundamental interviniente en los Planes de Desarrollo Nacional y Regional. Desde hace décadas, el motor de la economía venezolana ha sido el petróleo, “despreciando” el potencial de sus recursos gasíferos.

De esta manera y siguiendo con el mismo orden de ideas de acuerdo al enfoque de la investigación, se desarrolla de la siguiente manera:

Capítulo I contempla el planteamiento del problema, los objetivos de la investigación y justificación donde se explica en relación a los objetivos propuestos, el aporte de la investigación a la actualidad.

El Capítulo II está designado por el marco contextual en el cual se evidencia el área de la investigación, los antecedentes que presentan un aporte a la investigación, los aspectos documentales denominado marco teórico, el sistema de variable de variable y bases legales.

El capítulo III donde se hace referencia al proceso metodológico por el cual se desarrollan una serie de procedimientos para alcanzar los objetivos del estudio planteados.

El capítulo IV donde se dan a conocer dichas conclusiones y recomendaciones de acuerdo a todos los aspectos abordados durante el proceso de la investigación.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde sus inicios la industria petrolera demanda costos para la producción de hidrocarburos, sin embargo, se han buscado técnicas para disminuir los mismos, pero el mayor esfuerzo es direccionado a los proceso de perforación y producción.

Arabia Saudita siendo uno de los pioneros en el mundo de la explotación petrolera, hace parte de los países que genera menores costos para llevar a cabo la producción de crudo desde el yacimiento a superficie. Lo que no ocurre en el proceso general, ellos han logrado comprender la importancia del eslogan de que cada acción cuenta en la industria, Con la intención de producir un barril a menor precio (Arabia: 10\$/b: 2014).

Canadá es otro ejemplo de países con reserva de arenas petrolíferas, cuyo coste de extracción es muy elevado porque su crudo mayoritariamente es pesado, es más difícil y costoso de extraer porque se necesita de disolventes para poder hacerlo circular.

En Venezuela la producción de crudo está estrechamente vinculada a la utilización de generadores eléctricos, los cuales brindan la energía necesaria en los procesos de producción del mismo, pero la utilización de gasoil (LFO) como combustible para dicha generación incrementa el costo.

En el Estado Barinas la producción de crudo mayormente se extrae utilizando generación eléctrica, y a su vez el gas producido por el mismo es desaprovechado una vez separado del crudo, siendo venteadado al ambiente.

Es los campos de la sub-cuenca Barinas se cuenta con una central eléctrica impulsada mediante la utilización de combustible fósil, capaz de

abarcando la demanda de energía necesaria para que los equipos puedan funcionar y llevar a cabo el proceso de producción.

Algunas fallas que se pueden presentar son mecánicas, o eléctrica lo cual crea la suspensión de la generación eléctrica por las fallas antes mencionadas, pero si se logra convertir el sistema de combustión diesel a combustión a gas, el 70% de las fallas desaparecerían, al tener un constante suministro que aun no se ha explotado para tal fin, con el beneficio de que es energía limpia, amigable con el medio ambiente y más ligero que el aire.

Es la fuente de energía convencional más limpia y menos contaminante y la única de ellas que puede compatibilizar el progreso económico e industrial con la preservación del medio ambiente, ya que en su combustión se produce un porcentaje mucho menor de dióxido de carbono y de dióxido de nitrógeno, no emite partículas sólidas ni cenizas y las emisiones de dióxido de azufre son prácticamente nulas, en comparación con otras fuentes de energía como el carbón y el petróleo y sus derivados.

Por ello es de suma importancia proponer la utilización de gas natural como recurso autosustentable en la producción de crudo en la subcuenca Barinas División Boyacá surgiendo así las siguientes interrogantes:

¿Es factible el uso del gas natural en la Subcuenca Barinas?

¿Cuál será la demanda de energía necesaria para la producción de crudo en esta Subcuenca?

¿Que cantidad de combustible se necesitan para suministra energía en la producción de crudo?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la factibilidad técnica sobre el uso del Gas Natural como recurso autosustentable para la producción de crudo en la Sub-cuenca Barinas División Boyacá

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar la demanda de energía necesaria para la producción de crudo en la Sub-Cuenca Barinas División Boyacá.
2. Determinar el consumo de LFO (diesel) y gas en los campos a los que se les suministra energía para la producción de crudo.
3. Valorar la potencialidad de los generadores eléctricos para su conversión de combustible diesel a gas.
4. Evaluar las ventajas y beneficios para el uso del gas natural como recurso autosustentable en la Sub-Cuenca Barinas.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Venezuela en este momento atraviesa por una crisis, la cual afecta todo el acontecer de la vida productiva del mismo, la industria petrolera no escapa de esta realidad. Debido al incremento en los costos de la materia prima e insumos necesarios en el mantenimiento de máquinas y equipos lo cual plantea un nuevo norte, este se traduce a la minimización de estos costos.

La generación de energía necesaria para la operatividad dentro de los campos petroleros actualmente se hace mediante la utilización de moto generadores con una capacidad trivalente, es decir; pueden funcionar con tres tipos de combustible HFO, LFO y GAS, siendo el ultimo el más económico, ecológico y de menos mantenimiento, el cual se acerca al objetivo de nuestra industria mínimo costo máximo rendimiento.

A nivel práctico y metodológico el gas al ser un fluido noble ha permitido la implementación de aplicaciones como son los procesos de cogeneración y producción de electricidad con ciclos combinados de alta eficiencia, están dando su impulso al sector aumentando el rendimiento de la energía y simultáneamente reduciendo la contaminación ambiental, dando importancia el proceso de Gestión Ambiental. Además de Contribuir con el desarrollo del país, en concordancia con las directrices emanadas del Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo, las directrices establecidas en el Plan de desarrollo económico y social de la nación, y las políticas del Plan Nacional de Gas.

No obstante por medidas de seguridad de la empresa suele no permitir el acceso a personal no calificado ni mucho menos personas ajenas a la empresa , sin embargo, se mantiene un estricto control sobre los campos petroleros desde las estaciones de flujo, lo cual permite desarrollar la investigación como si se estuviera en cada campo justificado la misma.

ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

La investigación dentro de sus alcances busca aplicar el aprovechamiento del gas como recurso autosustentable para la generación eléctrica en los campos petroleros de la División Boyacá en el estado Barinas

LIMITACIONES

Las limitantes con las que se puede encontrar en estos aspectos, es:

- a) Acceder directamente a las instalaciones de generación debido a políticas de seguridad de la empresa.
- b) Disponibilidad de información por parte del personal colaborador.

CAPITULO II

MARCO CONTEXTUAL

ÁREA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación tiene como área de estudio el sistema de generación eléctrica (modo isla) en la sub-cuenca Barinas, la cual ocupa un área territorial de aproximadamente 162.645km². Ésta cuenta con sistemas de bombeo (Mecánico y BES), cuyos equipos tienen consumos diferentes de amperios, brindando abastecimiento de electricidad a los campos: Mingo, Hato viejo, Sinco, Área 16, Silvestre, Silvan, Maporal, Torunos, Borburata, Bejucal, Caipe y Obispo.

ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Los antecedentes más relevantes que describen esta investigación son los presentados a continuación:

Fernando Montaña Guzmán, Santiago, Chile. **(2016)**, Titulo “**Centrales de generación basada en motores de combustión interna de doble combustible y su aplicación en el sector industrial**”, cuyo objetivo fue realizar una investigación técnico económica de las ventajas, desventajas y oportunidades de la tecnología de generación de doble combustible basada en motores de combustión interna con combustible Diesel & Gas. La metodología implementada fue focalizada en la investigación bibliográfica de diferentes canales de información los cuales abarcaran aspectos técnicos, operacionales, económicos, tecnológicos, y regulatorios para la búsqueda de las ventajas y desventajas que podrían presentarse en la aplicación de centrales de generación con motores de

combustión interna de doble combustible (Gas Natural-Diesel) tanto para la autoproducción o provisión de energía.

Vladimir Silva Leal, Bogotá, Colombia (2014), Título: **“Estudio y evaluación del comportamiento energético del motor de un conjunto moto generador operando con gas licuado de petróleo (GLP) de alto butano”**. Cuyo objetivo fue realizar el estudio y la evaluación del comportamiento energético del motor térmico de encendido provocado (MEP) de un motogenerador utilizado en facilidades de campos petroleros, operando con GLP de alto butano. Buscando obtener un mejor comportamiento energético con este combustible se prueba el ajuste de ciertos parámetros observándose el impacto en la eficiencia. El ajuste de los parámetros del motor para su operación más eficientemente con GLP, abre la oportunidad de continuar con esta investigación para su posible uso tanto en campos petroleros como en zonas apartadas del país.

RILIMAR CÁCERES e ISABELLA MALLÓN, Puerto La Cruz (2011), Título: **“Evaluación de la factibilidad del uso del gas natural vehicular como una alternativa energética para disminuir la contaminación ambiental por emisiones peligrosas”**. Cuyo objetivo fue Evaluar la factibilidad del uso del gas natural vehicular como una alternativa energética para disminuir la contaminación ambiental por emisiones peligrosas. Para evaluar la factibilidad del uso del GNV se estudiaron las propiedades físico-químicas tanto de la gasolina como del combustible gaseoso, resultando que el GNV proporciona mayor relación de compresión y un mayor octanaje y poder calorífico, haciéndolo más atractivo que el combustible líquido desde el punto de vista de eficiencia y seguridad. Con respecto a las emisiones de escape, el GNV resulta menos contaminante que los combustibles fósiles como la gasolina y el diésel, debido a que este está compuesto principalmente por metano, que es un gas por naturaleza y por ende le permite mezclarse más fácilmente

con el aire para formar mezclas homogéneas, que al quemarse resultan más inocuas que las originadas por los carburantes líquidos.

José Sánchez (2013), Título: **“Gas natural como alternativa para la liberación de combustibles líquidos usados en la generación eléctrica del estado Zulia”**. Cuyo objetivo fue determinar la factibilidad de usar gas natural (GNL o GNC) como fuente de suministro a las plantas de generación eléctrica en el Estado Zulia para la liberación de combustibles líquidos que permitan una mejor rentabilidad a la nación. Para ello realizó un análisis detallado de la situación actual de oferta y demanda de gas natural del país y la región tanto en la actualidad (2012) como a mediano plazo (2017), de acuerdo a fuentes oficiales. Partiendo de la necesidad identificada y la no posibilidad de satisfacer dicha demanda a mediano plazo con los proyectos programados por la nación.

Los antecedentes expuestos permiten demostrar que el tema sobre la utilización del gas no es una innovación, sin embargo, siempre se busca obtener beneficios a largo plazo. En esta oportunidad son la base para el desarrollo de esta investigación donde se propone usar el gas natural que de una u otra manera está siendo desaprovechado en la sub-cuenca Barinas. La relación de este tema en base a la carrera de ingeniera de petrolero es que de igual manera se considera un componente que forma parte de los hidrocarburos existentes en los yacimientos asociados que se pueden localizar en la zona.

MARCO TEORICO

El término gas, describe el estado físico de una materia que no tiene forma ni volumen propios. Lo que significa que el gas se adapta a la forma y volumen del recipiente que lo contiene. Puesto que todas las sustancias pueden adoptar el estado gaseoso, según la temperatura y presión que se les aplique, el término gas se emplea a las sustancias que existen en estado gaseoso en condiciones llamadas normales o estándar, es decir, a temperaturas y presiones normales (CNPT). Estas condiciones en el Sistema Británico de Unidades corresponden a una presión de 14,73 libras por pulgadas al cuadrado (lpca) y una temperatura de 60 °F o 520 °R y, desde luego en esas condiciones una libramol del gas ocupara un volumen de 379,63 (PCN/lbmol).

1- ORIGEN GEOLÓGICO DEL GAS NATURAL

Es semejante y en algunos casos igual al del petróleo. Existen dos (2) teorías fundamentales que explican su origen, tales como: la teoría biológica y la teoría no biológica.

La teoría biológica sostiene que el gas fue formado durante el período carbonífero de la formación de la Tierra, hace 280 a 345 millones de años, por la descomposición de las plantas y animales que murieron y cuyos restos fueron arrastrados a las profundidades de antiguos lagos y océanos; dicha teoría señala que mucha de esa materia orgánica fue descompuesta por el aire u oxidada y se perdió en la atmósfera, pero otra fue enterrada antes de que se marchitara y depositada en aguas estancadas libres de oxígeno, que previnieron su oxidación. Con el paso del tiempo, la arena, el lodo y otros sedimentos arrastrados por las corrientes se compactaron en las rocas. Estos estratos apilados, causaron que la materia orgánica quedara preservada en las rocas sedimentarias y éstas, por su peso, crearon presiones y calor lo que originó el cambio de

ese material orgánico en gas y petróleo. La temperatura es el factor principal en la formación de este hidrocarburo y de allí es que se conoce el gas biogénico o microbiano, casi metano puro.

En cambio, la teoría no biológica sostiene que el gas fue formado cuando el carbón transportado a la Tierra por meteoritos, depositó abundante hidrógeno en la atmósfera originando la formación de hidrocarburos los cuales se calentaron produciendo metano.

2- Composición Básica del Gas Natural:

La composición básica del gas natural indica que es una mezcla de hidrocarburos constituido principalmente por metano (CH_4), que se encuentra en yacimientos con gas en solución o en fase gaseosa con el crudo, que en este caso se denomina gas asociado, o bien, en yacimientos que no contienen petróleo, que en este caso es gas no asociado.

El gas natural tiene también una serie de contaminantes, las principales impurezas son:

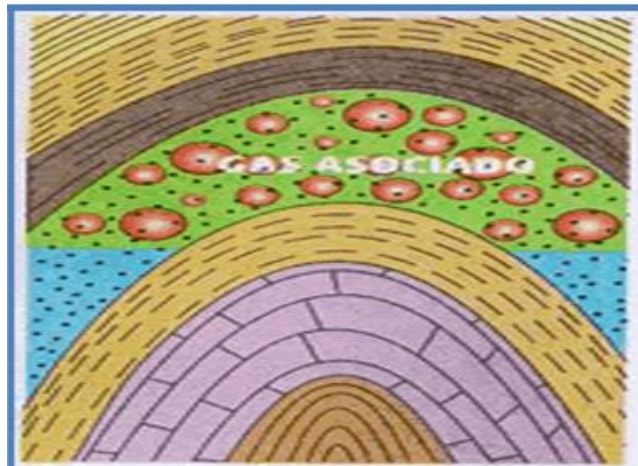
- a.- Sulfuro de Hidrógeno (H_2S)
- b.- Monóxido de Carbono (CO)
- c.- Dióxido de Carbono (CO_2)
- d.- Sulfuro de Carbonilo (COS)
- e.- Disulfuro de Carbono (CS_2)
- f.- Mercaptanos (RSH)
- g.- Nitrógeno (N_2)
- h.- Agua (H_2O)
- i.- Oxígeno (O_2)
- j.- Mercurio (Hg)

3- Clasificación del Gas Natural

Gas asociado.

Este es un gas natural que se ha extraído de los yacimientos junto con el petróleo, partiendo del postulado que donde hay petróleo, hay gas. Más del 90% de las reservas de gas natural del país es de gas asociado. Se considera que en los yacimientos se forman capas de gas.

Figura 1. Esquema de interpretación de un yacimiento de gas asociado.



Fuente: <https://www.google.com/search?=yacimientos+de+gas>

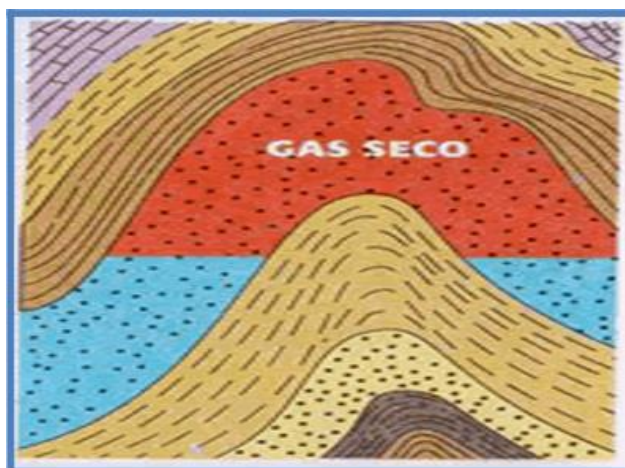
Gas no asociado

Este es un gas que solo está unido con agua en yacimientos de gas seco. En los yacimientos de gas seco la mezcla de hidrocarburos permanece en fase gaseosa a condiciones de yacimiento y superficie. Sin embargo, en algunas oportunidades se forma una pequeña cantidad de líquidos, la cual no es superior a diez barriles normales de hidrocarburos líquido por millón de pies cúbicos normales de gas (10 BN/ MM PCN).

- a) Su temperatura inicial excede la temperatura cricondentérmica.
- b) Están constituidos por metano, con rastros de hidrocarburos superiores.

- c) Están constituidos por hidrocarburos que, aun en superficie y a presión y temperatura de tanque, no condensan.
- d) Posee alta energía cinética de sus moléculas y baja atracción de las mismas.

