

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE
SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA



**SELECCIÓN DE UN GRUPO ELECTROGENO PARA LA
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA AL MOTOR DE LA BOMBA
CONTRA INCENDIOS DE LA AEROPLANTA EL TROMPILLO**

**TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN TRANSPORTE,
ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS**

MARCO ANTONIO DAZA TORRES

**Sucre - Bolivia
2023**

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Diplomado en Transporte, Almacenamiento y Distribución de Hidrocarburos de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Marco Antonio Daza Torres
Nombres y Apellidos

Sucre, diciembre de 2023

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a:

Dios sobre todas las cosas a mis padres
Que me apoyaron desde un inicio
a mi madre que fue mi motor para seguir
adelante a mis hermanos que me
acompañaron en los momentos mas
difíciles de mi vida a mis compañeros
amigos por darme su amistad y cariño.
A mis familiares que siempre estuvieron
Pendiente de mí y por ultimo a mi padre
Que siempre fue y será mi protector.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente para empezar un camino lleno de éxito.

Agradecer también mi universidad por darme la herramienta las enseñanzas para ser un profesional y persona de bien a mis docentes que en cada año de la universidad siempre tienen las mejores.

Muestro mis más sinceros agradecimientos a mi tutor, docentes, quien con su conocimiento y su guía fue una pieza clave para que pudiera desarrollar mi trabajo de investigación gracias por estar ahí y dedicarme su tiempo durante estos meses.

Por último, quiero agradecer a la base de todo, a mi familia, en especial a mis padres, que quienes con sus consejos fueron el motor de arranque y mi constante motivación, muchas gracias por su paciencia y comprensión, y sobre todo por su amor.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se basa en la Aeroplanta el Trompillo que es una planta de almacenamiento de combustibles de aviación es administrada por YPFB aviación es una planta antigua por lo tanto muchos de sus equipos son antiguos e ineficientes la Aeroplanta cuenta con sistemas de almacenamiento sistemas de recepción y despacho oficinas administrativas talleres sala de reuniones y un sistema contra incendios donde nos enfocamos en el motor eléctrico de la bomba del sistema contra incendios y su fuente de alimentación eléctrica que solo era una red normal de la CRE R.L, al ver que el motor eléctrico era antiguo un IE1 es decir un motor ineficiente que consumía mucha electricidad.

Se pudo ver que no cumplía con las normas NFPA que dice si el motor es uno de tipo eléctrico mínimamente tiene que contar con una fuente independiente de energía eléctrica de emergencia en otras palabras no contaba con una instalación de un grupo electrógenos, pero se contaba con tableros de control y un ambiente donde se encontraba un transformador antiguo de media tensión instalada al nivel del suelo que igualmente no cumplían con normas más actuales.

Se aplicaron ingeniería básica para los cálculos de la potencia requerida o aparente en KVA donde se usaron ecuaciones del fabricante MOSA que estaban en función de una potencia en CV y también se dependía del tipo de Arranque ya sea Directo o Estrella Triangulo.

Entonces se decidió seleccionar un grupo electrógeno de emergencia para el motor eléctrico de la bomba del sistema contra incendios de la Aeroplanta el Trompillo ubicándolo en el ambiente donde se encuentra el transformador antiguo ya que en la actualidad los transformadores se instalan en los postes de electricidad de la red normal de la CRE R.L se calculó la potencia requerida del motor en unos 75 KVA y se seleccionó un grupo electrógeno de la marca HIMOINSA el modelo es **HFW-75 T5** de exactamente 75 KVA de Potencia Requerida con un costo Bs 179,259.60 lo cual será suficiente para abastecer de electricidad al motor eléctrico del bomba del sistema contra incendios.

1 CONTENIDO

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.3.1 <i>Justificación Técnica</i>	3
1.3.2 <i>Justificación Económica</i>	3
1.3.3 <i>Justificación Social</i>	3
1.4 METODOLOGÍA	4
1.4.1 <i>Métodos</i>	4
1.4.2 <i>Técnicas</i>	4
1.4.3 <i>Instrumentos</i>	5
1.5 OBJETIVOS	5
1.5.1 <i>Objetivo General</i>	5
1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i>	5
2 CAPÍTULO II: DESARROLLO	6
2.1 MARCO TEÓRICO	6
2.1.1 <i>Aeroplanta</i>	6
2.1.1.1 <i>Instalaciones de la Aeroplanta</i>	6
2.1.1.2 <i>Descripción de la Aeroplanta y suministro de combustibles de aviación</i>	7
2.1.1.3 <i>Normas NFPA</i>	8
2.1.1.4 <i>Elementos que componen el sistema de protección contra incendios</i>	9
2.1.1.5 <i>Bombas principales</i>	10
2.1.1.6 <i>Motor eléctrico de la Bomba contra incendios</i>	12
2.1.2 <i>Fundamentos de Electrotecnia y Electricidad</i>	13
2.1.2.1 <i>Voltaje</i>	13
2.1.2.2 <i>Frecuencia</i>	13
2.1.2.3 <i>Periodo</i>	13
2.1.2.4 <i>Potencia</i>	14
2.1.2.5 <i>Factor de potencia</i>	14
2.1.2.6 <i>Potencia activa</i>	14
2.1.2.7 <i>Potencia reactiva</i>	15
2.1.2.8 <i>Potencia aparente</i>	15
2.1.2.9 <i>Calculo de la Potencia Requerida en KVA</i>	16
2.1.2.10 <i>Otras formas de calcular la potencia de un grupo generador de corriente</i>	17
2.1.3 <i>Grupos electrógenos</i>	17
2.1.3.1 <i>Tipos de Grupos electrógenos</i>	18
2.1.3.2 <i>Composición de un Grupo Electrógeno</i>	19
2.1.3.3 <i>Condiciones Ambientales de Trabajo del Grupo electrógeno</i>	20
2.1.3.4 <i>Fabricantes de grupos electrógenos</i>	21
2.1.3.5 <i>Grupos electrógenos Himoinsa</i>	22
2.1.3.6 <i>Ubicación del grupo Electrógeno</i>	23
2.2 MARCO CONTEXTUAL	25
2.2.1 <i>Ubicación</i>	25
2.2.2 <i>Descripción de la Aeroplanta El Trompillo</i>	25
2.2.2.1 <i>Sistema de almacenamiento</i>	25
2.2.2.2 <i>Sistema de recepción y despacho de la Aeroplanta</i>	26

2.2.2.3	sistema contra incendios.	27
2.2.2.4	Motor eléctrico.	28
2.2.2.5	Tablero de Control.....	29
2.2.2.6	Transformador de la Aeroplanta.	30
2.2.2.7	Descripción de un plano de la Aeroplanta el Trompillo	30
2.2.3	<i>Diagnostico</i>	31
2.3	INFORMACION Y DATOS OBTENIDOS.....	32
2.3.1	<i>Desarrollo de la Propuesta</i>	32
2.3.2	<i>Resultados Obtenidos</i>	33
2.4	ANALISIS Y DISCUSION.	34
2.4.1	<i>Análisis de los datos obtenidos</i>	34
2.4.1.1	Fichas Técnicas para la Selección de Grupos Electrógenos.....	35
2.4.1.2	Estimación de Costos.	40
2.4.1.3	Costos Instalación de grupos electrógenos.	40
2.4.2	<i>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</i>	41
2.5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	42
2.5.1	<i>RECOMENDACIONES</i>	43
3	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	45
4	ANEXOS.	46

INDICE DE TABLAS

TABLA 1	REDUCCIÓN DE LA POTENCIA DE UN GENERADOR EN FUNCIÓN DEL COS(ϕ).....	14
TABLA 2	TIPOS DE ARRANQUE DE MOTORES	16
TABLA 3	REDUCCIÓN DE POTENCIA DEL GENERADOR EN FUNCIÓN TEMP Y ALTITUD	21
TABLA 4	DATOS DE LA PLACA DEL MOTOR ELÉCTRICO	29
TABLA 5	VALORES PARA EL CÁLCULO DE LA POTENCIA	33
TABLA 6	RESULTADOS DE POTENCIA APARENTE PARA LA SELECCIÓN DE GRUPOS ELECTRÓGENOS.....	33
TABLA 7	SELECCIÓN DE GRUPOS ELECTRÓGENOS	35
TABLA 8	CATALOGO DE PRECIOS DE GRUPOS ELECTRÓGENOS AYERBE	36
TABLA 9	GRUPO ELECTRÓGENO DE 105 KVA HIMOINSA MONOFÁSICO	37
TABLA 10	GRUPO ELECTRÓGENO DE 75 KVA HIMOINSA TRIFÁSICO	38
TABLA 11	GRUPO ELECTRÓGENO DE 100KVA HIMOINSA TRIFÁSICO	39
TABLA 12	TABLAS DE COSTOS DE GRUPOS ELECTRÓGENOS	40
TABLA 13	COSTOS DE INSTALACIÓN	41

INDICE DE FIGURAS

figura 1 partes de una bomba centrífuga	10
figura 2 bombas jockey del sistema contra incendios	11
figura 3 motor eléctrico trifásico.....	12
figura 4 representación gráfica de un factor de potencia bajo.....	14
figura 5 triangulo de potencias	15
figura 6 grupo electrógeno de emergencia	18
figura 7 grupo electrógeno abierto.....	19
figura 8 grupo electrógeno insonorizado.....	20
figura 9 siglas para diferenciar un generador himoina	22
figura 10 tanque de combustible diésel	24
figura 11 ubicación de la aeroplanta el trompillo.....	25
figura 12 entrada principal a la aeroplanta el trompillo.....	25
figura 13 tanques de almacenamiento jet fuel y av-gas	26
figura 14 bombas de recepción y despacho	27
figura 15 sistema contra incendio de la aeroplanta el trompillo.....	28
figura 16 bomba del sistema contra incendios de la aeroplanta el trompillo	28
figura 17 placa del motor eléctrico.....	29
figura 18 tablero de control.....	29
figura 19 transformador antiguo.....	30
figura 20 plano de la aeroplanta el trompillo	31
figura 21 grupo electrógeno ayerbe.....	36
figura 22 esquema general de instalación de una aeroplanta.....	46
figura 23 corriente alterna trifásica	47

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES.

Recopilando información de la Universidad Mayor, Real Y Pontificia San Francisco Javier de Chuquisa en la Facultad de Tecnología se encontró una investigación sobre un **“Estudio Tecnico-Economico Para la Implementación de una Planta de Almacenamiento y Suministro de Combustibles de Aviación en el Aeropuerto Internacional de Alcantari-Chuquisaca”** de Duran Saavedra Karen Jessica del año 2017 donde describe una Planta de Almacenamiento de combustibles de aviación basándose en normas NFPA, API, ASME y evaluando cada elemento de la Planta.

Se recopilo información de la Universidad Mayor de San Andrés de la facultad de tecnología de la carrera de ingeniería petrolera **“Diseño Del Sistema de protección contra incendios y Elaboración Del Plan de Emergencia para el área de Tanques Estacionarios de GLP de la Planta de producción de sales de potasio de Yacimientos de Litios Bolivianos”** de García Heredia Erika Andrea de 2021 donde elabora un diseño del sistema contra incendios a temperaturas extremas muy bajas y analiza toda la planta y busca los puntos más críticos basándose en normas de la NFPA y realiza un plan de emergencia extensa.

Se encontró investigaciones de la Universidad Mayor de San Andrés de la Facultad de Tecnología sobre **“Redimensionamiento de la instalación del grupo electrógeno auxiliar para la clínica arco iris zona sur”** donde aplicaban la norma vigente NB777 de Wilmer Pomier Pacajes del año 2019 que para la instalación de ese tipo de generadores la clínica no cumple esta norma y realizan un nuevo cálculo analizando todas las potencias de los equipos y oficinas de la clínica para instalaciones de corriente baja.

También se encontraron investigaciones de **“Implementación de un sistema de emergencia en el edificio de la Facultad de Odontología de la Universidad Mayor de san Andrés”** donde Guido Gonzalo Carvajal Alcon del año 2014 selecciona grupos electrógenos de emergencia basándose en el cálculo de la potencia aparente (KVA) y calculando la potencia de cada equipo dentro del recinto según norma.

Se indagó también en investigaciones de la Universidad Mayor de San Andrés que tenían como tema **“La instalación de un sistema de protección contra incendios para laboratorios farmacéuticos Lafar S.A”** de Ramiro Choque Quisbert del año 2017 donde aplicaban normativas actuales como la NFPA 20 y NFPA en general para saber los pasos mínimos de instalación.