Figura 2. Esquema de interpretación de un yacimiento de gas no asociado.



Fuente: <https://www.google.com/search?=yacimientos+de+gas>

4- PROCESAMIENTO DE GAS NATURAL

El objetivo del procesamiento del gas natural es eliminar los contaminantes, incluyendo los componentes corrosivos (agua y gases ácidos, sobre todo el Sulfuro de Hidrógeno por su carácter contaminante), los que reducen el poder calorífico, como (Dióxido de Carbono y Nitrógeno) y los que forman depósitos sólidos a bajas temperaturas, como (el agua y Dióxido de Carbono), para después separar los hidrocarburos más pesados que el metano, que constituyen materias primas básicas para la industria petroquímica.

Las etapas normales en el procesamiento del gas natural son:

- a) La deshidratación (eliminación de agua, usualmente con adsorbentes sólidos, como alúmina o mallas moleculares).

- b)** El endulzamiento (eliminación del Sulfuro de Hidrógeno y Dióxido de Carbono con soluciones absorbentes).
- c)** La recuperación criogénica de etano e hidrocarburos más pesados (condensación de estos componentes a bajas temperaturas, del orden de 212 grados F, y destilación fraccionada de los líquidos condensados).

Otras etapas complementarias son:

- a)** El fraccionamiento de los hidrocarburos recuperados y la conversión del ácido sulfhídrico a azufre H_2S a (S) en forma líquida o sólida,
- b)** La extracción de los líquidos del gas natural, es un proceso de gran importancia,
- c)** La compresión del gas,
- d)** El transporte y almacenamiento.

La eficiencia de todos estos procesos está totalmente relacionada con la eficacia del proceso de separación gas-petróleo. Siendo factible hablar de la planta universal, en la cual lo que acontece en una de las partes del sistema afecta por igual a los otros equipos o subsistemas que integran el conjunto.

5- Industrialización y Tratamiento de Gas Natural

El proceso desde la extracción hasta la utilización, comprende una serie de etapas, por ejemplo: Obtención; Tratamiento, Compresión; Transporte; Almacenaje; Regulación de las Presiones; Distribución; Medición y Utilización. Cada una estas etapas encierra una serie de procesos, además de una técnica, las cuales han ido evolucionando con el crecimiento y perfeccionamiento de la industria del gas natural. El tratamiento e industrialización del gas natural, juegan un gran papel en el

desarrollo de la industria del gas, ya que contar con procesos de alta tecnología y eficiencia de estos procesos permitirá un mejor desarrollo.

Figura 3. Diagrama de tratamiento y procesamiento del gas natural



Fuente: <https://www.researchgate.net-Esquema-simplificado-de-procesamiento-de-gas-natural>

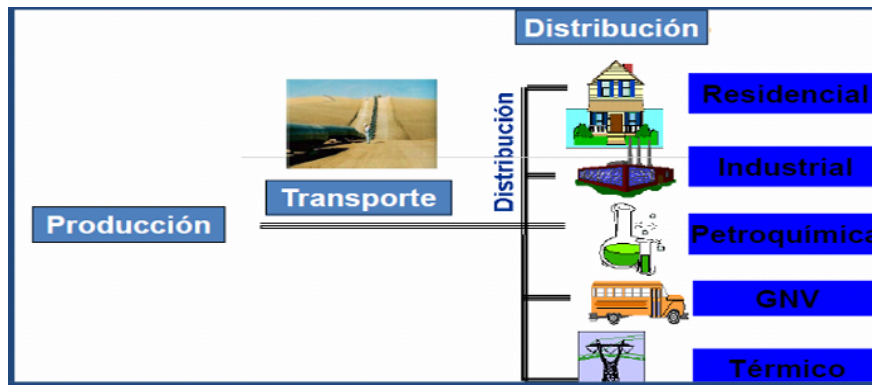
El tratamiento del gas natural es el conjunto de operaciones que se realizan para dejar el fluido en condiciones de entrada a la planta de fraccionamiento, en las cuales se realiza la partición de la mezcla.

6- Principales usos del gas natural

El gas natural es una fuente de energía versátil que puede ser utilizada en ámbitos muy variados, se puede emplear como combustible para abastecimiento de calor, generación de electricidad y de fuerza motriz; como materia prima en las industrias siderúrgica, químicas, petroquímicas y de fertilizantes. En el área de transporte se utiliza como sustituto del diesel oíl, de la gasolina y del alcohol. Estos factores permiten el uso del producto en diversos segmentos, en concordancia con las determinaciones ambientales y contribuyendo eficaz y eficientemente con

el control de los procesos, seguridad y calidad. Por ende, el gas natural participa directa o indirectamente en la vida de toda la población.

Figura 4. Usos del gas natural.



Fuente: <https://es.slideshare.net/energia/usos-del-gas-natural>

a) Uso doméstico

El gas natural utilizado en las residencias recibe el nombre de gas residencial o doméstico, comúnmente es aplicado para cocinar, lavar, secar o calentar el agua. Además, los electrodomésticos se mejoran cada día con el fin de emplear el gas natural de forma más económica y segura. Los costos de mantenimiento de los materiales que funcionan con gas son generalmente más bajos que los de otras fuentes de energía.

b) Uso industrial

Utilizado como combustible, el gas natural proporciona una combustión limpia, libre de agentes contaminantes, ideal para procesos que exigen la quema en contacto directo con el producto final, como por ejemplo, en la industria de cerámicas y en la fabricación de vidrio y cemento. El gas natural también puede ser utilizado como reductor siderúrgico en la fabricación de aceros y en sus formas más variadas, como materia prima

en la industria petroquímica, principalmente para la producción de metanol y en la industria de fertilizantes, para la producción amoniaco y urea. Puede ser igualmente utilizado para el reciclado de residuos para la incineración, el secado, la deshumidificación, la calefacción, la climatización y la cogeneración.

c) Generación de electricidad

Las compañías de electricidad y los proveedores independientes de energía emplean cada vez más el gas natural para alimentar sus centrales eléctricas. Generalmente las centrales que funcionan con gas natural tienen menores costos de capital, se construyen más rápidamente, funcionan con mayor eficiencia y emiten menos polución que las centrales que utilizan otros combustibles fósiles. Los avances tecnológicos en materia de diseño, la eficacia y la utilización de turbinas de ciclo combinado, así como en los procesos de cogeneración, fomentan el empleo de gas natural en la generación de energía. Las centrales de ciclo combinado (CCGT) utilizan el calor perdido para producir más electricidad, mientras que la cogeneración del gas natural produce al mismo tiempo potencia y calor que son útiles tanto como para la industria como para los usuarios comerciales. Estas cogeneración reduce muy fuertemente las emisiones de gases contaminantes a la atmosfera, Hoy en día ya existen termoeléctricas operativas y otras se encuentran en construcción.

d) Combustible automotor

El gas natural surge como alternativa para combustible automotor por su bajo costo y el considerable rendimiento de este combustible, en especial en lo que se refiere al transporte público. Esto sin contar con los ahorros colaterales desprendidos del incremento de vida útil de elementos como bujías, sistemas de escape, carburador y aceites lubricantes que

la utilización del GNV (Gas Natural Vehicular) proporciona. El bajo costo del gas natural hace la gran diferencia, es un combustible muy seguro debido a que es más liviano que el aire y se disipa rápidamente eliminando la posibilidad de acumulaciones o formación de mezclas explosivas. Durante la combustión de hidrocarburos líquidos, se emana ciertos residuos sólidos y gases tóxicos, como el hollín, CO₂, SO_x Y NO_x. El sector transporte es la principal fuente de estos gases y presentan un incremento continuo de contaminación atmosférica. La sustitución de la gasolina y otros combustibles líquidos para automóviles por el gas natural como carburante, disminuye en gran magnitud la emisión de estos gases tóxicos y la generación de partículas sólidas.

e) Fuente de reinyección de gas a yacimientos petroleros.

Este proceso se realiza para mantener la presión en los yacimientos, ya que es de vital importancia reducir la presión de fondo(ya que si se aumenta o disminuye sería un obstáculo para la afluencia de fluidos), la cual se refiere a la presión medida en el fondo del hoyo o a cierta profundidad dentro del pozo, de forma de permitir una evaluación técnica de los yacimientos. En Venezuela, la presión de fondo es aproximadamente igual a la presión hidrostática. También es de importancia medir la presión de flujo, que se refiere a la presión que se mide en la superficie de un pozo, mientras produce. La presión de flujo es uno de los parámetros más importantes en la actividad evaluativa de los yacimientos), esto se realiza con el objetivo de incrementar la producción de petróleo a través de la recuperación secundaria

7- HISTORIA DEL GAS NATURAL EN VENEZUELA

La historia de este fluido es el resultado de un esfuerzo por lograr que este hidrocarburo sea de un uso racional. La producción de gas natural se viene registrando desde 1918, en ese año se produjo una

cantidad promedio de 8500 (m³/día), producción que ocurrió en la Jurisdicción de Maracaibo. Hasta 1932 todo el gas producido se arrojaba a la atmósfera, ya que no había justificación económica para su procesamiento y venta. Fue en 1932, cuando se comenzó a utilizar el gas, como materia prima de inyección en los yacimientos de Quiriquiri en el Estado Monagas. Los principales centros de explotación de gas natural en Venezuela se encuentran distribuidos en tres Cuencas Sedimentarias, que son: Maracaibo-Falcón; Barinas- Apure y Oriente-Margarita.

7.1- Evolución de la Industria del Gas Natural en Venezuela

En la evolución histórica de la producción y utilización del gas natural en Venezuela se consideran cuatro etapas:

Etapa I: Venteo y quema. Desde el inicio de la industria petrolera hasta mediados de los años 40, el gas asociado fue considerado como subproducto del petróleo al que se daba poco uso, por lo que era descargado a la atmósfera y quemado casi en su totalidad.

Etapa II: Conservación. La inyección de gas a los yacimientos tuvo lugar por primera vez en el país, en los campos de Quiriquire y Cumarebo en el año 1933, pero no es sino hasta 1945 cuando se inicia en gran escala la inyección del gas natural a los yacimientos para incrementar la recuperación de petróleo, con la puesta en operación de las grandes plantas de compresión e inyección de gas en el lago de Maracaibo (Tía Juana I y Lago gas II).

Etapa III: Industrialización. Desde 1975 hasta fines de los 90, se intensifican los esfuerzos por maximizar la utilización del gas en la industria petrolera, petroquímica y siderúrgica. En el sector eléctrico y manufacturero, se reemplazan los combustibles líquidos por gas natural.

Etapa IV: Apertura. A partir del año 1998, se inicia la apertura del negocio del gas, para incentivar la explotación y comercialización del gas. Con tal motivo se promulga la Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos en septiembre de 1999, permitiendo la participación del capital privado nacional e internacional en el negocio del gas.

Venezuela cuenta con vastas reservas probadas de gas natural por el orden de 195,24 BPC, ubicándonos como el octavo país del mundo con mayores reservas probadas de gas natural y el primero de América Latina, constituyendo un cuadro fuerte de oferta a largo plazo de este recurso estratégico. El 68% de esas reservas probadas se encuentran en la zona oriental del país, 20% en la zona occidental, 12% en la Faja y 2% en la zona sur del país. El 85% de estas reservas probadas de gas natural corresponden a gas asociado al petróleo y 15% de gas no asociado.

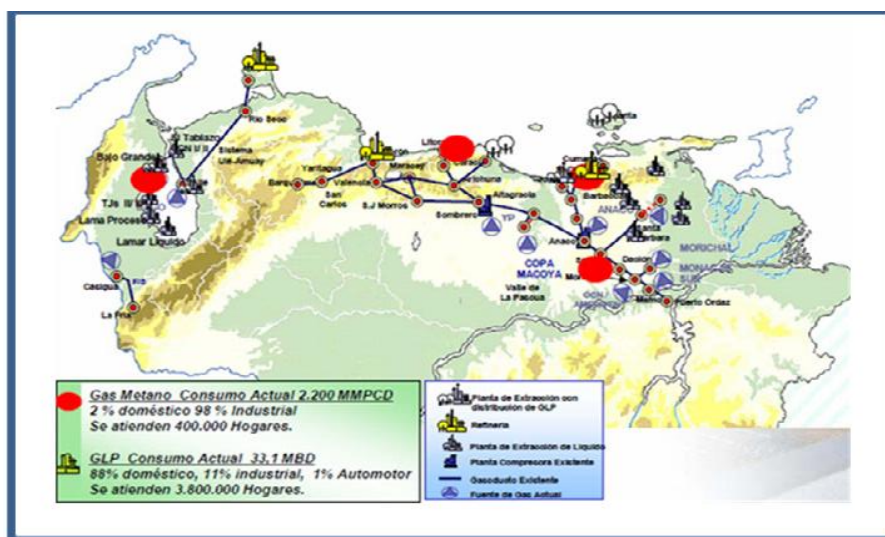
8- PRODUCCIÓN, RECOLECCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL GAS NATURAL EN VENEZUELA

Los campos productores de crudo y gas se ubican principalmente en el lago de Maracaibo y, en el oriente del país, en los estados Monagas, Anzoátegui y Guárico. La producción de estos campos se dirige hacia estaciones de flujo, donde se separa del crudo la corriente de gas natural. Estas corrientes se envían a través de gasoductos de recolección hacia los centros de tratamiento y compresión. Allí, el gas se somete a un proceso de deshidratación hasta lograr un contenido de vapor de agua equivalente a 7 Lb/MMPC. Posteriormente, es endulzado para eliminarle el contenido de azufre hasta alcanzar niveles de aproximación de 4 ppm de H₂S.

De los múltiples de segregación, ubicados en los centros de tratamiento, las corrientes del energético ya acondicionado, son

separadas en flujos de gas rico y pobre. Dependiendo del contenido de hidrocarburos condensables, el gas más rico se destina a plantas de extracción profunda de líquidos, el más pobre se envía a plantas de inyección para facilitar la recuperación de flujo remanente, y el restante, conjuntamente con el gas residual de las plantas de extracción, se destina a la venta, como gas metano, en el mercado interno a través de la red nacional de gasoductos. Esta red está integrada por varios sistemas de tuberías y plantas compresoras con una capacidad de transmisión de 217 millones de metros cúbicos diarios aproximadamente.

Figura 5. Red nacional de gasoductos, conformada por tres sistemas principales: centro, oriente y occidente



Fuente: <http://entodonoticias.com/pdvsa>

La red de centro y occidente se encarga de satisfacer el 77% del gas usado por el sector no petrolero, constituye la columna vertebral de la red de gasoductos nacional. Esta red tiene una capacidad de transmisión aproximada de 58 millones de metros cúbicos, donde el 52% corresponde al sistema Anaco–Barquisimeto, el 26% al Anaco– Puerto Ordaz, el 19% al Anaco– Puerto La Cruz y 3% a La Toscana – Maturín y Guárico – Cadafe Anaco. Estos sistemas están integrados por plantas compresoras

y tuberías de transporte y distribución, cuyos diámetros varían entre 4 y 36 pulgadas, con una longitud que supera los 3.800 kilómetros, de los cuales 68% corresponde a líneas de transmisión, 14% al sector de distribución doméstico y 18% a ramales y derivaciones de distribución industrial.

El sistema Anaco–Puerto Ordaz, suministra gas metano a las industrias básicas de Guayana. Tiene una longitud de 491 kilómetros y una capacidad de transmisión de 13.6 millones de metros cúbicos diarios. Lo componen dos líneas paralelas de 20 y 26 pulgadas de diámetro, y una tercera de 36 pulgadas de diámetro desde la estación de Mamo hasta Puerto Ordaz que cruza el Orinoco. El sistema Anaco – Puerto La Cruz, suministra gas para uso industrial en la región norte del estado Anzoátegui. Está formado por dos tuberías principales de 20 y 26 pulgadas de diámetro que finalizan en la refinería de Puerto La Cruz la primera y en la zona industrial de José, la segunda la cual es apoyada por una nueva tubería de 36 pulgadas implementada para satisfacer las demandas del condominio.

9- DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La demanda eléctrica de un sistema es la intensidad de corriente, o potencia eléctrica, relativa a un intervalo de tiempo específico, que absorbe su carga para funcionar. Ese lapso se denomina intervalo de demanda, y su indicación es obligatoria a efecto de interpretar un determinado valor de demanda. Estos intervalos de demanda, son típicamente de 15, 30 o 60 minutos.

Los lapsos de 15 o 30 minutos se aplican comúnmente en facturación, selección de la capacidad de equipos, estudios de balanceo y transferencia de carga. El intervalo de 60 minutos, permite construir “Perfiles de Carga Diarios” para el análisis de consumo de energía,

determinar el rendimiento de dispositivos, y también para elaborar un completo plan de expansión del sistema de distribución de energía eléctrica.

9.1- La carga

Un sistema de distribución de energía eléctrica es la parte terminal del sistema que convierte la energía eléctrica a otra forma de energía. Por ejemplo, un motor eléctrico convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Más aún, este concepto incluye a todos los artefactos que requieren de energía eléctrica para funcionar o realizar un trabajo. La suma de las intensidades o potencias de placa de todos los artefactos de consumo dependientes del sistema de distribución de energía eléctrica, o de una parte de él, constituyen su carga conectada (CC) y representa la máxima demanda posible de una instalación.