También se encontraron investigaciones o presentaciones de perfil de La Escuela Militar de Ingeniería (EMI) sin el autor donde aplicaban Reingeniería de la provisión de jet-a1 para ampliar la capacidad de almacenaje y compensar las necesidades de la Aeroplanta del Trompillo en la ciudad de Santa Cruz para que el aeropuerto vuelva a tener un estatus de aeropuerto internacional modernizando la planta con normativas más actuales (2014).

Se encontró un informe de pasantía realizada en la empresa Hansa Ltda. En la **“Implementación de sistema de energía ac/dc y grupos electrógenos en el proyecto PST 2480”** de Mario Ivan Mancilla Segales del año 2017 para la empresa Entel donde se basan sobre todo en el área de telecomunicaciones a nivel nacional se basaron en la selección de dos tipos de grupos electrógenos monofásicos y trifásico según norma.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la Aeroplanta El Trompillo lo que respecta con el sistema contra incendios se cuenta con una sola bomba la cual es accionado por motor eléctrico y dicho motor eléctrico es alimentado por la única fuente de energía suministrado a través de la red normal de la línea de la CRE R.L. que es la cooperativa rural de electrificación R.L. de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra por lo cual la aeroplanta no cuenta con un suministro independiente o auxiliar para la bomba del sistema contra incendios.

La NFPA que es la normativa para la instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios recomienda que los motores que se utilizaran en el sistema contra incendios sean a diésel, pero también permite la instalación de motores eléctricos siempre y cuando se cuente con un equipo de respaldo que suministre energía eléctrica de manera independiente al motor de la bomba contra incendios la selección del tipo de motor para su instalación se da debido a que los motores a diésel son mucho más costosos que los motores eléctricos.

La Aeroplanta el Trompillo no cumple con muchas de las normativas NFPA en general su sistema contra incendios que protege uno de los puntos más críticos de la planta como son los tanques de almacenamiento de combustibles al darse un incidente ya sea un corte de energía de la red normal o un incendio el sistema contra incendios queda obsoleto causando un paro innecesario de las operaciones de la planta generando no solo pérdidas económicas también poniendo en riesgo la vida de los operadores y en el peor de los casos pérdidas humanas.

La Aeroplanta El Trompillo que es una planta antigua que viene operando desde los años 1920 al no modernizarse a normas más actuales lo hace una planta ineficiente.

1.3 JUSTIFICACIÓN.

1.3.1 *Justificación Técnica.*

La elaboración de este trabajo de investigación (Monografía) permitirá dar solución a un problema real que presenta la Aeroplanta el Trompillo dada la importancia de la energía eléctrica donde es indispensable contar con un suministro confiable y continuo ya que cualquier falla o corte del suministro a la planta, deja obsoleto el motor de la bomba contra incendios y puede ocasionar grandes pérdidas no solo económicas sino también humanas.

1.3.2 *Justificación Económica.*

Por otra parte, si lo vemos desde el punto de vista económico la planta tiene bombas de trasvase de combustible por lo cual la planta no debe parar y tener un suministro de energía auxiliar o de emergencia que impedirá pérdidas económicas grandes a los dueños de la aeroplanta y a la vez la misma instalación del grupo electrógeno generará un proyecto de empleo a la empresa contratada y encargada de la instalación.

1.3.3 *Justificación Social.*

Desde el punto de vista social este trabajo de investigación alentará a los futuros profesionales o estudiantes a no encerrarse o limitarse al área de su carrera sino abordar otros campos fuera

de la carrera como un caso especial se tomó como un reto entrar en una investigación en el área de la electricidad, generadores etc. Estos últimos años se rumoreaba mucho por las redes sociales de que las reservas de gas se están agotando lo cual nos conlleva a pensar en una serie de situaciones a futuro en que pasara con los ingenieros petroleros cuando se agoten los hidrocarburos se acabara la carrera petrolera pues claro que no al final somos ingenieros y debemos tener la capacidad de adaptarnos a diferentes campos de la ingeniería.

En lo Ambiental cuando trabajamos con motores eléctricos son limpios, silenciosos, pequeños y eficientes no producen contaminación acústica a comparación de los motores a diésel que son muy ruidosos y de gran tamaño y requieren mayor mantenimiento. Al instalar un suministro de energía auxiliar en el peor de los casos es que ocurra un incendio, pero para evitar eso se está proponiendo la instalación de un grupo electrógeno para el motor de la bomba contra incendios.

1.4 METODOLOGÍA.

1.4.1 Métodos.

La presente investigación fue realizada mediante una metodología adoptada para la recolección de datos para el trabajo será de tipo bibliográfico, analítico y descriptivo.

Método analítico: nos ayudara a describir la situación de lo general a lo específico para dar soluciones usando fórmulas matemáticas básicas para la selección de un grupo electrógeno

Método descriptivo: porque se interpreta y se analiza diversos parámetros en base a los cuales se desarrollará la presente monografía describiendo el motor de la bomba del sistema contra incendios.

Método bibliográfico: nos darán estrategias para recabar información de libros físicos, digitales, proyectos relacionados a nuestro tema de investigación

1.4.2 Técnicas.

Se hará consultas o entrevistas a gente profesional del área petrolera que tuvo la oportunidad de trabajar en el lugar de acción de mi investigación.

Se realizarán técnicas de observación a los fenómenos en el entorno actual donde se desea realizar el proyecto mediante recolección de fotografías reales y recientes de la Aeroplanta.

1.4.3 Instrumentos.

La recolección de datos se realizará mediante la consulta de libros informes oficiales de las compañías operadoras y documentos de la empresa fabricante de los equipos, herramientas libros digitales PDF proyectos Tesis monografías y sitios web.

Se usarán videos tutoriales de YouTube relacionados al tema de investigación donde se recopilará información teórica, cálculos, imágenes.

Páginas web de los fabricantes de equipos que nos interesan a nuestra investigación.

Envío de correos electrónicos de las empresas que nos interesan para pedir información catálogos y precios.