9.2 Perfiles de carga

Variará según el tipo de cliente (los ejemplos típicos incluyen residencial, comercial e industrial), y condiciones ambientales como la temperatura o el momento del año. Los productores de energía utilizan esta información para planificar la generación de electricidad necesaria en un momento dado.

10-COMBUSTIBLE

Es cualquier material capaz de liberar energía cuando se oxida de forma violenta con desprendimiento de calor. Supone la liberación de una energía de su forma potencial (energía de enlace) a una forma utilizable sea directamente (energía térmica) o energía mecánica (motores térmicos) dejando como residuo calor (energía térmica), dióxido de carbono y algún otro compuesto químico.

Entre los combustibles comburenciales se encuentran el gasóleo, el queroseno o la gasolina (o nafta) y entre los gaseosos, el gas natural o los gases licuados de petróleo (GLP), representados por el propano y el butano. Las gasolinas, gasóleos y hasta los gases, se utilizan para motores de combustión interna o en calderas.

La principal característica de un combustible es el calor desprendido por la combustión completa de una unidad de masa (kilogramo) de combustible, llamado poder calorífico, se mide en joules por kilogramo, en el sistema internacional (SI) (normalmente en kilojoules por kilogramo, ya que el julio es una unidad muy pequeña). En el sistema técnico de unidades, en calorías por kilogramo y en el sistema anglosajón en BTU por libra.

Tabla Nº1: Poderes caloríficos de sustancias combustibles

Combustible	MJ/KL	Kcal/Kg
Gas Natural	53,6	12800
Acetileno	48,55	11600
Propano	46,0	11000
Gasolina		
Butano		
Gasoil	42,7	10200
Fueloil	40,2	9600
Antracita	34,7	8300
Coque	32,6	7800
Gas de Alumbrado	29,3	7000
Alcohol de 95°	28,2	6740
Lignito	20,0	4800
Turba	19,7	4700
Hulla	16,7	4000

Fuente:<https://es.m.wikipedia.org/wiki/combustible>

Otra característica de los combustibles, en ciertos casos muy importantes, es la llamada temperatura de ignición, o temperatura a la que se desencadena la reacción de combustión anteriormente citada.

10.1 Combustibles fósiles

Químicamente, los combustibles fósiles son mezclas de compuestos orgánicos mineralizados que se extraen del subsuelo con el objetivo de producir energía por combustión. El origen de esos compuestos es materia orgánica que, tras millones de años, se ha mineralizado. Se consideran combustibles fósiles al carbón, procedente de la madera de bosques del periodo carbonífero, el petróleo y el gas natural, procedentes de otros organismos.

Entre los combustibles fósiles más utilizados se encuentran los derivados del petróleo: gasolinas, naftas, gasóleo, fuelóleo; los gases procedentes del petróleo (GLP): butano, propano; el gas natural, y las diversas variedades del carbón: turba, hullas, lignitos, entre otros.

10.2- COMBUSTIBLES UTILIZADOS EN LOS MOTORES DE DOBLE COMBUSTIBLE.

Existe una amplia variedad de combustibles utilizados en los motores a combustión interna de doble combustible, donde básicamente el combustible líquido es diesel o alguna variedad de combustible diesel pesado el cual es quemado al interior del cilindro junto a algún tipo de gas como ser Gas natural, Propano, Butano, Gas Licuado de petróleo, Biogás, Gas de relleno sanitario, entre otros.

a) Combustible Diésel (Comercial)

(Ocasionalmente también llamado gasoil) hierve en el intervalo de 175°C - 345°C, más alta que el queroseno o combustible para aviones, y mucho más alta que la gasolina. El intervalo de ebullición del diesel se superpone un poco con la del queroseno porque el combustible diésel comercial está hecho, generalmente, como una mezcla de varios tipos de destilados de petróleo.

b) Combustible Diésel Marino MDO o MDF

Es una mezcla de diferentes destilados medios derivados del proceso de refinación del petróleo crudo. Por lo general se compone de aceite ligero y pesado de gas, luz y aceite de ciclo pesado, así como gasóleo de vacío. Los componentes químicos son alquenos, alcanos cicloalifáticos y diferentes hidruros de carbono. El intervalo de ebullición es entre 200° C y ~500° C. Los nombres comerciales internacionales de combustibles destilados son ISO-F-DMX, DMA, DMZ, DMB. Estos tipos de combustibles se conocen como MDF (Combustible Diesel Marino). Las principales diferencias entre estos combustibles son sus viscosidades, densidades, así como su contenido de azufre.

Tabla N 2. Especificaciones de combustible marino, norma ISO 8217.2010

Parámetro	Unidad	Limite	DMX	DMA	DMZ	DMB
Viscosidad a 40°C	mm ² /s	Max	5.500	6.000	6.000	11.000
Viscosidad a 40°C	mm ² /s	Min	1.400	2.000	3.000	2.000
Micro de residuos de carbono el 10%de residuo	%m/m	Max	0.30	0.30	0.30	-
Densidad a 15°C	Kg/m ³	Max	-	890.0	890.0	900.0
Micro de residuos de	%m/m					0.30

carbono						
Azufre a	%m/m	Max	1.00	1.50	1.50	2.00
Agua	%v/v	Max	-	-	-	0.30 b
Total de sedimentos por la filtración	%m/m	Max	-	-	-	0.10 b
Punto de inflamación	0°C	Min	43.0	60.0	60.0	60.0
Punto de fluidez de verano	0°C	Max	-	0	0	6
Punto de fluidez de invierno	°C	Max	-	-6	-6	0
Punto frio	°C	Max	-16	-	-	-
Estabilidad a la oxidación	g/m3	Max	25	25	25	25c

Fuente: <https://www.powermarine.com.ar/herramientas.htm>

c) Combustible Diésel Pesado HFO

También conocido como "combustible residual", se basa en la alta viscosidad, de aspecto similar al alquitrán, que resulta de la destilación y posterior craqueo de petróleo crudo con el fin de producir productos de hidrocarburos más ligeros, como la gasolina, el combustible diesel destilado y combustible para calefacción o materia prima para lubricantes. Los componentes principales son alcanos, cicloalcanos y diferentes hidruros de carbono. El intervalo de ebullición es entre 300° C y ~ 700° C, debido a su consistencia semi-fluido, HFO tiene que ser %V/V precalentado para que sea combustible en los motores. RMA, RMB, RMD, RME, RMG o RMK son los nombres comerciales internacionales.

Tabla N 3. Especificaciones de combustible marino, norma ISO 8217.2010

Parámetro	Unidad	Límite	RMA	RMB	RMD	RME	RMG	RMK
Viscosidad a 50°C	mm ² /s	Max	10.00	30.00	80.00	180.0	180;380; 500;700	380;500; 700
Viscosidad a 15°C	Kg/m ³	Max	920.0	960.0	975.0	991.0	991.0	1010.0
Micro residuos de carbono	%m/m	Max	2.50	10.00	14.00	15.00	18.00	20.00
Sodio	mg/kg	Max	50	100	50	100		
Vanadio	mg/kg	Max	50	150			350	450
Agua	%V/V	Max	0.30	0.50				
Por punto superior, verano	°C	Mac	6		30			
Por punto superior, invierno	°C	Max	0		30			
Punto de inflamación	°C	Min	60					

Fuente: <https://www.powermarine.com.ar/herramientas.htm>

d) Gas Natural (GN y GNL)

Para la producción de energía eléctrica a través de motores de combustión interna es de amplio uso, la composición del gas natural entregado a través de tuberías podría variar con el tiempo y la ubicación particularmente cuando este es abastecido a través de ductos directo desde las zonas de producción sin ser previamente procesados, estas variaciones en la composición del gas pueden afectar al rendimiento y niveles de emisión de gases contaminantes en los motores a combustión interna, a través de cambios en las características de dosificación del

combustible y la resistencia al auto-encendido y golpeteo (Nocking) que afectan la combustión del Gas y el comportamiento del motor.

Hay diferentes tipos de gas natural en función de su composición.

H-gas (gas de alto poder calorífico) es gas con un alto contenido de energía y de metano.

L-gas (gas de bajo poder calorífico) tiene un menor contenido de energía y metano, pero mayores cantidades de nitrógeno y dióxido de carbono, estos tipos de gas natural tienen características diferentes en términos de combustión, para el uso de gas natural en motores, el gas debe cumplir con las especificaciones generales aplicables para cada equipo como estar limpio y seco (libre de agua, condensado de hidrocarburos y aceite) además de los niveles de hidrocarburos específicos cuando se alimenta al motor.

Tabla °4 Características típicas del gas natural.

Composición Química Típica	% en volumen
Metano	91-95
Etano	2-6
Propano	0-2
Nitrógeno	0-1
Dióxido de Carbono	0-2
Otras características:	
Poder Calorífico Superior*	9.300 Kcal/m ³ std (8.850<X<10.200)
Poder Calorífico Inferior*	8.400 Kcal/m ³ std
Densidad Relativa (Aire = 1)	0.6 - 0.64
Índice de Wobbe	11.300 kcal/m ³ < x <12.470 kcal/m ³
* (1 m ³ std corresponde a 15 °C y 1 atm)	

Fuente: Norma Gas Natural NCh 2264 del 2014.

11-GENERADOR ELÉCTRICO

Es una máquina rotativa capaz de producir energía eléctrica mediante la transformación de energía mecánica. Habitualmente, este tipo de equipos produce energía eléctrica a partir de energías de otra naturaleza, como puede ser la hidráulica, eólica, vapor, aire comprimido, nuclear, entre otras.

Según se desprende de la ley de Faraday, cuando hacemos girar una bobina en el interior de un campo magnético, se produce una variación del flujo de dicho campo, generando una corriente eléctrica. El generador eléctrico se compone de tres partes fundamentales:

Rotor: Es la parte en movimiento accionada por el motor.

Estator: Es la carcasa en cuyo interior gira el rotor.

Motor de accionamiento: En función del tipo de energía que se utilice para generar el movimiento, su diseño es diferente. Por ejemplo puede ser una turbina si se emplea agua o vapor, o un motor de combustión si se usa gasoil o gas. Los generadores eléctricos se pueden dividir en dos grupos:

Alternadores: es una máquina eléctrica capaz de transformar energía mecánica en energía eléctrica, generando una corriente eléctrica mediante inducción electromagnética. La principal aplicación del alternador es la de generar energía eléctrica de corriente alterna para entregar a la red eléctrica

Grupo Electrónico: es una máquina que mueve un generador eléctrico a través de un motor de combustión interna. Son comúnmente utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico.

11.1 MOTORES A COMBUSTIÓN INTERNA

Los motores de combustión interna (MCI) son máquinas térmicas que producen energía mecánica en el eje a partir de la transformación de la energía química del combustible en un proceso de combustión dentro de la cámara de combustión. El motor de combustión interna (MCI) puede ser considerado como uno de los inventos más importantes que cambió la vida humana en los últimos tiempos, proporcionando un rápido y sencillo método para la generación o transformación de energía, opera con una variedad de combustibles que están comúnmente disponibles. Desde su concepción y especialmente en los últimos años, enormes esfuerzos de investigación y recursos, se han empleado para mejorar su rendimiento a tiempo de reducir su impacto sobre el ambiente.

Con los años miles de millones de unidades se han producido, y el motor de combustión interna en la actualidad ha llegado a ser el dispositivo privilegiado para la producción de energía a través de la quema de combustible, existe una variedad muy amplia de aplicaciones de los motores a combustión interna básicamente cubren todas las necesidades de energía mecánica (movimiento), siendo el transporte una de las aplicaciones principales. El proceso de combustión es la reacción química exotérmica de una sustancia llamada combustible, con un comburente que generalmente es el oxígeno del aire. Para que se desencadene la reacción es necesario que coexistan tres elementos: Combustible (material que arde), comburente (material que hace arder) y un desencadenante (suministra la energía requerida para alcanzar la temperatura de inicio de la combustión). La combustión genera luminiscencia, calor y gases que dependen de la composición de los elementos que intervienen en la reacción; ellos pueden ser: CO₂, H₂O (como vapor), Hollín, NO_x, CO y otros.

Existe una gama muy amplia de dispositivos desarrollados en los últimos años los cuales se pueden clasificar por el tipo de combustible utilizado como se muestra en la Tabla N 3.

Tabla °5 clasificación de motores a combustión interna

Equipo de combustión interna		
Combustible	Forma de introducción al equipo	Equipo
Gasolina	Espray, vaporizado o inyectado	Motores de ignición por chispa
Diesel	Inyectado	Motores de ignición por compresión
Combustible gaseoso	Espray o inyectado	Motores de ignición por compresión o por chispa

Fuente:(karim, 2015).

En su mayoría, los equipos que requieren el uso de motores de combustión interna son:

- Motores de pozos (Son los que suministran toda la potencia que se requiere en el proceso de perforación)
- Motores de bombas (Unidades de bombeo)
- Plantas de generación eléctrica
- Plantas de emergencia

a) Motores de Combustión Interna Diesel

Los motores diesel convencionales se basan en la ignición por compresión de un chorro de combustible líquido atomizado inyectado en la cámara o precámara de compresión de un motor de movimiento alternativo del cual es alta relación de compresión, en el interior del cilindro hacia el final de la carrera de compresión se encuentra a alta

temperatura y alta presión esto provoca la combustión del combustible en el momento de la inyección.

Muchas mejoras han sido realizadas en los últimos años en el diseño, la fabricación y el desempeño de motores diesel, mejoras significativas en las características clave de desempeño, tales como la producción de energía, las características del torque al freno, consumo del combustible, mayor fiabilidad, y menores emisiones de escape. El motor fue concebido originalmente para ser capaz de utilizar combustibles líquidos baratos de bajo grado, pero con los requerimientos recientes cada vez más estrictos para lograr emisiones de escape suficientemente bajas y además con una alta eficiencia se hizo necesario el uso de combustibles líquidos destilados con ultra bajo nivel azufre. El motor diesel, se extiende sobre una amplia variedad de tamaños y tipos, representa uno de los principales motores primarios ampliamente utilizado en todo el mundo. Se prevé que su aplicación seguirá siendo dominante, sin embargo, parecen limitar su utilización futura las preocupaciones por el impacto ambiental de sus emisiones y la creciente necesidad de proporcionar suministros de combustibles de alta calidad económicamente adecuados. Los motores diesel aplicados a la generación eléctrica se han convertido en uno de las más eficientes y prácticas formas de convertir la energía del combustible en electricidad, con una eficiencia global que se acerca cada vez más la marca del 50%, sin embargo el precio del combustible hace que estas eficiencias se vean mermadas desde el punto de vista económico.

b) Motores de combustión interna a Gas

Los motores de combustión interna a gas están basados en los motores de ignición a chispa similares a los utilizados con combustible líquido gasolina, en estos motores el gas es suministrado antes de la cámara de combustión a través de un mezclador en conjunto con el aire.

Una característica positiva importante que contribuye o desfavorece la utilización de combustibles gaseosos, y en particular el de gas natural, es la facilidad de distribución y la disponibilidad del combustible a través de distancias considerables desde los puntos de producción al de los consumidores. Por lo general, en el caso de aplicaciones de motores estacionarios, no hay necesidad de almacenamiento de combustible ni de la infraestructura asociada ya que se tiene un suministro a través de gaseoductos de forma limpia, conveniente, y constante de gas combustible desde la red al equipo de combustión.

Una limitación grave asociada al uso de combustibles gaseosos es el riesgo de incendios, explosiones y de toxicidad, especialmente a raíz de una fuga. Sin embargo, en los últimos años ha habido mucha experiencia y estrictos controles reguladores establecidos para el manejo y uso seguro de los combustibles gaseosos. Algunos motores diesel por lo general de alta potencia, son convertidos para funcionar como motores de encendido por chispa con el fin de utilizar combustibles gaseosos comunes.

Esto generalmente se ha ido realizado por muchos fabricantes de motores de alta potencia que sobre la base de un motor diesel estándar realizan cambios particularmente en los pistones (relación de compresión) y el sistema de combustible, los cambios en los pistones tienen el objeto de reducir sustancialmente la relación de compresión con el fin de evitar las detonaciones y cualquier auto-ignición incontrolada, los cambios en el sistema de combustible se realiza a través de la eliminación del sistema de inyección diesel y puesto en su lugar un sistema de encendido por chispa eléctrica (Bujía), Tal conversión de motores diesel implica una potencial pérdida de potencia en el motor que sobre la misma base con combustible diésel se obtenía más caballos de potencia, otro aspecto importante en este tipo de tecnología es la

eficiencia en la conversión de energía que en algunos casos ronda el 45%.

c) Motores de doble combustible

Es relevante diferenciar y comprender la terminología existente en la actualidad para discriminar la forma de uso del combustible en motores de combustión interna particularmente cuando se usan dos combustibles. Existe cierta confusión en torno a los motores de doble combustible (Dual-Fuel Engines), ya sea en la literatura técnica o en la popular donde se confunde o se utiliza indistintamente el término Dual-Fuel y Bi-Fuel. El término Dual-Fuel Engine, cuando se usa, describe los motores de encendido por compresión que queman simultáneamente dos combustibles totalmente diferentes en proporciones variables.

Estos dos combustibles se componen generalmente de un combustible gaseoso, que suministra la mayor parte de la energía liberada por la combustión, y un segundo combustible, que es un líquido empleado principalmente para proporcionar la energía necesaria para la ignición y la fracción restante de energía liberada por el motor.

Aplicaciones

Cada vez es más evidente que un motor de doble combustible (Dual Fuel o Bi-Fuel) adecuadamente desarrollado puede reemplazar el motor diesel convencional en casi todos sus campos de aplicación, en especial cuando las limitaciones asociadas con la facilidad de transporte del gas combustible pueden ser resueltas, los motores de combustible dual se emplean ampliamente en aplicaciones fijas especiales como: marinas, industria petrolera, generación eléctrica, entre otros. En aplicaciones marinas el uso se da a fin de reducir los altos costos de los combustibles

líquidos, en estas aplicaciones generalmente se usa GNL (gas en estado líquido).

Un aspecto no menor en la aplicación de motores de doble es que basados en motores diesel las características de potencia y eficiencia no debieran verse afectadas operando en las condiciones adecuadas, es decir, al realizar adecuadamente la transformación de un motor a diesel para que este quemara combustible gaseoso se mantiene en gran magnitud tanto la potencia del motor como la eficiencia y se mejora la emisiones de gases contaminantes.

11.2- MOTORES TÉRMICOS

Los motores duales por mezcla de gas y con encendido de llama piloto son los más versátiles en cuanto a la elección del combustible que se desea quemar. La admisión en éstos es posible regularlo según el combustible que se desee quemar, tanto diesel como gas, por lo tanto, un mecanismo que regule sendos caudales, permite producir la mezcla sin necesidad de para el motor.

La ventaja de estos es que permite su uso tanto en operaciones diesel, diesel- gas y gas. Los motores duales trabajan en modo gas- diesel mediante sus admisiones individuales. Los dispositivos para hacer posible su admisión son: el conducto de admisión de presión de gas que contiene los filtros de gas, el conducto acumulador de presión, las válvulas de admisión y el conducto de venteos; y separadamente, el conducto de admisión de diesel que contiene, conductos y bombas de baja presión de diesel, conducto y bombas de alta presión, filtros de combustible diesel y válvulas doble de admisión principal y piloto.

11.3- MOTORES DUAL FUEL

Los principales proveedores de Motores Dual-Fuel como Wärtsilä, Caterpillar, Hyundai, entre otros, tienen una gama de productos Dual-Fuel que en la mayoría de los casos basado en un motor originalmente diseñado para combustible diesel y mediante modificaciones de diseño en los componentes principales de potencia, sistema de combustible para el ingreso de gas y un sistema de control que permita la operación dual-fuel, se ha logrado tener productos que tengan un alto desempeño operando como Dual-Fuel, los logros particularmente son los elevados niveles de sustitución de diesel por combustible gaseoso superando el 90% de sustitución en algunos casos, los combustibles que utilizan en este tipo de motores por lo general son GN y algún combustible líquido que típicamente es MDF (combustible Diesel marino), HFO (combustible diesel pesado) y otros, estos equipos por lo general están en aplicaciones de propulsión marina o generación de potencia para aplicaciones marinas.

a) Wärtsilä Dual Fuel Engines.

Es una corporación de origen finlandés líder en la fabricación de motores marinos de alta potencia, tiene una variedad de motores diseñados para operación continua con combustible dual, NG-MDF Natural, Gas-Marine, Diésel Fuel, (Wärtsilä, ShipPowerEngines, 2015).

Figura 6: Wärtsilä Dual-Fuel Series Engines.(Wärtsilä, Ship Poder Engines,2015.

Wärtsilä 20DF		Wärtsilä 34DF	
Rated power		Rated power	
Engine type	kW	Engine type	kW
6L20DF	1 110	6L34DF	3 000
8L20DF	1 480	8L34DF	4 000
9L20DF	1 665	9L34DF	4 500
Wärtsilä 46DF		Wärtsilä 50DF	
Rated power		Rated power	
Engine type	kW	Engine type	kW
6L46DF	6 870	12V34DF	6 000
7L46DF	8 015	16V34DF	8 000
8L46DF	9 160	12V50DF	11 400
9L46DF	10 305	14V50DF	14 670
12V46DF	13 740	16V50DF	15 600
14V46DF	16 030	18V50DF	17 100
16V46DF	18 320		

Engine type	Engine kW (50Hz)	Gen. kW (50Hz)	Engine kW (60Hz)	Gen. kW (60Hz)
6L50DF	5700	5500	5850	5650
8L50DF	7600	7330	7800	7530
9L50DF	8550	8250	8775	8470
12V50DF	11400	11000	11700	11290
16V50DF	15200	14670	15600	15050
18V50DF	17100	16500	17550	16940



Fuente:<https://www.wartsila.com/engines-generating-sets/dual-fuel-engines/wartsila>

Los motores Dual-Fuel Wärtsilä de 4 tiempos pueden funcionar en Gas Natural y Combustible Diesel Marino (MDO), combustible Diesel Pesado (HFO) o combustible diesel liviano (LFO), son motores de baja velocidad con un rango 500-1200 RPM y una eficiencia cercana al 45% en algunos modelos de generadores. Una de las principales características de la probada y confiable tecnología Dual-Fuel que ofrece este fabricante es que el motor puede ser cambiado de combustible diesel a Gas Natural y viceversa sin ningún problema durante el funcionamiento del motor, durante el cambio el combustible diesel es gradualmente sustituido por gas, el sistema de combustible diesel cuenta con un sistema de doble inyección de combustible diesel uno para la inyección de diesel principal en modo y otro para la inyección piloto en modo gas.

En el caso por ejemplo de la interrupción de suministro de gas, el motor pasa a operar solo con diesel de forma instantánea y automática sin que esto afecte la operación a cualquier nivel de carga. El cambio de modo de operación de combustible de líquido a gas se puede realizar a orden del operario.

El gas natural se suministra al motor a través de una unidad de válvula de gas, donde se filtra y se controla la presión. El sistema incluye válvulas de shutoff y válvulas de venteo para asegurar el suministro de gas a baja presión seguro y libre de problemas. En el motor, el gas se suministra a través de un riel común a lo largo del motor. Cada cilindro tiene un conducto de alimentación individual a la válvula de admisión de gas ubicada en la cabeza del cilindro.

Los motores de combustible dual Wärtsilä están diseñados para un funcionamiento continuo en modo gas o modo diesel. Para un funcionamiento continuo y sin reducción de la potencia nominal, el gas utilizado como combustible principal en el modo de funcionamiento de gas, tiene que cumplir los requisitos de calidad donde el punto más relevante es el índice de metano mayor a 80%,

b) Hyundai Dual Fuel Engines.

Hyundai Corporación de origen coreano ofrece una serie de motores Dual Fuel basados en los modelos de motores marinos HiMSEN (HitouchMarine&StationaryEngine), las series de motores que ofrece Hyundai para la generación eléctrica son H27DF, H35DF, H35DFV, estos generadores ofrecen una potencia desde 1300 kW hasta 9264 kW (condiciones ISO), el combustible utilizado para estos modelos es Gas Natural y Combustible Diésel Marino.

Figura 7: Motores Dual Fuel Hyundai,(Hyundai Heavy Industries,2015).



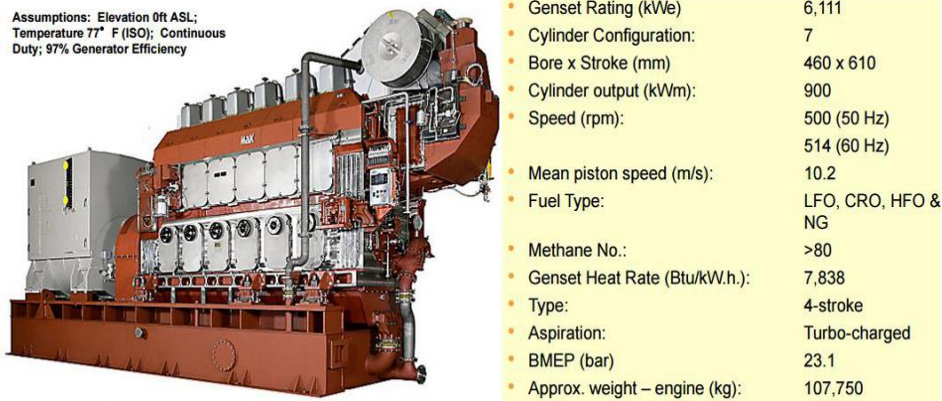
Fuente:<http://www.directindustry.es/prod/hyundai-heavy-industries-marine-engine/product.html>

Respecto a esta tecnología el fabricante del equipo resalta que tiene bajas emisión de NOx, satisface con Tier II (modo diésel) y Tier III (modo de Gas) sin ningún dispositivo de pos-tratamiento.

c) Caterpillar Dual-Fuel

Los Motores dual-fuel que produce Caterpillar para la aplicación generación están orientados al mercado marino, las series de motores MaK como el M34DF con un rango de productos de 2934 kWe a 4574 kWe (condiciones ISO) y la serie M46DF con productos de 5179 kWe a 8329 kWe (condiciones ISO), estos equipos funcionar con dos distintos combustibles, gas natural licuado (GNL) como alternativa al costoso combustible diésel marino (MDO, Marine DieselOil) el cual es utilizado para la llama piloto todo esto sin sacrificar las propiedades del motor marino, estos motores son de baja velocidad 500/514RPM.

Figura 8: Caterpillar Dual Fuel Engine, Mal Modelo 7CM46DF.



Fuente <http://www.catpowerplants.com/>

12-LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Consiste en transformar alguna clase de energía (química, cinética, térmica, lumínica, nuclear, solar entre otras), en energía eléctrica. Para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, que ejecutan alguna de las transformaciones citadas. Estas constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico. La generación eléctrica se realiza, básicamente, mediante un generador eléctrico; si bien estos no difieren entre sí en cuanto a su principio de funcionamiento, varían en función a la forma en que se accionan.

12.1- EI SEN

El Sistema Eléctrico Nacional está compuesto por un amplio número de infraestructuras, la mayoría de las cuales están localizadas en el Estado Bolívar, región de Guayana, donde funcionan los complejos hidroeléctricos más grandes del país. Posee una capacidad instalada de generación de 24.000 megavatios (MW). El Sistema Eléctrico Nacional está regido por la Corporación Eléctrica Nacional (Corpoelec).

FIGURA 9: Central Hidroeléctrica Simón Bolívar



Fuente:<http://www.corpoelec.gob.ve/generacion>

La principal planta de energía es la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar, o represa Raúl Leoni, o represa del Guri, cuya capacidad de generación alcanza los 10 millones de kW, siendo una de las plantas hidroeléctricas con mayor capacidad de producción en el mundo. Esta planta y las otras construidas en el río Caroní garantizan energía segura a bajos precios, para la producción de hierro, alúmina, aluminio, acero y otros en las Empresas Básicas de Guayana (CVG).

Las centrales hidroeléctricas de Guri y Macagua aportan el total de la electricidad comercial necesaria en Guayana. También cubren el 62% del potencial eléctrico que llega a los hogares e industrias de toda Venezuela. Otro 35% de la generación de electricidad proviene de plantas termoeléctricas, y un 3% corresponde al sistema de generación distribuida, compuesta por grupos electrógenos, según Balmiro Villasmil, 2015.

El patrimonio de generación de energía eléctrica existente en Venezuela es de 6 plantas hidroeléctricas, ubicadas en los estados Bolívar, Barinas y Mérida, y 3 más en ejecución en Bolívar, Mérida y Táchira. También cuenta con 6 plantas termoeléctricas, ubicadas en los estados Falcón, Zulia, Lara y Carabobo, y 7 más en ejecución, en el resto

del país. Además, 25 plantas de generación distribuida (grupos electrógenos), ubicadas en los estados Apure, Carabobo, Barinas, Mérida, Táchira, Trujillo, Monagas, Miranda, Guárico, Amazonas, Anzoátegui, Nueva Esparta y Falcón.

Con los recursos provenientes del petróleo venezolano, junto al enorme caudal del río Caroní para la generación eléctrica, más los cuantiosos y maravillosos depósitos de minerales de todo tipo y piedras preciosas de Guayana, se está dando impulso a la construcción y consolidación de uno de los sistemas eléctricos más eficientes a nivel internacional.

12.2- SISTEMA ELÉCTRICO MODO ISLA

La operación en modo isla está asociada a plantas generadoras que operan aisladas de la red de distribución eléctrica nacional o local, separada del sistema de potencia, teniendo por lo menos un generador y varias cargas.

Hay dos tipos clave de operación en modo isla:

- a)** Generadores autónomos no conectados a la red eléctrica
- b)** Generadores conectados a la red eléctrica en modo paralelo, lo cual significa que permiten generar energía con independencia de si se produce o no un apagón eléctrico en la red.

La operación en isla puede ser intencional (planeada) o no, si es planeada por adelantado, tanto el generador como el sistema se han diseñado para ello.

- La seguridad al personal es uno de los temas más preocupantes, ya que el personal de mantenimiento puede ignorar si el circuito donde trabajan está alimentado o no.

- Existe una diferencia fundamental entre los sistemas que funcionan aislados (permanentemente) y aquellos que normalmente están conectados a la red y por alguna razón se han desconectado.

12.2,1- PLANTA TERMOELÉCTRICA BATALLA DE SANTA INES

El complejo agroindustrial Santa Inés, ubicado en el Estado Barinas, Los motores de combustión dual requeridos para la planta de generación eléctrica de 100MW

Se cuenta con un sistema eléctrico capaz de brindar una operación adecuada de estas instalaciones, teniendo como base los datos que son suministrados por el departamento de procesos. Para el caso particular el departamento de procesos indica una potencia de aproximadamente 900 kw para la operación de más de 40 bombas con un rango de potencia de 1,5 hasta 150 HP que están asociadas a la operación de las unidades 45 (Almacenaje), 47 (Despacho de productos) y 32 (Unidad de tratamiento de aguas).

La alimentación eléctrica a la Refinería Batalla de Santa Inés (RBSI) esta conceptualizada de la siguiente manera:

(a). Alimentación desde Planta Eléctrica a través de dos (2) alimentadores independientes y totalmente redundantes en 115kV.

(b). Una (1) subestación eléctrica principal con configuración doble secundario selectivo, ubicada dentro del alcance de RBSI, que recibirá los dos (2) alimentadores de 115kV proveniente desde una Planta Eléctrica. Esta subestación eléctrica es equipada con dos (2) seccionadores bajo carga en 115kV, dos (2) transformadores de potencia de 115kV/13,8kV y capacidad de 50/60MVA, un (1) tablero de potencia (Switchgear) de 13,8kV desde donde se alimentarán todas las subestaciones eléctricas satélites, un (1) tablero de potencia (Switchgear) de 4,16kV desde donde

se alimentarán todos los motores con potencia mayor o igual a 150kW y menores a 4000kW

(c). Siete (07) subestaciones eléctricas satélites, cada una con configuración doble secundario selectivo y alimentadas desde la subestación eléctrica principal a través de dos (2) alimentadores independientes y totalmente redundantes de 13,8kV. a Cada subestación eléctrica satélite ha sido ubicada dentro de la RBSI, y lo más cercano posible a los centros de carga de tal manera se disminuir el impacto de la caída de voltaje de baja tensión (480V).

FIGURA 10: MOTOR WARTSILA, Planta de generación a diesel Wartsila



Fuente: Álvarez. T, 2019

13-GAS NATURAL PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los combustibles fósiles son uno de los energéticos que, por décadas, se han utilizado por décadas para la producción de energía. Dicha generación se lleva a cabo a partir de la energía liberada en forma de calor por la combustión de combustibles fósiles.

De entre los combustibles fósiles más utilizados para la generación eléctrica, el gas natural es considerado actualmente, por diversas razones como su bajo nivel de contaminación y sus reservas cuantiosas, como el combustible del siglo XXI. Las centrales eléctricas que aprovechan el gas

natural como energético para la generación se llaman centrales térmicas a gas o centrales termoeléctricas.

Una central térmica a gas es una instalación capaz de producir energía eléctrica a partir a partir de la energía calorífica producida por la combustión del gas natural en una caldera. La combustión del gas genera energía cinética que impulsan turbinas que activan el generador eléctrico.

13.1- PLANTA GENERADORA TERMOBARRANCA

En los años 2005-2007 el inicio de producción de esta planta generadora fue de 20MPCD con reservas probadas de aproximadamente 38MPCD hasta los años 2021 para alcanzar la generación 150MW, teniendo en cuenta los posibles problemas de operatividad e instalaciones esta condición esperada ha decaído.