1.5 OBJETIVOS.

1.5.1 Objetivo General.

Seleccionar un grupo electrógeno para la alimentación eléctrica independiente o exclusiva de acuerdo a estándares de la NFPA para el motor de la bomba del sistema contra incendios de la Aeroplanta el Trompillo

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Describir el sistema contra incendio actual con la que cuenta la Aeroplanta El Trompillo.
- Determinar la potencia requerida del grupo electrógeno a seleccionar.
- Seleccionar tres fabricantes de grupos electrógenos.
- Evaluar técnica y económicamente el equipo que se ajuste de mejor manera a los requerimientos de la Aeroplanta El Trompillo.

2 **CAPÍTULO II: DESARROLLO**

2.1 **MARCO TEÓRICO.**

2.1.1 *Aeroplanta.*

Una Aeroplanta es una planta de almacenamiento de combustibles de aviación jet fuel, AVGAS, diésel oíl etc. la aeroplanta pueden tener tanques verticales, horizontales, superficiales y subterráneos. Para la recepción y despacho del combustible se usan bombas de trasvase accionadas por motores eléctricos trifásico o también motores a diésel para plantas industriales, se cuentan también con oficinas administrativas, talleres, salas de conferencias y también cuentan con bombas para un sistema contra incendios que su función principal es proteger los puntos más críticos de la aeroplanta que son los tanques de almacenamiento de combustibles.

2.1.1.1 *Instalaciones de la Aeroplanta.*

La infraestructura básica que corresponde a una planta de almacenamiento de combustibles de aviación es:

- Sistemas de recepción de combustibles de aviación para camiones cisternas ductos dedicados y/o poliductos.
- Sistemas de almacenamiento de combustibles de aviación.
- Sistema de despacho de combustibles de aviación a Pit's hidrantes cuando corresponda, gabinetes estacionarios y/ reabastecedora de combustible (refuellers).
- Sistema "Deadman" en sistemas de abastecimiento a aeronaves.
- Equipos móviles para abastecimiento sobre y bajo ala (Refuellers, servicers y/o gabinetes fijos y móviles, con o sin tanque acuerdo a necesidad).
- Plataforma de carga de equipos de reabastecimiento.
- Vías de circulación vehicular dentro de la Planta.

- Sistemas y/o dispositivos de seguridad contra incendios.
- Sistema de drenaje fluvial e industrial independiente.
- Laboratorio de control de calidad.

Los equipos, sistemas y construcciones deberán cumplir en su diseño, fabricación, instalación operación y puesta en funcionamiento, con la norma NFPA 407 en lo que corresponda y con normas técnicas y de seguridad específica a cada área (Duran, 2017).

2.1.1.2 Descripción de la Aeroplanta y suministro de combustibles de aviación.

a) Sistema de recepción.

El sistema de recepción debe estar ubicado fuera del área de tanques y contemplar, en su diseño, la recepción de hidrocarburos mediante camiones cisternas y/o ducto.

El sistema de recepción contara principalmente de los siguientes elementos equipos e instalaciones: Manifold de recepción que permita la distribución de cada producto a los diferentes tanques en forma independiente, provista de válvulas de bloqueo, válvulas de retención (check), válvulas de alivio, y todos los dispositivos necesarios para una buena operación. Las líneas serán diseñadas e instaladas de acuerdo a la norma ASME B31.3.

b) Sistema de almacenamiento de combustibles de aviación.

El sistema de almacenamiento de combustibles de aviación estará constituido por al menos un tanque de almacenamiento por cada combustible de aviación disponible. Dicho sistema deberá permitir el control y medición del producto y deberá estar interconectado a los sistemas de recepción y despacho.

c) Sistema de despacho PIT´S Hidrantes.

Las redes de hidrante de los aeropuertos son un entramado de tuberías subterráneas que sirven para distribuir combustible desde las estaciones de almacenamiento y bombeo hasta los puntos de abastecimiento donde se suministran las aeronaves.

d) Sistema Contra Incendios.

Un sistema contra incendio se compone por: fuentes de abastecimiento, estación de bombeo, líneas de distribución, equipos de detección de humo o fuego y los elementos de supresión. Las cuales son diseñadas para controlar el fuego y en ciertas ocasiones detenerlo, en caso de no hacerlo este debe proteger a las instalaciones.

El agente extintor más común que se utiliza es el agua, por lo que es necesario disponer de cantidades optimas del suministro de las mismas con el caudal y presión óptimos para garantizar a todos los puntos considerados de riesgo de incendios.

La estación de bombas contra incendio, son diseñadas de acuerdo a la norma NFPA 20 “Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios”.

La red de tuberías debe formar un círculo cerrado, de manera que minimice perdidas por fricción. Para asegurar el abastecimiento, la tubería debe ser de acero al carbono según a la norma ASTM A-53 (Garcia, 2021).

2.1.1.3 Normas NFPA.

La NFPA (National Fire Protection Association) es internacionalmente reconocida y referenciada en la reglamentación nacional.

El diseño del sistema contra incendio se basa principalmente en las normas:

- NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas Rociadores.
- NFPA 14, Norma para la Instalación de Sistemas de Tuberías Vertical y Mangueras.
- NFPA 20, Norma para la Instalación de Bomba Estacionarias de Protección de incendio.
- NFPA 22, Norma de Depósitos de agua para Protección de Incendio.
- NFPA 24, Norma para la Instalación de Tuberías para Servicio Privado de incendio y sus Accesorios.
- NFPA 25, Norma para la inspección, prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección contra Incendios.

2.1.1.4 Elementos que componen el sistema de protección contra incendios.

Los elementos mínimos con los que cuenta un sistema de protección contra incendios son:

- Fuente de Abastecimiento.
- Estación de bombeo.
- Línea de distribución
- Métodos de Supresión

a) Estación de Bombeo.

El equipo de bombeo incluye entre sus partes principales las bombas de uso contra incendios y el motor que accionara la misma, los mismos que pueden ser eléctricos o accionados con diésel.

Para motores a diésel la capacidad mínima del tanque de combustible deberá ser suficiente para garantizar un funcionamiento continuo de 6 horas a máxima potencia.

b) Bomba contra incendio.

Una bomba que proporciona flujo líquido y presión dedicados a la protección contra incendios. Su característica principal es satisfacer a las bombas centrífugas para su uso. No se deberán usar bombas de tipo reciprocante para sistemas de agua contra incendios.

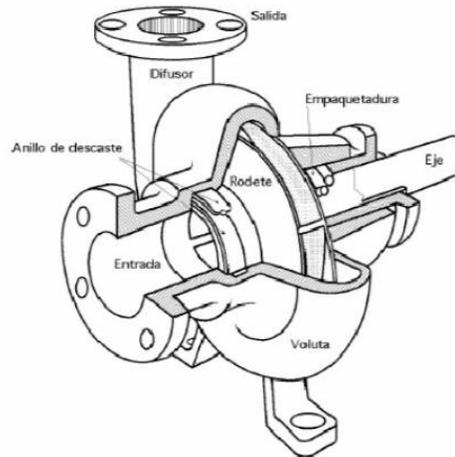
c) Bomba centrífuga.

Las bombas centrífugas son un tipo de bomba hidráulica que transforma energía mecánica en energía cinética de presión a un fluido. Las bombas centrífugas aumentan la velocidad de los fluidos para que estos puedan desplazarse grandes distancias.

Para hacer funcionar una bomba centrífuga existen los siguientes pasos: primero, el fluido entra por el centro del rodete o impulsor de la máquina. Éste dispone de una paleta curva, denominada álabe, que sirve para conducir el fluido.

Después, debido a la fuerza centrífuga que produce la bomba, el fluido es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba.

Figura 1 Partes de una bomba centrífuga



Fuente: (<https://onx.la/14334>)

1. **Ventajas de las bombas centrífugas.**

- No tienen órganos articulados y los mecanismos de acoplamiento son muy sencillos.
- Para una operación definida, el gasto es constante y no se requiere dispositivo regulador.
- Se adaptan con facilidad a muchas circunstancias.
- El peso es muy pequeño y dimensiones reducidas.
- El mantenimiento y pieza de recambio reducidos.
- Coste ajustado.
- La incorporación de variadores de velocidad permite mayor eficiencia.
- Los sistemas de bombeo completos son suministrados según las necesidades.

2.1.1.5 Bombas principales.

Se usan bombas centrífugas horizontales y verticales dependiendo de la altura de succión disponible desde la fuente de abastecimiento.

a) Bombas centrífugas horizontales.

Las bombas centrífuga horizontales serán capaces de suministrar (150%) de su capacidad nominal, a una presión no menor de (65%) de la presión nominal.

Las bombas centrifugas podrán utilizarse bajo las siguientes condiciones:

- Cuando se disponga de una succión positiva desde una fuente limitada de abastecimiento.
- Cuando se disponga de una con succión positiva, que garantice un mínimo de tres (3) horas y a la vez se cuente con una fuente ilimitada con succión negativa.

b) Bombas centrifugas verticales.

Estas bombas se usarán normalmente en aquellos en que se tenga una altura de succión negativa. Las mismas deberán ser capaces de suministrar un (150%) de su capacidad nominal, a una presión nominal. A cero flujos, la presión no deberá exceder del (140%) de la presión nominal

c) Bomba jockey

Una bomba jockey es una bomba pequeña conectada a un sistema de rociadores contra incendios para mantener la presión en las tuberías de los rociadores. Esto es para asegurar que, si se activa un rociador contra incendios, habrá una caída de presión, que será detectada por el controlador automático de las bombas contra incendios, lo que provocará el arranque de la bomba contra incendios.

Actualmente la bomba del sistema contra incendios de la Aeroplanta El Trompillo no cuenta con esta bomba lo cual no cumple con la norma de la NFPA.

Figura 2 Bombas Jockey del sistema contra incendios



Fuente: (<https://onx.la/c1048>)

2.1.1.6 Motor eléctrico de la Bomba contra incendios.

Es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica de rotación por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Es un motor clasificado según protección mecánica y métodos de refrigeración.

Los motores deberán estar listados para servicio de bombas contra incendio. Deben tener una placa indicando la clasificación listada disponible en caballos fuerza para impulsar la bomba.

La capacidad de potencia del motor cuando es equipada para el servicio de incendios no deberá ser menos que el 10% mayor de la potencia listada en la placa del motor (Garcia, 2021).

Figura 3 Motor eléctrico trifásico



Fuente: (<https://onx.la/4ee04>)

a) Motores eléctricos para bombas.

Una bomba contra incendios accionada por motor eléctrico deberá ser provista de una fuente de energía normal como fuente de disposición de manera continua.

La fuente de energía normal requerida deberá arreglarse de conformidad a uno de los puntos siguientes.

- Conexión de servicio dedicado a la instalación de la bomba de incendio.
- Conexión de la instalación productora de energía y sitio dedicada a la instalación de la bomba contra incendio.
- Conexión de alimentación derivada directamente del servicio dedicado a la instalación de la bomba de incendio.

La NFPA como primera sugerencia nos recomienda el uso de motores a diésel, pero no prohíbe el uso de motores eléctricos, pero exige que como mínimo que ese motor eléctrico debe contar una segunda fuente independiente de energía a la red normal de suministro eléctrico.

b) Motores a diésel para bombas.

Los motores a diésel para el impulso de bombas contra incendio deberán ser del tipo ignición por compresión. No deberán utilizarse motores de combustión interna encendidos por chispa (Garcia, 2021).

2.1.2 Fundamentos de Electrotecnia y Electricidad.

2.1.2.1 Voltaje.

La tensión eléctrica o diferencia de potencial es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. También se define como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula cargada para moverla entre dos posiciones determinadas. Se puede medir con un voltímetro. También es denominada como voltaje cuando se expresa en voltios (V), que es la unidad del Sistema Internacional de Unidades para esta magnitud y para el potencial eléctrico.

2.1.2.2 Frecuencia.

Frecuencia es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico puede ser una señal senoidal, triangular, cuadrada. Para calcular la frecuencia de un suceso, se contabilizan un número de ocurrencias de este teniendo en cuenta un intervalo temporal, luego estas repeticiones se dividen por el tiempo transcurrido. Según el Sistema Internacional (SI), la frecuencia se mide en hercios (Hz).

2.1.2.3 Periodo.

Período de una oscilación u onda (T) es el tiempo transcurrido entre dos puntos equivalentes de la onda o cualquier fenómeno, suceso periódico puede ser una señal senoidal, triangular, cuadrada. Es el mínimo lapso que separa dos instantes en los que el sistema se encuentra exactamente en el mismo estado: mismas posiciones, mismas velocidades, mismas amplitudes.