FIGURRA N°10 PLANTA TERMOBARRANCA



Fuente: Vega Y,2019

Actualmente TERMOBARRANCA cuenta con un consumo de gas de 26 MPCD para una generación de 80 MW, esta generación es entregada a la red del SEN, una vez allí el despacho de carga VALERA es donde se

encargan de distribuir la energía. La distancia existente entre VALERA (ubicación del despacho para la zona sur- andina que incluye los estados: MERIDA, TRUJILLO, BARINAS, ALTO APURE Y PARTE DE PORTUGUESA) y GURI disminuye los perfilajes de voltaje, de manera que estos 80 MW tienen como función mejorar los perfil de voltaje provenientes del GURI.

El gas que alimenta esta planta es de aproximadamente 92-94% de metano (gas seco, provenientes del campo CIPORORO), información obtenida según el superintendente de planta.

14-ESTACIÓN DE FLUJO SINCO D

Ubicada a 35 Km al Sureste de la ciudad de Barinas, en la zona de “El Toreño”, abarcando un área de 230.000m². Actualmente procesa la producción proveniente de los Campos Hato, Sinco y Silvestre.

Esta estación para la fecha 01-02-2019 logro una producción de 5400BLS con una gravedad API 20.53° a temperatura de 145.4°F, flujo provenientes de 18 pozos.

15-LA ESTACIÓN DE FLUJO SILVÁN

Ubicada en el Área Operacional del Distrito Barinas en el Estado Barinas. Esta se encuentra ubicada en el campo Silván, a 25 Km de la ciudad de Barinas, en la vía que conduce hasta la población de San Silvestre, Municipio Barinas Estado. Barinas.

Trata el crudo proveniente de los campos Borburata, Caipe, Obispo, Torunos, Silván, Maporal y Bejucal, para obtener petróleo con el menor porcentaje de agua y el menor volumen de gas posible.

Esta estación para la fecha 01-02-2019 logro una producción de 7.299BLS con una gravedad API 14-58° API a temperatura de 11816°F, flujo provenientes de 13 pozos.

Sistema de variables

Las variables dentro de la investigación son aspectos que se puede dimensionar o medir en función de las relaciones causa- efecto. A propósito de ello, Sabino (2000). Señala que la variable es “una propiedad, característica o cualidad que es susceptible de asumir diferentes valores cualitativa o cuantitativamente” (p.45). Desde esta perspectiva, se pueden definir el sistema de variables como todo aquello que se va a medir, controlar y estudiar en una investigación. En el presente estudio se consideran las siguientes variables expresadas a continuación:

Variables independientes:

Combustible.

Variables dependientes:

Demanda de energía eléctrica, capacidad de generadores eléctricos, generación eléctrica.

Objetivo General:

Estudiar la factibilidad técnica del gas natural como recurso autosustentable para la producción de crudo en la Sub-Cuenca Barinas División Boyacá

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ITEM
Identificar la demanda de energía necesaria para la producción de crudo en la Sub-Cuenca Barinas División Boyacá.	Demanda de energía	Es la intensidad de corriente, o potencia eléctrica, relativa a un intervalo de tiempo específico, que absorbe su carga para funcionar.	-carga -Perfiles de carga	
Determinar el consumo de gasoil (LFO) y gas en los campos a los que se les suministra energía para la producción de crudo.	Combustible	Es cualquier material capaz de liberar energía	-Diésel Comercial. -Diésel Marino MDO o MDF. -Diésel Pesado HFO. Lfo, Gas	
Valorar la potencialidad de los generadores eléctricos para su conversión de diesel a gas.	Capacidad de generadores	Es la capacidad instalada de producir energía eléctrica mediante la transformación de energía mecánica a través de motores industriales	Motores de Combustión Interna: Diésel.Gas MOTORES DUAL FUEL: Wärtsilä, Hyundai Caterpillar	
Evaluar las ventajas y beneficios de la generación de energía a gas para la producción de crudo en la sub-cuenca Barinas.	Generación eléctrica a gas	Es la utilidad obtenida por el uso del gas como energía eléctrica	EI SEN Planta termobarranca Planta Refinería Batalla de Santa Ines	

Fuente: Vega Y, 2019.

NORMATIVA Y ASPECTOS LEGALES

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

Gaceta Oficial No. 5908

Diciembre de 1999

Capítulo IX - De los Derechos Ambientales

Artículo 127

Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia. Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

Es una obligación de la sociedad que ocupa un determinado espacio en el ambiente natural, mantener y preservar las buenas condiciones de los diferentes ecosistemas que les rodea.

LEY ORGÁNICA DEL AMBIENTE
GACETA OFICIAL No. 5.833 Extraordinario
Caracas, 22 de diciembre de 2006

Capítulo I

Artículo 60:

Para la conservación de la calidad de la atmósfera se considerarán los siguientes aspectos:

1. Vigilar que las emisiones a la atmósfera no sobrepasen los niveles permisibles establecidos en las normas técnicas.
2. Reducir y controlar las emisiones a la atmósfera producidas por la operación de fuentes contaminantes, de manera que se asegure la calidad del aire y el bienestar de la población y demás seres vivos, atendiendo a los parámetros establecidos en las normas que la regulan y en cumplimiento de los convenios internacionales suscritos y ratificados por la República Bolivariana de Venezuela.
3. Establecer en las normas técnicas ambientales los niveles permisibles de concentración de contaminantes primarios y secundarios, capaces de causar molestias, perjuicios o deterioro en el ambiente y en la salud humana, animal y vegetal.
4. Establecer prohibiciones, restricciones y requerimientos relativos a los procesos tecnológicos y la utilización de tecnologías, en lo que se refiere a la emisión de gases y partículas, entre otros, que afectan la capa de ozono o inducen el cambio climático.
5. Dictar las normas técnicas ambientales para el establecimiento, operación y mantenimiento de sistemas de seguimiento de calidad del aire y de las fuentes contaminantes.
6. Llevar un inventario y registro actualizado de las fuentes contaminantes y la evaluación de sus emisiones.

TÍTULO IX MEDIDAS Y SANCIONES AMBIENTALES

Capítulo I

Artículo 108:

Sanciones En ejecución de esta Ley, deberán dictarse las adecuadas normas penales y administrativas en garantía de los bienes jurídicos tutelados por la misma. Las sanciones pecuniarias correspondientes serán hasta de diez mil unidades tributarias (10.000 U.T.); y hasta de diez años de prisión si consistieren en penas privativas de libertad, debiéndose hacer la fijación de acuerdo con la mayor gravedad del hecho punible, a las condiciones del mismo y a las circunstancias de su comisión, manteniendo la debida proporcionalidad y adecuación con el supuesto de hecho.

Artículo 109:

Los permisos, autorizaciones, aprobaciones o cualquier otro tipo de acto administrativo, contrario a los principios establecidos en esta Ley o sus reglamentos, se considerarán nulos, no pudiendo generar derechos a favor de sus destinatarios; y los funcionarios públicos que los otorguen incurrirán en responsabilidades disciplinarias, administrativas, penales o civiles, según sea el caso.

Los artículos tomados en cuenta en la presente ley hacen referencia a los aspectos que son evaluados en la emisión de gases y partículas que de una u otra manera pueden afectar la capa de ozono o contribuir en el cambio climático, considerando la penalidad o sanciones que se les puede atribuir a miembros de la sociedad y en determinadas ocasiones a compañías que no respeten esta ley, sin tener preferencia y otorgar cargos según la gravedad del caso.

LEY ORGANICA DE HIDROCARBUROS GASEOSOS
Gaceta Oficial N° 36.793 de fecha 23 de septiembre de 1999
HUGO CHAVEZ FRIAS Presidente de la República

CAPITULO I

Artículo 1.-

Los yacimientos de hidrocarburos gaseosos existentes en el territorio nacional, bajo el lecho del mar territorial, de la zona marítima contigua y en la plataforma continental, pertenecen a la República, son bienes del dominio público y por tanto inalienables e imprescriptibles.

Artículo 2.-

Las actividades de exploración en las áreas indicadas en el artículo anterior, en busca de yacimientos de hidrocarburos gaseosos no asociados y la explotación de tales yacimientos; así como la recolección, almacenamiento y utilización tanto del gas natural no asociado proveniente de dicha explotación, como del gas que se produce asociado con el petróleo u otros fósiles; el procesamiento, industrialización, transporte, distribución, comercio interior y exterior de dichos gases, se rigen por la presente Ley y pueden ser ejercidas por el Estado directamente o mediante entes de su propiedad o por personas privadas nacionales o extranjeras, con o sin la participación del Estado, en los términos establecidos en esta misma Ley. Queda igualmente comprendido en el ámbito de esta Ley, lo referente a los hidrocarburos líquidos y a los componentes no hidrocarburos contenidos en los hidrocarburos gaseosos, así como el gas proveniente del proceso de refinación del petróleo.

Artículo 3.-

Las actividades relativas a los hidrocarburos gaseosos estarán dirigidas primordialmente al desarrollo nacional, mediante el aprovechamiento intensivo y eficiente de tales sustancias, como combustibles para uso doméstico o industrial, como materia prima a los fines de su industrialización y para su eventual exportación en cualquiera de sus fases. Dichas actividades se realizarán atendiendo a la defensa y uso racional del recurso y a la conservación, protección y preservación del ambiente.

Artículo 15.-

Las actividades a que se refiere esta Ley, deberán realizarse conforme a las normas de seguridad, higiene y protección ambiental que les fueren aplicables, así como a las mejores prácticas científicas y técnicas disponibles para el mejor aprovechamiento y uso racional del recurso

CAPITULO IX

Artículo 37.-

El Ente Nacional del Gas tendrá atribuciones de las cuales las mas resaltantes son:

- 7.** Velar por el libre acceso a los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución de gas, en los términos establecidos en esta Ley y sus Reglamentos.
- 8.** Promover el uso eficiente y la aplicación de las mejores prácticas en la industria del gas, en su utilización como combustible o materia prima.
- 9.** Velar por los derechos y deberes de los sujetos de la industria del gas.
- 10.** Velar por el cumplimiento de las leyes nacionales y normas aplicables a la industria del gas.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Cogeneración: Procedimiento mediante el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica útil (vapor, agua caliente sanitaria).

El HFO (fuel oil pesado) o el aceite negro es uno de los combustibles de aceite refinado menos costoso y, en general, solo lo pueden usar las instalaciones que tienen capacidades de precalentamiento. **(100% Fuel Oil)**

MFO (Fuel Oil Medio): Fuel Oil Medio (85% Fuel Oil, 15% Gas Oil)

LFO (Combustible ligero): Combustible ligero (60% de combustible, 40% de gasóleo)

IFO (Aceite combustible intermedio): 30/180/380

Mpcd : millones de pies cúbicos por día

Voltio : Diferencia de potencial a lo largo de un conductor cuando una corriente con una intensidad de un amperio consume un vatio de potencia.

Amperio: Intensidad de corriente que corresponde al paso de un Culombio al paso de un culombio por segundo.

Voltios (watts): Los amperios multiplicados por voltios son los watts, que es la medida utilizada para determinar la cantidad de energía que consume los equipos eléctricos.

Factor potencia: diferencia Entre potencia aparente y potencia real activa, este factor determina las características propias de los equipos.

Poder calorífico (combustible): es la cantidad de energía desprendida en la reacción de combustión, referida a la unidad de masa de combustible.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

TIPO DE INVESTIGACIÓN

“El nivel de la investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno, y este puede ser exploratorio, descriptivo o explicativo” (Fidias Arias 2006). Además, señala que en un estudio pueden identificarse diversos tipos de investigación, existiendo muchos modelos y diversas clasificaciones; sin embargo, independientemente de la clasificación utilizada “todos son tipos de investigación y al no ser excluyentes, un estudio puede ubicarse en más de una clase” (p.23).

Dicho estudio está basado en una investigación de campo que según Palella y Martins, (2004:82), “consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos sin manipular ni controlar las variables”.

Esta investigación se aborda mediante la utilización de fuentes bibliográficas, trabajos especiales de grado, asistencia tanto al campo petrolero para la obtención de datos exactos sobre pozos existentes en la Sub-Cuenca Barinas (la cantidad de pozos activos e inactivos, los mecanismos de bombeo de estos), como en las plantas eléctricas (la energía que consumen las estaciones de flujo, y de esta manera saber la demanda de energía para estipular la cantidad de litros de diésel que necesitan los motores para satisfacer el consumo eléctrico). Estimar La cantidad de gas que están quedando como resultado de la separación de crudo, el volumen disponible y si este cuenta con el poder calorífico

suficiente para su utilización como combustible, siendo este tipo de información parte fundamental de esta investigación.

METODOLOGÍA

Conforme a la naturaleza de la investigación la cual es de índole exploratoria, descriptiva y explicativa, se empleó la investigación documental como factor primordial de la fase exploratoria según UPEL (2002) señala que la “investigación Documental tiene como propósito ampliar y profundizar el conocimiento, con apoyo, principal en trabajos previos y datos divulgados”.

En la fase descriptiva se realizaron reuniones, donde los trabajadores manifestaron sus experiencias, vivencias y pensamientos, representando un elemento fundamental para la elaboración de la tesis donde paso a la acción de campo que nutrió la fase explicativa.

POBLACIÓN Y MUESTRA

POBLACIÓN

Según Arias (2006) define población o población objetivo a un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas conclusiones de la investigación. Esta queda determinada por el problema y por los objetivos del estudio.

MUESTRA

La muestra es la que puede determinar la problemática ya que la misma genera los datos con los cuales se identifican las fallas dentro del proceso de investigación. Según Tamayo, T. Y Tamayo, M (1997), afirma

que la muestra " es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico" (p.38)

Para la investigación se tiene la siguiente población: los campos que comprenden la Subcuenca del Distritos Barinas División Boyacá (Torunos, Caipe, Bejucal, Obispos, Maporal, Silvestre, Sinco, Páez-Mingo, Hato viejo, Borburata).

Muestra: Campo Borburata y Campo Sinco D.

TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES APLICADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o manera de obtener información según Arias (2004). Según Sabino (2002) "los medios de recolección de datos son cualquier recurso de que se valga el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información" (p.143).

Para dar inicio a la información se procedió a recolectar datos e información mediante el uso de las siguientes técnica:

Técnica de revisión documental: Trabajo especial de Grados, Informes de pasantías, Informes técnicos.

Técnica de Observación del Participante: según Taylor-Bogdan 1987, Es un tipo de estudio donde el investigador obtiene información mediante contacto directo; además le permite vivir la realidad de las personas que están siendo indagadas. La observación participante es aquella donde el observador tiene lugar en el grupo que está observando y participa activamente en el fenómeno de estudio. Se cita la presente técnica, debido a que será utilizada por el autor, ya que el mismo se

trasladará al sitio para tener un contacto directo con la realidad existente, indaga las causas y generará posibles soluciones a la problemática.

Aunado a las técnicas ya mencionadas se utilizó - La entrevista, según Buendía, Colas y Hernández citado por González (2009), es “la recogida de información a través de un proceso de comunicación, en el transcurso del cual el entrevistado responde a cuestiones previamente diseñadas en función de las dimensiones que se pretenden estudiar planteadas por el entrevistador” (p.83). Las entrevistas se dividen en estructuradas, semiestructuradas o no estructuradas o abiertas.

Instrumentos: es definido por Arias F. (2006) como cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.

En este sentido se utilizó como instrumento la guía de entrevista donde **Hernández E (2003)**. “Las entrevistas semi-estructuradas, se basan en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información sobre temas deseados”.

A tales efectos el instrumento ya mencionado está conformado por interrogantes semiestructuradas como base esencial que dará respuesta a los objetivos planteados dentro de la investigación. En tal sentido se entrevistó a: Ing. Lewis Rangel (Operador en Campo petrolero División Boyaca), Tulio Alvarez, Ing. Richar Moreno (Superintendente de servicios eléctricos). Ing. Diego Peña (operador) .Ing. Junior Gutierrez (operador).

GUIA DE ENTREVISTA

Entrevista al Ing. _____ Supervisor de Operaciones de Generación _____ PDVSA División Boyacá. Fecha: _____ Lugar: _____
Preguntas Generadoras:
1. Como supervisor de operaciones de _____, ¿cuáles son los principales resultados de la matriz FODA en este despacho de generación eléctrica?
2. Desde su punto de vista, ¿considera que la implementación del gas natural como combustible en lugar de diesel daría resultados positivos a corto y largo plazo?
3. ¿Cuáles son las características mecánicas de los motores responsables de la generación eléctrica
4. Capacidad de generación de los motores y Dimensiones de los mismos.
5. ¿Tiempo de generación efectiva con LFO, HFO (combustible pesado) y gas?
6. ¿Cómo se maneja el aspecto económico-financiero para aplicar el cambio de combustible de los equipos generadores?
7. ¿cuál sería la cantidad de combustible necesaria de acuerdo a los tres tipos mencionados para un adecuado rendimiento de los motores?
8. Medidas utilizadas para alargar la vida de los motores.
9. Costos de mantenimiento de los motores con cualquiera de los 3 combustibles y Tiempo en el que se realizan los chequeos a los motores.
10. Daños más frecuentes que presentan los motores.
11. Rendimiento de los motores en MW de acuerdo al combustible que usa.
12. ¿Tiene sentido la conversión de un motor Diesel a GLP?
13. ¿Hay suficiente cantidad de la energía alternativa al día de hoy y qué inversiones se necesitan para asegurar ese suministro en un futuro?