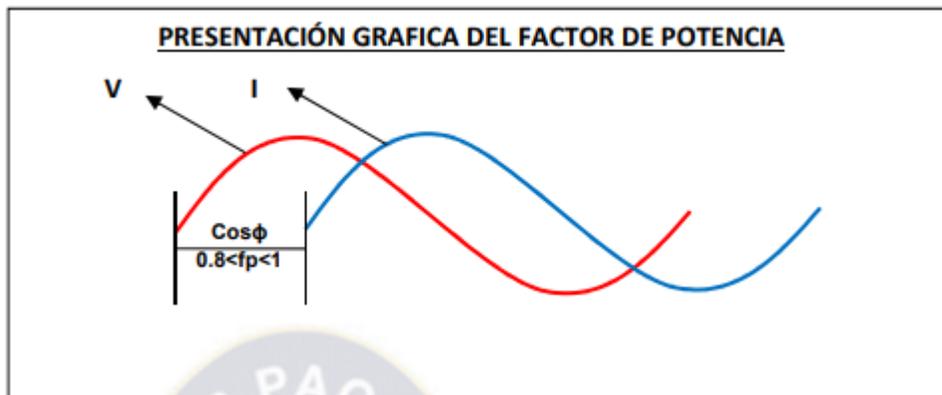
2.1.2.4 Potencia.

Potencia (símbolo P) es la cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo desarrollada en un cierto instante por un dispositivo.

2.1.2.5 Factor de potencia.

Es un indicador cualitativo y cuantitativo del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica. También podemos decir, el factor de potencia es un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo.

Figura 4 Representación gráfica de un factor de potencia bajo



Fuente: (Mancilla, 2017)

Tabla 1 Reducción de la potencia de un generador en función del $\cos(\Phi)$

Factor de potencia ($\cos \Phi$)	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3	0
Coefficiente de reducción	1,00	1,00	0,93	0,88	0,84	0,82	0,80

Fuente: (Himoinsa, 2021)

2.1.2.6 Potencia activa.

Los diferentes dispositivos eléctricos convierten energía eléctrica en otras formas de energía como: mecánica, lumínica, térmica, química, entre otras. Esta energía corresponde a la energía útil o potencia activa o imlemente potencia, similar a la consumida por una resistencia. Expresada en watts.

Es la que se aprovecha como potencia útil en el eje del motor, la que se transforma en calor, etc. Es la potencia realmente consumida por el cliente y por lo tanto paga por el uso de la misma.

2.1.2.7 Potencia reactiva.

Los motores, transformadores y en general todos los dispositivos eléctricos que hacen uso del efecto de un campo electromagnético, requieren potencia activa para efectuar un trabajo útil, mientras que la potencia reactiva es utilizada para la generación del campo magnético, almacenaje de campo eléctrico que, en sí, no produce ningún trabajo. La potencia reactiva esta 90° desfasada de la potencia activa. Esta potencia es expresada en volts-amperes reactivos (VAR).

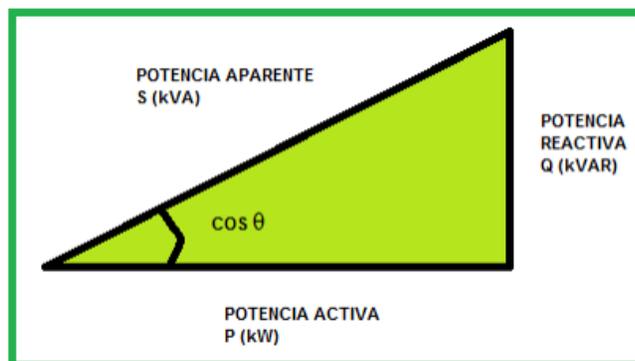
Es la potencia que los campos magnéticos rotantes de los motores o balastos de iluminación intercambian con la red eléctrica sin significar un consumo de potencia útil o activa.

2.1.2.8 Potencia aparente.

Es la que resulta de considerar la tensión aplicada al consumo de la corriente que éste demanda. Es también la resultante de la suma de los vectores de la potencia activa y la potencia reactiva. Esta potencia es expresada en volts-amperes (VA).

La potencia que determina la prestación en corriente de un transformador y resulta de considerar la tensión aplicada al consumo por la corriente que éste demanda. (Bosch & Jimenez, s.f.)

Figura 5 Triangulo de Potencias



Fuente: (<https://onx.la/81bb6>)

2.1.2.9 Cálculo de la Potencia Requerida en KVA.

Uno de los cálculos nos basamos en la siguiente fórmula de un artículo de la empresa Española MOSA Energía que usa las unidades de potencia en CV (caballos vapor) y que es la siguientes:

$$\frac{Kw}{\cos \varphi} = KVA \quad ; \quad Kw = CV * 0,736 \quad ; \quad \cos \varphi = 0,8 \quad Ec 1$$

Tomaremos la primera expresión sustituimos en ella valores indicados y añadimos un factor corrector (x) a multiplicar que será el incremento correspondiente a la punta de arranque. Para ello hemos creado una clasificación de los motores según su exigencia en el momento del arranque:

- Motores de arranque ligero: (x)= 3
- Motores de arranque medio: (x)= 4
- Motores de arranque gravoso: (x) = 5
- Motores en funcionamiento: (x)= 1

Tabla 2 Tipos de Arranque de Motores

MOTORES DE ARRANQUE LIGERO	MOTORES DE ARRANQUE MEDIO	MOTORES DE ARRANQUE GRAVOSO
Turbinas	Reductoros	Grúas
Ventiladores	Cintas transportadoras	Aparatos de elevación
Bombas de superficie	Bombas sumergidas	Discos de corte
Máq. herramientas	Compresores	Pulidores de suelos
Máq. arranque en vacío	Máq. de arranque bajo carga	Máq. De arranque bajo carga con grandes masas
Cos _=0,8	Cos _=0,8	Cos _=0,8
Punta de arranque x=3	Punta de arranque x=4	Punta de arranque x=5

Fuente: (MOSA, 2006)

a) Arranque directo.

$$\frac{CV_{nominales} * (X) * 0,736}{\cos \varphi} = KVA \quad Ec 2$$

Dónde:

Cos (φ): factor de potencia
X: tipo de arranque
CV_{nominales}: Unidad de potencia en caballos vapor
KVA: Potencia Aparente en unidades de kilovatios-Amperios

b) Arranque estrella- triangulo.

$$\frac{1}{3} * \frac{CV_{nominales} * (X) * 0,736}{\cos \varphi} = KVA \quad Ec 3$$

1 CV = 0,9863 HP. 1 HP = 1,0138 CV.

2.1.2.10 Otras formas de calcular la potencia de un grupo generador de corriente.

Aquí indicaremos otras formas mediante las cuales también podemos calcular la potencia necesaria de nuestro grupo electrógeno.

a) La factura de la luz.