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Obteniendo los resultados de la investigación, se hace necesario realizar una detallada revisión de los datos como lo sugiere Tamayo y Tamayo (2008), el cual es una manifestación que una vez recopilado los datos por los instrumentos diseñados para este fin, es necesario procesarlo es decir elaborarlos matemáticamente ya que la cuantificación y su tratamiento estadístico, nos permitirá llegar a conclusiones (Pp. 126).

Objetivo Número 1:

Identificar la demanda de energía necesaria para la producción de crudo en la Sub-Cuenca Barinas División Boyacá.

La demanda de energía necesaria en esta sub-cuenca para el año 2014 era de 14 MW (Megavatios) para una producción de crudo de 15MBD, con el beneficio que cuenta con el sistema eléctrico que funciona modo isla el cual satisface el total de consumo eléctrico de los equipos operativos allí.

Todos los motores traen estimaciones de rendimiento de acuerdo a su diseño las cuales son indicadas por sus fabricantes, como se indicó en la figura N°6. La planta de generación eléctrica existente en la Subcuenca Barinas cuenta con 6 motores wartsila de aproximadamente 280 toneladas cada uno y su serie de motor 46v/18 cilindros.

Según datos de campo obtenidos por personal laborador, estos motores tienen un consumo de 88.000lts de diesel en 24h, para 15 megavatios por hora, según fabricantes pudiendo alcanzar 17 MW en su 100% de capacidad, lo que consumiría 3.666,6lts/hora. Sin embargo, a mediados del 2015, este sistema modo isla fue cada vez dándosele

menos uso, debido a la improductividad de algunos pozos que por una u otra razón fueron inhabilitados, actualmente el consumo general es de 5MW (megavatios) representando el 35% de su capacidad total con una producción de 6MBD lo que indica una disminución del 60%. Y como resultado de esto, el sistema modo isla está inactivo siendo poco rentable ponerlo en funcionamiento a base de combustible diesel, aunque se está buscando adaptar los motores para que funcionen solo a la capacidad requerida.

La energía que está siendo utilizada para dicha producción de crudo, es generada desde el SEN (Sistema Eléctrico Nacional), cuya red es alimentada por la planta de generación eléctrica Termo Barranca con un total de 80MW de los cuales un 3.21 MW es para suplir el requerimiento energético en la sub-cuenca división Boyacá.

A continuación se muestra los pozos iniciales con los que se contaba y los que actualmente quedan con sus respectivos mecanismos de bombeo.

**TABLA N° 5 POZOS
DE PRODUCCIÓN
PERFORADOS**

Campos	Pozos
Bejucal	12
Borburata	47
Caipe	14
Candelaria	1
Esteros	6
Guarumen	1
Guasimito	1
Hato Viejo	19
La Yuca	1
Las Lomas	1
Maporal	36
Obispo	4
Paez-Mingo	77
Palmita	6
Silvan	30
Silvestre	64
Sinco	105
Torunos	21
Zamoa	4
Total	450

Fuente: Vega Y, 2019.

**TABLA N° 6 POZOS DE
PRODUCCIÓN EN EL AÑO
2012**

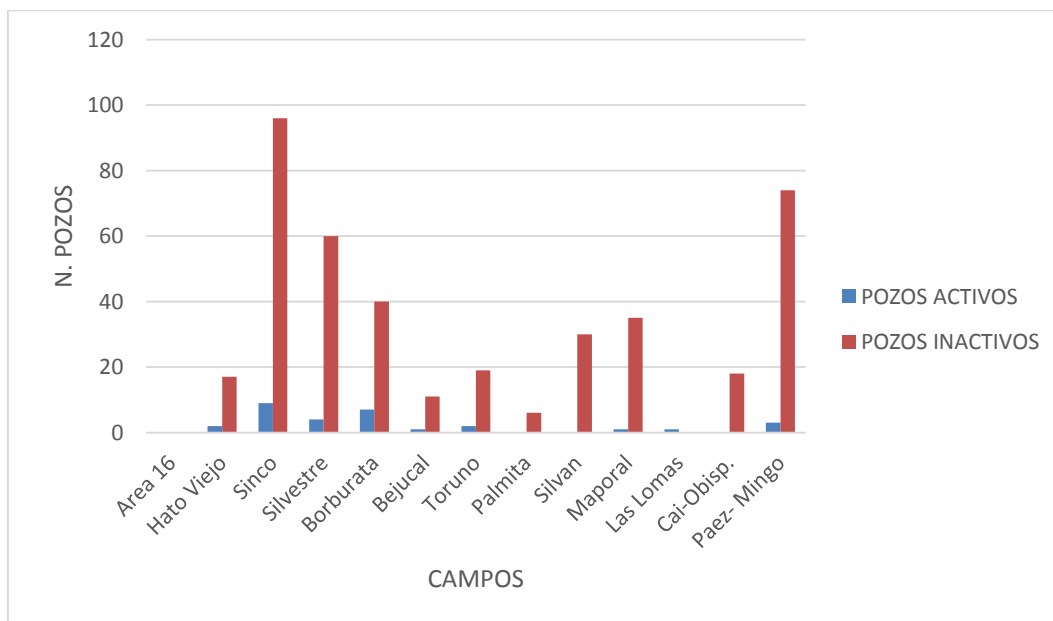
Estación de flujo	Campos	Pozos activos
Sinco D	Área 16	4
	Hato Viejo	4
	Sinco	22
	Silvestre	10
Silvan	Borburata	36
	Bejucal	3
	Toruno	5
	Palmita	1
	Silvan	4
	Maporal	6
	Cai-Obisp.	3
Mingo	Mingo	3
TOTAL		101

TABLA N° 7 ESTACIONES DE FLUJO Y RESPECTIVOS CAMPOS

Estación de flujo	Campos	Pozos activos	Pozos inactivos
Sinco D	Área 16	----	----
	Hato Viejo	✓	----
	Sinco	✓	----
	Silvestre	✓	----
Silvan	Borburata	✓	----
	Bejucal	✓	----
	Toruno	✓	----
	Palmita	----	----
	Silvan	----	----
	Maporal	✓	----
	Las Lomas	✓	----
	Cai-Obisp.	----	----
Mingo	Mingo	✓	----
	Páez	----	----

Fuente: Vega Y, 2019.

GRAFICO N°1: POZOS EN DISTRITO BARINAS



Fuente: Vega Y, 2019.

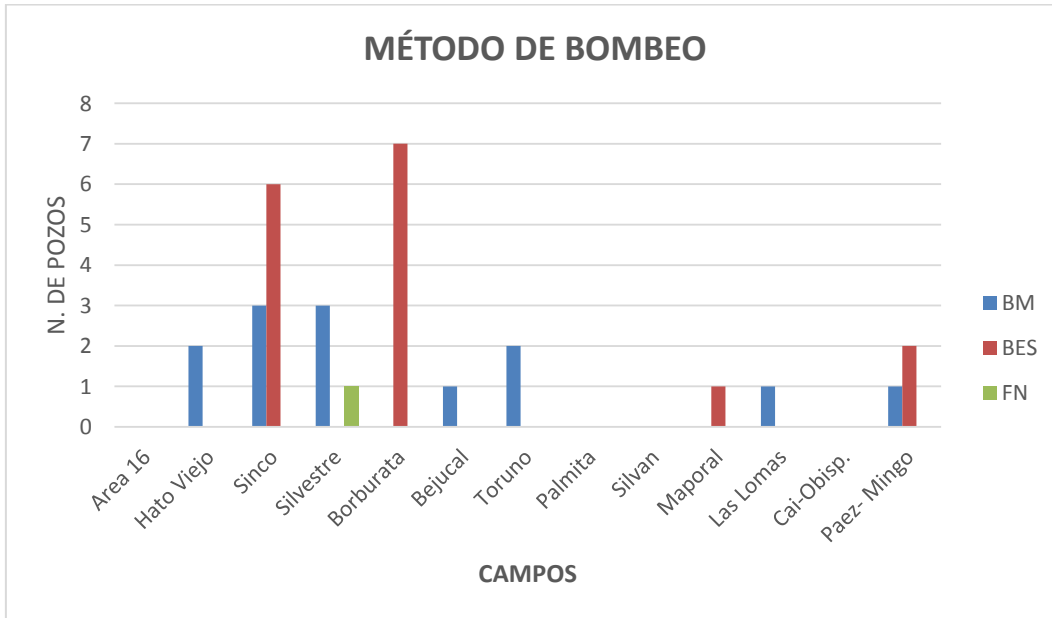
Conforme a la investigación de campo se comprobó que solo el 6.6% de pozos están activos y el 93.3% se encuentran inactivos, éste último indicando que la tasa de inactividad es alta lo que hace entendible el incremento de la disminución eléctrica en la Subcuenca. Ya que de una cantidad de 450 pozos, solo 30 están operativos.

TABLA N° 8 METODOS DE BOMBEO EN RESPECTIVOS CAMPOS

Campos	Métodos			N° De Pozos
	BES	BM	FN	
Area 16	--	--	--	--
Hato Viejo	--	2	--	2
Sinco	6	3	--	9
Silvestre	--	3	1	4
Borburata	7	--	--	7
Bejucal	--	31	--	1
Toruno	--	2	--	2
Palmita	--	--	--	--
Silvan	--	--	--	--
Maporal	1	--	--	1
Las Lomas	--	1	--	1
Cai-Obisp.	--	--	--	--
Mingo	2	1	--	3
Paez	--	--	--	--
total	16	13	1	30

Fuente: Vega Y, 2019.

GRAFICO N°2: SISTEMA DE BOMBEO



Fuente: Vega Y, 2019.

De la anterior gráfica se deduce tenemos 13 sistemas de bombeo mecánico y 16 sistemas de bombeo con electrosumergible para un total de 29 en los 9 campos activos existentes en la Subcuenca del distrito, además de 1 pozos con flujo natural, para esto fue considerado los pozos activos e inactivos antes expuestos.

**TABLA N° 9 HISTORIAL DE POZO,
JUNIO, 2012.**

	Nombre	Bomba	Motor		
	Pozo	Prof	HP	Volts	Amp
BOR-0122	BOR-012	10200	225	1472	96
BOR-0123	BOR-012	10365	225	1472	96
BOR-0161	BOR-016	5500	225	2235	64
BOR-0181	BOR-018	4000	120	1295	59
BOR-0202	BOR-020	9000	225	2235	64
BOR-0335	BOR-033	9738	250	1754	86
BOR-0442	BOR-044	7595	350	2455	86
SIN-0848	SIN-084	9000	225	2235	64
SIN-0882	SIN-088	6700	225	1472	96
SIN-0891	SIN-089	6000	180	2260	50
SIN-0892 I	SIN-089	5000	120	1295	59
SIN-0892 S	SIN-089	4000	160	1115	88,5
SIN-0924	SIN-092	6045	300	2105	86

FUENTE: Vega Y,2019.

Campo Sinco

Total: 10.392 Vts. Y 551amp.

Watt: 5.725.992

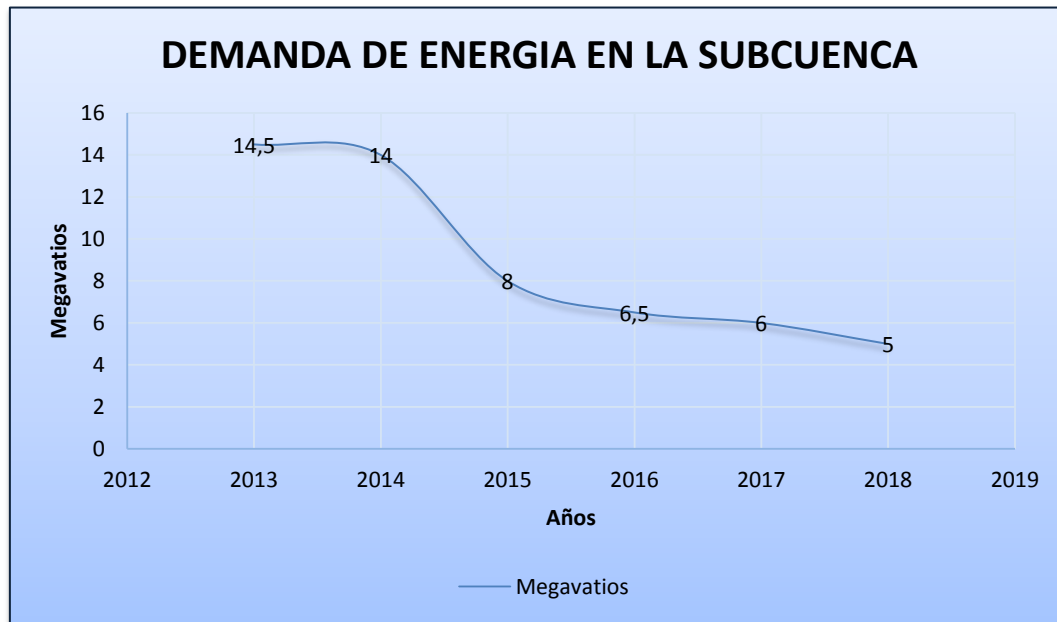
Campo Borburata

Total: 12918 vts y 443,5 amp.

Watt: 5.729.133

Según estimaciones, para el año 2012 la demanda energética de la subcuenca era de 16 MW y los datos expuestos en la tabla numero 9 demuestran el consumo eléctrico respecto al Sistema de Bombeo Electro sumergible de los campos seleccionados como muestra, cuya demanda total era de 11.45 MW, lo que representa un 71% del consumo general.

GRÁFICO Nº 3: DEMANDA DE ENERGIA



Fuente: Vega Y, 2019.

Según el gráfico anterior se puede apreciar el poco consumo de MW que está siendo usado para abastecer energéticamente la Subcuenca, aunque no se logró obtener información más profunda sobre el consumo exacto de acuerdo a cada estación de flujo y sus respectivos campo, se pudo deducir que el poco consumo de MW (megavatios) que tiene actualmente es por los pocos pozos que quedan activos ya que algunos fueron puestos en abandonados o inactivos.

Objetivo Número 2:

Determinar el consumo de LFO (gasoil) y gas en los campos a los que se les suministra energía para la producción de crudo.

Conforme a la información mencionada en el objetivo 1, para 24 horas se necesitan 88.000 litros de diesel en los motores wartsila y así lograr la generación de 15MW/H. Pero se necesitan 92.000 litros diesel al día, es decir, 2 cisternas de 37.000 litros de diesel más 18.500 litros y abastecer de combustible dicho motor.

Volumen:

1m³= 1.000 lts.

1hora=86.400 sg.

1ft=0.3048 m.

1ft³= 28,31 lts.

En energía:

1m³= 11.70 kw por PCS

1m³= 35,315 ft³

1 ft³ gas natural = 1,000 btu/ft³

Para realizar el cálculo del volumen de gas se procedió a la utilización de fórmula de conversión de unidades, estas transformaciones no indica que sea exactamente la cantidad de gas necesaria ya que solo es una transformación de relación de volúmenes, sin tomar en cuenta el poder calorífico del combustible.

Conversión de litros/h @ ft³/h respecto a los 3666,6 litros de diesel que se consume por hora.

$$\frac{3666,6\text{lbs}}{\text{hr}} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{lbs}} * \left(\frac{1\text{ft}}{0.3048\text{m}}\right)^3 = 129,48475 \frac{\text{ft}^3}{\text{h}}$$

Es decir, que en un día se estima un consumo de:

$$129,48475 \frac{\text{ft}^3}{\text{h}} \times 60 \text{ minutos} = 7.769,085 \frac{\text{ft}^3}{\text{h}}$$

Conversión de litros a pies cubico

$$3666,6 \text{ lts} \times \frac{1\text{ft}^3}{28,31\text{lts}} = 129,516 \text{ ft}^3$$

El motor wartsila genera 15 MW utilizando el diesel como combustible, pero para la generación de esa misma cantidad de MW, es necesario saber cuántos ft³ serían suficientes para compensar dicha demanda.

$$1 \text{ ft}^3 \rightarrow 0.0117 \text{ MW}$$

$$X \leftarrow 15 \text{ MW}$$

$$X = 1282,051 \text{ ft}^3$$

$$1282,051 \text{ ft}^3 \times 60 \text{ minutos} = 76.923,06 \frac{\text{ft}^3}{\text{h}}$$

$$1846.153,44 \text{ ft}^3/\text{dia}$$

Demanda eléctrica actual

$$x = 5 \text{ MW}$$

$$427,350 \text{ ft}^3 \times 60 \text{ minutos} = 25.641 \frac{\text{ft}^3}{\text{h}}$$

$$615.384 \text{ ft}^3/\text{dia}$$

Haciendo hincapié en la comercialización de combustibles, la venta de los mismos se maneja en lts no en ft³.

Sin embargo, según los datos proporcionados en una tabla de consumo de gas en Planta Termobarranca, el valor mínimo que se tomó en consideración fue $9Mpcng/hng/ha$ una generación eléctrica de 5MW.