Si tenemos la totalidad del consumo que necesitamos satisfacer en una factura como en el caso de un grupo de emergencia para una casa.

Teniendo en cuenta el pico del máximo valor de kW dentro del último año.

b) Cálculo intensidad.

Mediante el cálculo de la intensidad con un amperímetro teniendo todo lo necesario conectado y posteriormente aplicando la fórmula de la potencia:

$$[Potencia (P) = Voltaje (V) \times Intensidad (I)]$$

2.1.3 Grupos electrógenos.

Un grupo electrógeno como el de la figura es una máquina que mueve un generador de energía eléctrica a través de un motor de combustión interna son comúnmente utilizados cuando hay fallas y cortes de energía de suministro eléctrico en la red pública y necesitan de otra fuente

de energía alterna para abastecerse en caso de emergencia para no parar la producción y atención en caso de hospitales industrias, comercios, aeroplanta, hoteles (Carvajal, 2014).

Figura 6 Grupo electrógeno de emergencia



Fuente: (Carvajal, 2014)

Así mismo la legislación de los diferentes países pueden obligar a instalar un grupo electrógenos en lugares donde no se pueden permitir el corte de energía eléctrica.

2.1.3.1 Tipos de Grupos electrógenos.

Los grupos electrógenos se usan para dos tipos principales de servicios:

a) Grupos de servicio continuo.

Utilizados para la producción de energía eléctrica en zonas donde no se dispone de otra fuente de producción y de aplicación a varias finalidades (fuerza motriz, luz, calefacción, etc.).

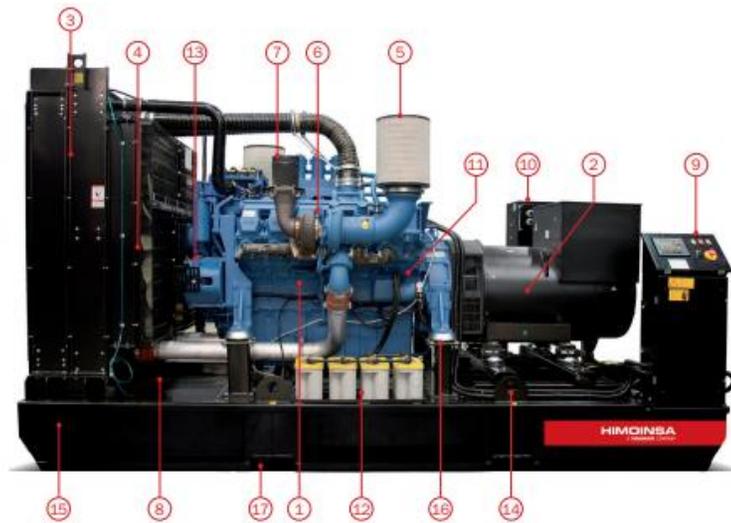
b) Grupos de servicio de emergencia.

Se emplean para solucionar interrupciones de energía que puedan causar serios problemas a personas, daños materiales, y/o financieros (hospitales, instalaciones industriales, aeropuertos, etc.) o para afrontar picos de consumo (HIMOINSA, 2020).

2.1.3.2 Composición de un Grupo Electrónico.

Cada grupo electrónico presenta una imagen diferente debido a los diversos tamaños y configuraciones de cada uno de los principales componentes. Un grupo estático estándar, por lo general, se compone de:

Figura 7 Grupo Electrónico Abierto

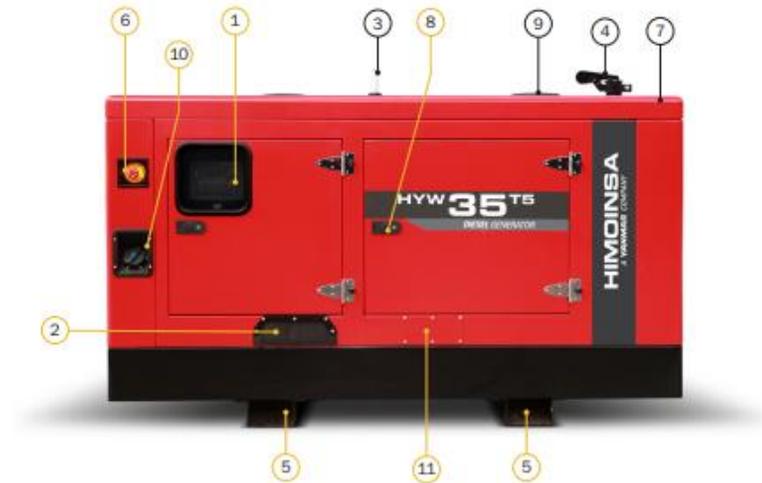


Fuente: (Himoinsa, 2021)

- | | |
|---|---|
| 1. Motor de combustión | 10. Cuadro de protección/salida cables de |
| 2. Alternador potencia (reverso de la imagen) | 11. Motor de arranque |
| 3. Radiador | 12. Baterías de arranque |
| 4. Ventilador | 13. Alternador de carga de batería |
| 5. Filtro de aire en seco | 14. Puntos de izado |
| 6. Turbocompresor | 15. Bancada |
| 7. Salida de escape | 16. Antivibratorios |
| 8. Depósito interior de combustible | 17. Patines acoplamiento de elevación |
| 9. Cuadro de control. | |

En el grupo estático insonorizado, además de las partes descritas para el grupo estático estándar, se distinguen en la carrocería los siguientes componentes:

Figura 8 Grupo electrógeno insonorizado



Fuente: (Himoinsa, 2021)

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. Cuadro de control | 7. Rejilla salida de aire (vista superior) |
| 2. Salida cables de potencia | 8. Cerraduras con llave |
| 3. Punto de izado | 9. Tapa llenado de radiador (vista superior) |
| 4. Tapa basculante salida de escape | 10. Tapa llenado de combustible |
| 5. Patines acoplamiento de elevación | 11. Zona para conexiones de emergencia
suministro/extracción de aceite |
| 6. Pulsador parada | |