Combustible diesel:

Poder calorífico Inferior 43,0 MJ/kg

Poder calorífico Superior. 10100Kcal/kg

Combustible gas natural

Poder calorífico Inferior 53,6 MJ/KL

Poder calorífico Superior 12800 Kcal/Kg

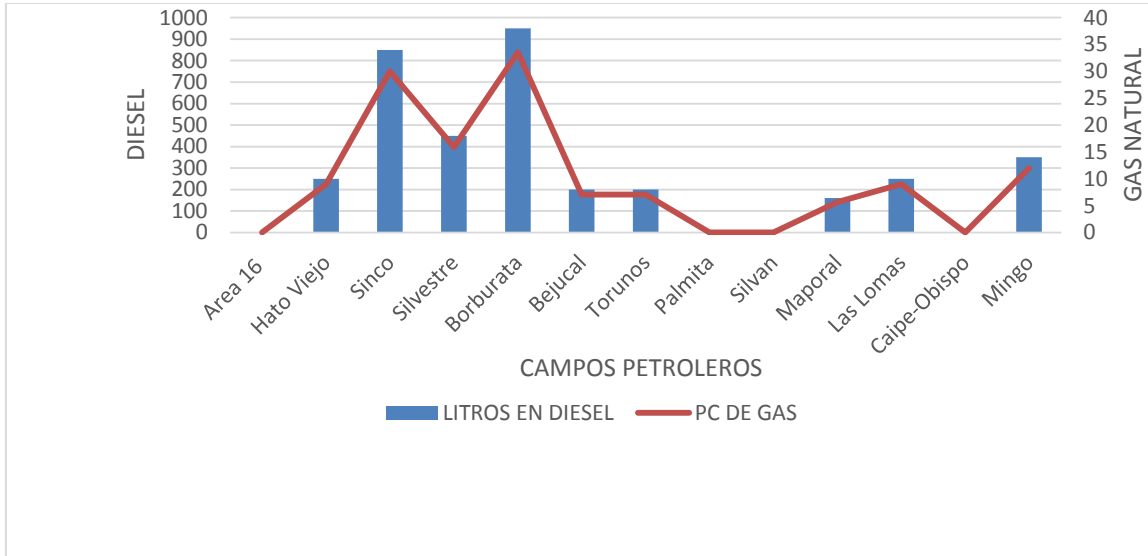
POZO 4X CAMPO CIPORORO : GAS METANO

Poder calorífico bruto 1037,18 BTU/ft³

Poder calorífico neto: 935,96 BTU/ft³

El motor wartsila ofrece buen rendimiento usando como combustibles gas natural, siempre y cuando posea $\geq 80\%$ de metano, es decir, que la cantidad de combustible relacionado en el cálculo de volumen en la formula anterior coinciden con las experiencias de campo recolectada en iteración presentada en tabla proporcionada por la empresa Termobarranca la cual tiene experiencia en generación eléctrica mediante el uso de combustible a gas natural.

GRAFICO Nº 4 Consumo aproximados de combustible en los campos



Fuente: Vega Y, 2019.

Objetivo Número 3:

Valorar la potencialidad de los generadores eléctricos para su conversión de combustible diesel a gas.

Según la especificidad del fabricante, el motor wartsila 46v/18 es apto para el funcionamiento con combustible ya sea a; gas, diesel o diesel marino proporcionando un rendimiento de 15 MW indiferentemente el combustible con el que funcione, esto es una ventaja al momento de cambiar la manera de combustión diesel a gas y en vista de que el gas natural en la cuenca barinas solamente se arroja al ambiente por sistema de venteo, lo cual genera pérdida de recursos naturales del estado.

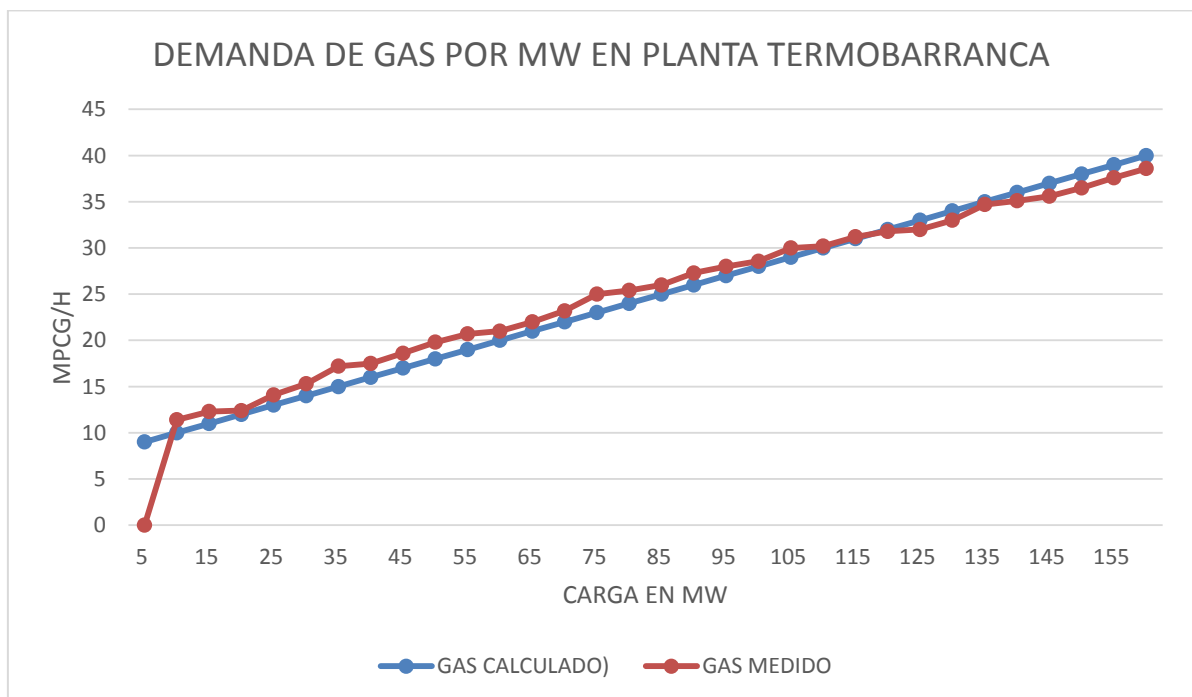
El tabulador esta proporcionado por especificaciones directas del fabricante, en la tabla número 10 se podrá apreciar los datos con los que actualmente suele trabajar una turbina 100% a gas ubicada en Termobarranca.

TABLA N 10 CONSUMO DE GAS EN PLANTA TERMOBARRANCA Y RENDIMIENTO EN MW

ITEM	Carga	Mpcg/h (calculado)	Mpcg/h (medido)
0	FSNL	8	8.9
1	5	9	9
2	10	10	11.4
3	15	11	12.3
4	20	12	12.4
5	25	13	14.1
6	30	14	15.3
7	35	15	17.2
ITEM	Carga	Mpcg/h (calculado)	Mpcg/h (medido)
8	40	16	17.5
9	45	17	18.6
10	50	18	19.8
11	55	19	20.7
12	60	20	21.6
13	65	21	22
14	70	22	23.2
15	75	23	25.4
16	80	24	25.6
17	85	25	26.7
18	90	26	27.7
19	95	27	28.3
20	100	28	28.6
21	105	29	30.6
22	110	30	30.8
23	115	31	31.2
24	120	32	31.8
25	125	33	32.4

26	130	34	33.6
27	135	35	34.7
28	140	36	35.1
29	145	37	35.6
30	150	38	36.5
31	155	39	37.8
32	160	40	38.6

Fuente: Vega Y, 2019.



Fuente: Vega Y, 2019.

Al valorar la potencialidad del generador eléctrico base gas se observa que el gas calculado no presentan mayor variación al gas medido, aunque si existe una pequeña diferencia entre el requerimiento de una carga a otra.

Reportes de generación eléctrica en Refinería Batalla de Santa Inés

Fecha 05/03/2019 Reporte a las 06:00 AM PGBSI En servicio unidad:0 Generando 0MW Autonomía: 19.0 días Inventario:2.038.365Lts Cisterna recibidas: 2 para el día 04/03/2019	Fecha 15/03/2019 Reporte a las 06:30 pm PGBSI En servicio unidad:0 Generando 0MW Autonomía: 19.9 días Inventario:2.132.000Lts Cisterna recibidas: 1 para el día 15/03/2019	03/2019 as 06:00 AM PGBSI En servicio unidad:0 Generando 0MW Autonomía: 19.0 días Inventario:2.038.365Lts Cisterna recibidas: 0 para el día 05/03/2019
---	---	---

Fuente: Alvarez T.2019.

Sin embargo, en los 3 reportes anteriores se puede demostrar la inactividad la planta por fallas técnicas de uno de los motores tal como se comprueba.

Objetivo Numero 4:

Evaluar las ventajas y beneficios de la generación de energía a gas natural para la producción de crudo en la sub-cuenca Barinas.

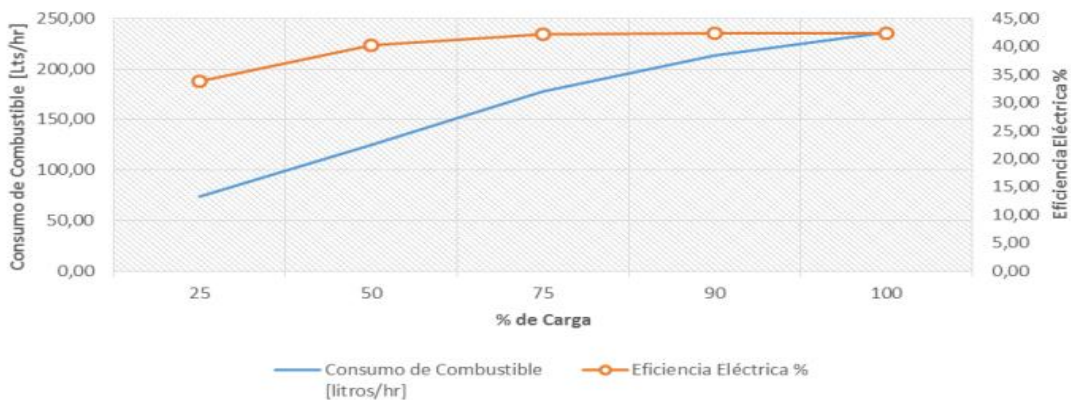
El fin de la siguientes tabla comparativa es justificar la preferencia por el gas natural como combustible.

Las densidades están indicadas en condiciones de presión atmosférica y -162 °C para el gas natural, y a igual presión

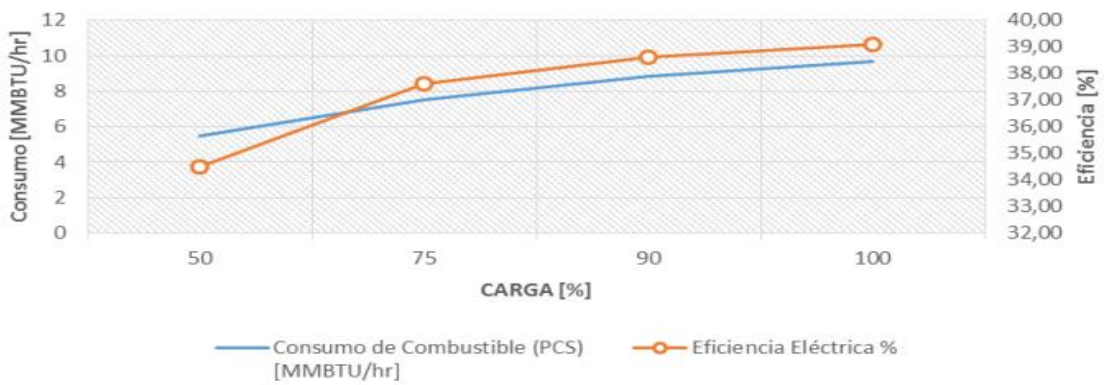
PROPIEDAD	DIÉSEL	GNL
Densidad (kg/m3)	833-881	450
Temperatura de auto-ignición (K a 1 bar)	530	810
Límites de inflamabilidad (%volumen)	0,7-5	4-16
Relación másica aire-combustible estequiométrica	14,5	17,2
Poder calorífico (MJ/kg)	42,5	46-50,2
Velocidad de llama	30	380
Temperatura de llama (K y a 1 bar)	2327	2233
Número de Octano	30	0
Número de Cetano	40-55	0
% de carbono	85	0

% de hidrógeno	15	25
% de oxígeno	0	0
% de azufre	<350 ppm	0

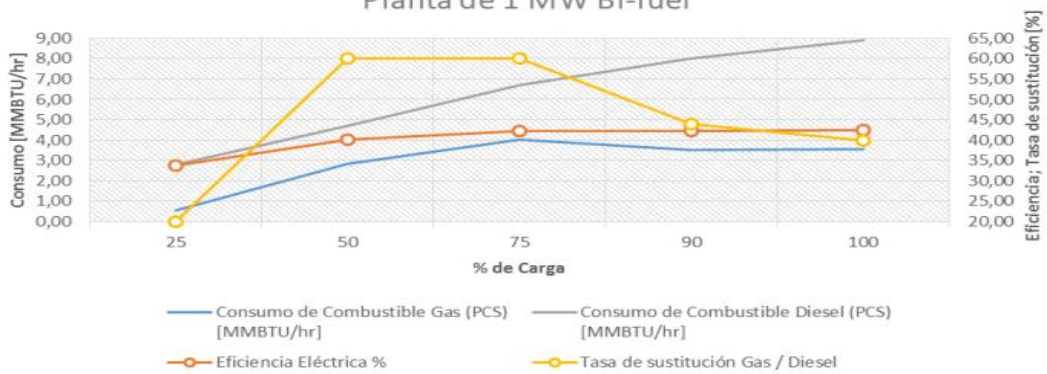
Consumo & Eficiencia Planta de 1 MW Diesel



Consumo & Eficiencia Planta de 1MW GN



Consumo, Eficiencia & Tasa de Sustitución Planta de 1 MW Bi-fuel



La tabla y figuras expuestas, indican el rendimiento que presentan el combustibles diesel y gas, demostraciones obtenidas del trabajo investigativo de Fernando Montaña y con esto constatar de los beneficios de la utilización del gas como lo es, el mínimo almacenamiento de carbonilla, menos puntos calientes; no se deposita plomo, menor quemado de las válvulas; aceite más limpio, menos sedimentos y menor consumo de aceite, además no se escurre combustible por las paredes de los cilindros, una mayor vida al motor, entre otras y como ventaja tangible y evidenciable la reducción de los costos de servicio y mantenimiento en motores cuyo combustible es el gas.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo con la información obtenida de distintas fuentes durante el desarrollo de este trabajo, tomando en cuenta la opinión de dos superintendente en la parte de generación eléctrica de la Subcuenca Barinas división Boyacá, es más eficiente la utilización del gas natural al ser denominado combustible verde y considerado como la alternativa energética del siglo XXI., añadiendo que la inversión económica que se debe llevar cabo para mantener la Turbina FA-7001 general Electric, cuyo funcionamiento es en base a gas, es económica a diferencia del wartsila, que puede funcionar con combustible diesel, diesel marino o incluso gas natural, su mantenimiento con los dos tipos de diesel tanto del motor como de la planta en general son más costosos y conlleva más tiempo de trabajo.

Se constató en campo que la demanda energética actual es de 5MW en su operatividad de campo de 6.6% y la capacidad de motores Wärtsilä en un 95% es de 15 megavatios, por tanto este no realiza su función en particular de modo isla por la poca capacidad energética que debe suministrar a campo, dejando como alternativa el suministro desde el sistema SEN, el cual es alimentado por la Planta Termobarranca y no se puede dirigir directamente a la necesidad de campo ya que este abastece la demanda energética en el estado Barinas.

El consumo diario del Wärtsilä es de 88.000 litros/día y respecto al gas natural como combustible consume 1846.153,44 ft³/día, lo cual demuestra una factibilidad en la aplicación de la generación a gas.

Cabe destacar que en estos momentos la industria petrolera no lleva la contabilidad de pies cúbicos que se quema, pero si consideramos datos anteriores de la estación de flujo Borburata (Septiembre, 2017 el manejo de gas mediante los mechurrios era de 1-3 mmscfd “mil millones de pies cúbicos de gas”, la cantidad de pies cúbicos que se quema en el ambiente es superior a la demanda de los motores Wärtsilä.

En vista del potencial que tienen, los motores Wärtsilä en su equidad de generación eléctrica, indiferentemente del tipo de combustible a usar y por la disminución de costos operacionales en cuanto a servicios de mantenimientos, siendo más caros estos con generación diesel que a gas, estos motores resultan 100% eficientes para la utilización del gas como combustible.

Ya que el poder calorífico que posee gas natural es ligeramente superior al del diésel, su combustión no daña los componentes de la cámara de combustión en mayor proporción de lo que lo haría el combustible diésel, y al no contener azufre, reduce la corrosión, al no producir SO_x, es decir, alarga la vida útil del motor considerado el requerimiento económico para su funcionamiento.

RECOMENDACIONES

Reactivación de los pozos petroleros de la Sub-cuenca barinas para incrementar la producción de crudo en el estado y de esta manera se inicia la nueva operatividad de motor wartsila y desahogar la demanda desde el sistema SEN para así restaurar la operación modo isla que se usaba con anterioridad.

Se recomienda a la industria petrolera la reactivación de los medidores de presión de gas (manómetro tipo bourdon) para tener el estimado exacto del gas que es expulsado a través de los sistemas de venteo así como aplicar la cromatografía para saber la composición de dicho gas y en el caso de que estos datos existiesen, permitir el manejo de dicha información para la realización de investigaciones futuras.

Se recomienda a la industria dar los pasos necesarios para la generación eléctrica a gas ya que esto representa una disminución en los costos operativos y por ende una disminución en los de producción.

Al contar con equipos diseñados para la generación eléctrica a gas, debería ser más tomados en cuenta, ya que se contribuye a la minimización de daños a la atmósfera, además de evitarse altos costes de mantenimiento en motores o centrales donde se encuentren.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asamblea Nacional de Venezuela (1999). Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos de la República Bolivariana de Venezuela. Nro. de Gaceta Oficial: 36793

(fuente: <http://www.enagas.gob.ve/info/gasnatural/reservasvzla.php>)

Campo Marquina, J. (2005) "Venezuela, dale gas" en Observatorio de la Economía Latinoamericana Número 47.

Karim, G. a. (2015). Dual-FuelDieselengines. U.S.: CRC Press, Taylor & Francis Group.

RilimarCaceres (2001) *Evaluacion de la factibilidad del uso del gas natural* .trabajo de grado, universidad de oriente Anzoátegui, Venezuela

Willis, H. (2002). *Spatial Electric Load Forecasting. Second Edition, Revised and Expanded*. Nueva York, Estados Unidos de América: Marcel Dekker, Inc.

<http://www.aficionadosalamecanica.net/images%20GLP/gas-emisiones.jpg>

<http://www.antoniolima.web.br.com/arquivos/podercalorifico.htm>

<http://www.energiza.org/antiores/energizajunio2011.pdf>

<http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/>

<http://ciudadbarinas.olx.con.ve/cursos-de-petroleo-y-gas-en-barinas-por-oxford-lid-258861725>

<http://inyecciondieselnaval.blogspot.com/2015/07/el-motor-wartsila-50df-utilizando-gas.html>

<http://petro-villa.blogspot.com/>

<https://preciogas.com/faq/factor-conversion-gas-natural-kwh>

<http://venciclopedia.com/index.PHP?title=Barinas>

<https://www.wartsila.com/dom/sala-de-prensa/news/02-06-2015-wartsila-lanza-el-nuevo-motor-wartsila-31-un-gran-paso-adelante-en-eficiencia>

<https://www.powermarine.com.ar/herramientas.htm>

<http://www.PDVSA.com/index.php?>

[http://www.enagas.gob.ve/info/gasnatural/reservasvzla.php\)](http://www.enagas.gob.ve/info/gasnatural/reservasvzla.php)

ANEXOS

**DATOS REALES DE UNOS DE LOS POZOS DE CAMPO CIPORORO
PARA REALIZAR LA CROMATOGRFÍA DE GASES**



TITULO		INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO			
CODIGO	FECHA DE EMISION	FECHA DE REVISION	Nº DE REVISION	CONTROL DEL DOCUMENTO	Nº DE PAGINAS
WT-FR-LAB-018	03/07/2011	01/03/2017	03	REVISADO POR: José Briceño APROBADO POR: Ana Larrazábal	6 de 16

Nº CERTIFICADO: WT-LAB-HC-0422

RESULTADO DEL ENSAYO DE LA MUESTRA POZO 4X

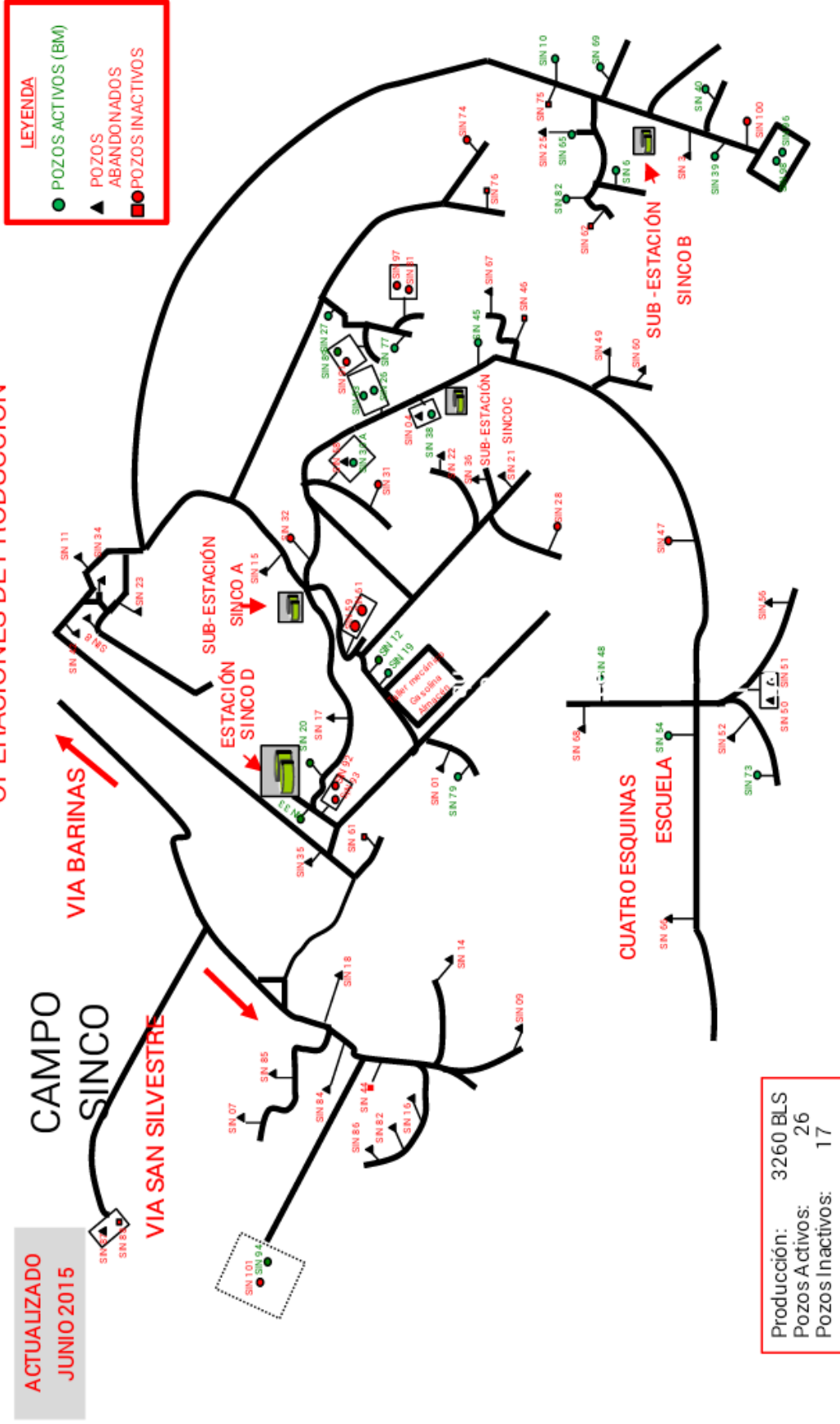
COMPUESTO	% MOLAR	% MASICO	U % MOLAR (K=2)	FRACCION MOLAR	FRACCION MASICA	GPM	Densidad Liquido (Lb/gal)
Metano	92,9905	81,8167	1,3873	0,9299	0,8182	----	2,5*
Etano	0,9201	1,5174	1,0535	0,0092	0,0152	0,2454	2,9716
Propano	0,9311	2,2519	1,1948	0,0093	0,0225	0,2558	4,2301
n-Butano	0,3210	1,0233	1,0095	0,0032	0,0102	0,1010	4,8696
i-Butano	0,3180	1,0136	1,0440	0,0032	0,0101	0,1038	4,6934
n-Pentano	0,2411	0,9539	0,9775	0,0024	0,0095	0,0871	5,2618
i-Pentano	0,2644	1,0463	1,0012	0,0026	0,0105	0,0966	5,2074
n-Hexano	0,1545	0,7304	1,0160	0,0015	0,0073	0,0634	5,5363
n-Heptano	0,1772	0,9739	1,0175	0,0018	0,0097	0,0816	5,7375
n-Octano	0,0014	0,0086	1,0242	0,0000	0,0001	0,0007	5,8942
n-Nonano	0,0002	0,0014	1,0437	0,0000	0,0000	0,0001	6,0183
n-Decano	0,0000	0,0000	1,1144	0,0000	0,0000	0,0000	6,1200
C ₁₁ ⁺	0,0000	0,0000	1,4173	0,0000	0,0000	0,0000	6,2000
Nitrógeno	0,2513	0,3861	0,9628	0,0025	0,0039	----	6,7270
CO ₂	3,4291	8,2765	1,0023	0,0343	0,0828	----	6,8534

CONTENIDO DE LIQUIDO TOTAL			
C3+ (GPM)	0,7901	C4+ (GPM)	0,5343
C7+ (GPM)	0,0824		

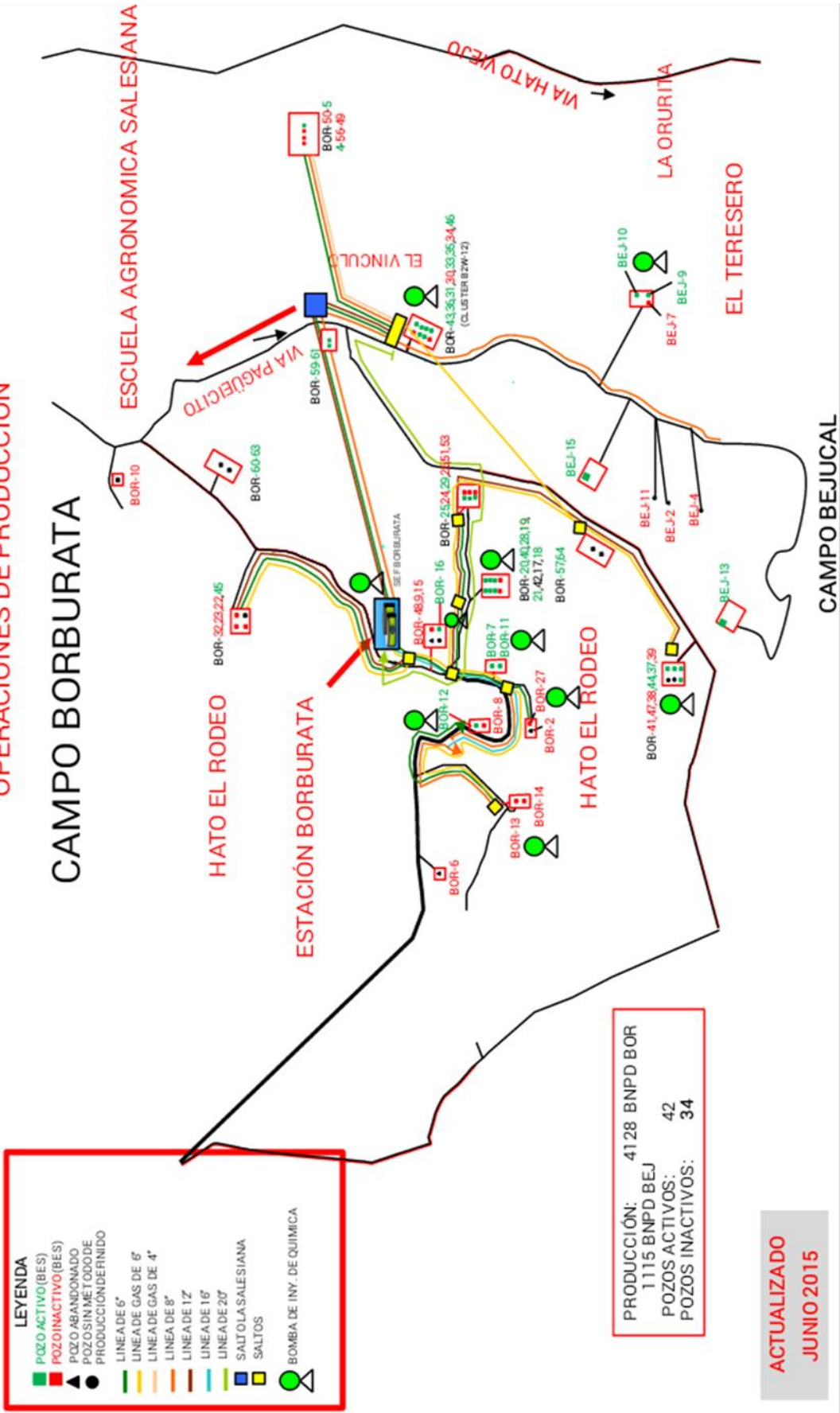
PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS		
Gravedad Especifica del Gas	0,6288	-----
Factor de Compresibilidad	0,78	-----
Poder Calorifico Bruto	1037,18	BTU/ft ³
Poder Calorifico Neto	935,96	BTU/ft ³
Presión Pseudocrítica	669,92	PSIA
Temperatura Pseudocrítica	358,40	R
Factor de Gravedad del Gas	1,27	-----
Viscosidad del Gas	0,0181	CP



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN – DIVISIÓN CENTRO SUR OPERACIONES DE PRODUCCIÓN



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN – DIVISIÓN CENTRO SUR
OPERACIONES DE PRODUCCIÓN



LEYENDA

- POZO ACTIVO (BES)
- POZO INACTIVO (BES)
- POZO ABANDONADO
- POZOS IN METODO DE PRODUCCION DETERMINADO
- LINEA DE 6"
- LINEA DE GAS DE 6"
- LINEA DE GAS DE 4"
- LINEA DE 8"
- LINEA DE 12"
- LINEA DE 16"
- LINEA DE 20"
- SALTO A LA SALESIANA
- SALTOS
- BOMBA DE INV. DE QUIMICA

PRODUCCION:	4128 BNPD BOR
1115 BNPD BEJ	
POZOS ACTIVOS:	42
POZOS INACTIVOS:	34

ACTUALIZADO
JUNIO 2015

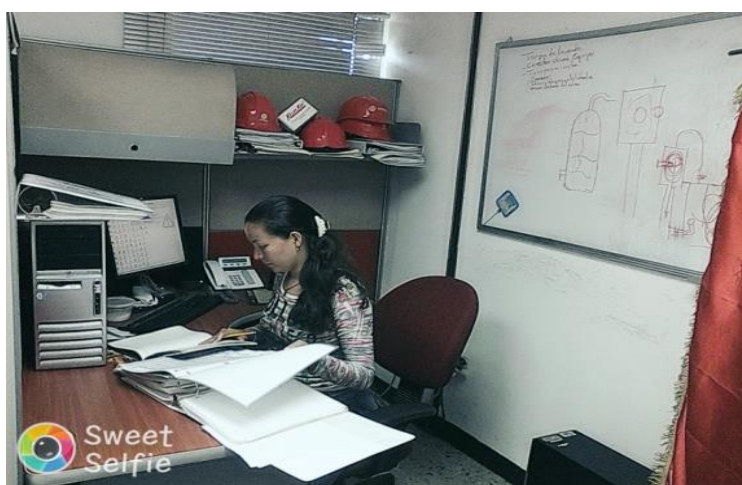
Entrevista a Ing. Richar Moreno (Superintendente de operaciones eléctricas, Termobarranca)



Entrevista al Ing. Lewis Rangel



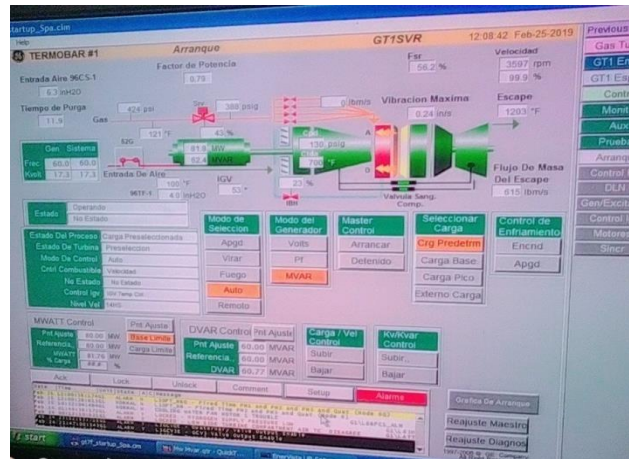
Recolección de información- despacho, estación Mayor.



VISITA EN TERMOELECTRICA
Turbina FA-7001 General Electric



Programa MARK- VI :es el control de la turbina



Fuente: Vega Y, 2019.

Visita en Campo area 16, rebose de pozo 13-3X (tres años inhabilitado)



Visita Estación Sinco D



Balancín 912