2.1.3.3 Condiciones Ambientales de Trabajo del Grupo electrógeno.

El usuario o cliente debe comunicar las siguientes condiciones en las que el grupo electrógeno va a trabajar:

1. Los límites, inferior y superior, de temperatura ambiente.
2. La altitud sobre el nivel del mar o, preferentemente, los valores mínimo y máximo de la presión barométrica en el lugar de la instalación; en el caso de grupos móviles, los límites mínimo y máximo, de la altitud sobre el nivel del mar.
3. Los valores de humedad con relación a la temperatura y a la presión del lugar de la instalación, con especial atención al valor de humedad relativa a la temperatura máxima.
4. Cualquier otra condición ambiental especial que pueda requerir soluciones especiales o ciclos de mantenimiento más cortos, como, por ejemplo:

- Ambientes polvorientos y/o arenosos.
- Ambientes de tipo marino.
- Ambientes con posibilidad de contaminación química.
- Ambientes con presencia de radiaciones.
- Condiciones operativas en presencia de grandes vibraciones (por ejemplo, zonas sujetas a terremotos o a vibraciones externas generadas por otras máquinas cercanas). (HIMOINSA, 2020)

las potencias de los motores Diésel, para aplicaciones estacionarias, hacen referencia a las siguientes condiciones ambientales con arreglo a la Norma ISO 3046/1:

- Temperatura ambiental: 25°C
- Presión ambiente: 1000 mbares (750 mm/Hg)
- Humedad relativa: 30%

Generador Síncrono Las condiciones ambientales de referencia para los alternadores, para aplicaciones estacionarias según las normas IEC 34-I, ISO 8528-3 y CEI 2-3 son las siguientes:

- Temperatura ambiental: 40°C (30°C según NEMA)
- Altitud 1000ms.n.m (674 mm/Hg)

Tabla 3 Reducción de Potencia del Generador en función Temp y Altitud

Temperatura ambiente (°C)	30	35	40	45	50	55	60
Coefficiente de reducción K_1	1,05	1,03	1,00	0,96	0,92	0,88	0,84
Altitud (msna)	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Coefficiente de reducción K_2	1,00	0,97	0,95	0,92	0,89	0,86	0,83

Fuente: (HIMOINSA, 2020)

2.1.3.4 Fabricantes de grupos electrógenos.

Los fabricantes de grupos electrógenos seleccionados son:

- HIMOINSA a Yanmar Company.
- MOSA.
- PRAMAC.
- AYERBE.

2.1.3.5 Grupos electrógenos Himoinsa.

Los grupos electrógenos himoinsa tienen la capacidad de ofrecer un rango de potencia de 20 a 100 kva a 50hz, y de 30 a 120 kva para los grupos electrógenos a 60hz. El motor himoinsa es 100 % electrónico por la capacidad de poseer sensores para cada causa, posee filtros de aire, con indicador de suciedad, para ambientes polvorientos y sistema de refrigeración de 50 grados para 50-60hz. Además, incluye control para regulación electrónica remota con la capacidad de programar el tiempo de encendido el umbral de encendido y con bajos costes de mantenimiento, el alternador himoinsa posee un regulador electrónico de voltaje, que ha sido diseñado superando las exigencias establecidas por el mercado internacional. Su cobertura de resina especial le permite trabajar en cualquier ambiente de trabajo especialmente en el trópico. (Mancilla, 2017)

a) Modo de diferenciar un generador Himoinsa por su sigla.

Se puede diferenciar por estas formas si el generador que vamos a implementas es monofásico o trifásico.

Figura 9 Siglas para diferenciar un generador Himoinsa



Fuente: (HIMOINSA SL, 2017)

b) Tipos de Generadores electrógenos HIMOINSA.

Los tipos de generadores eléctricos se pueden diferenciar por la capacidad eléctrica que tienen los grupos electrógenos en generar la electricidad ya sean monofásicos como trifásicos.

1) Generadores electrógenos monofásicos.

Existen dos grupos de generadores monofásico, los generadores que ofrecen 220V/230 V AC 50 HZ de salida y los generadores que ofrecen 240 V AC 60 HZ de salida.

2) Generadores electrógenos trifásicos.

Existen dos grupos de generadores trifásicos, los generadores que ofrecen 480 V AC a 60 HZ de salida y los generadores que ofrecen 400 V AC 50 HZ. Pero también dispone de 380V/230V a 50 HZ de tensión trifásica para Bolivia según la empresa representante en Bolivia de HIMOINSA nos referimos a Hansa LTDA. (Mancilla, 2017)

2.1.3.6 Ubicación del grupo Electrónico.

La ubicación del grupo electrógeno es de suma importancia, debiendo de tener en cuenta la cercanía del cuadro de distribución eléctrica, la correcta alimentación exterior de combustible, la evacuación de los gases de escape, las posibles molestias ocasionadas por el ruido y la exposición ante humos de escape de otros motores o contaminantes transportados por el aire. (HIMOINSA, 2020)

a) Cimientos.

La cimentación deberá ser calculada y dimensionada por especialistas en ingeniería civil. La superficie donde se instale el grupo electrógeno deberá soportar como mínimo el 150% el peso del grupo (según aplicación) junto con los accesorios y los fluidos, así como mantener el conjunto en posición horizontal nivelada y, en los casos más restrictivos, evitar la transmisión de vibraciones a estructuras circundantes, teniendo en cuenta que los grupos electrógenos incorporan unos aisladores de vibración (elementos antivibratorios) para dicha función.

Se recomienda que las dimensiones de la base de la cimentación excedan las dimensiones de la base del grupo electrógeno al menos 150 mm por todos los lados. (HIMOINSA, 2020)

b) Ventilación.

Una ventilación inapropiada puede ocasionar excesivas temperaturas alrededor de los grupos o en el interior de los grupos insonorizados, ocasionando sobrecalentamientos y pérdidas de eficiencia en el funcionamiento de las componentes del grupo y, por consiguiente, del grupo en general (HIMOINSA, 2020).

c) Sistema de escape.

La correcta evacuación de los gases de escape debe ser minuciosamente considerada puesto que estos gases pueden ser muy perjudiciales para la salud. Se deberán dirigir hacia la atmósfera, por un lugar abierto y preferiblemente alto, alejado de ventanas, puertas o entradas

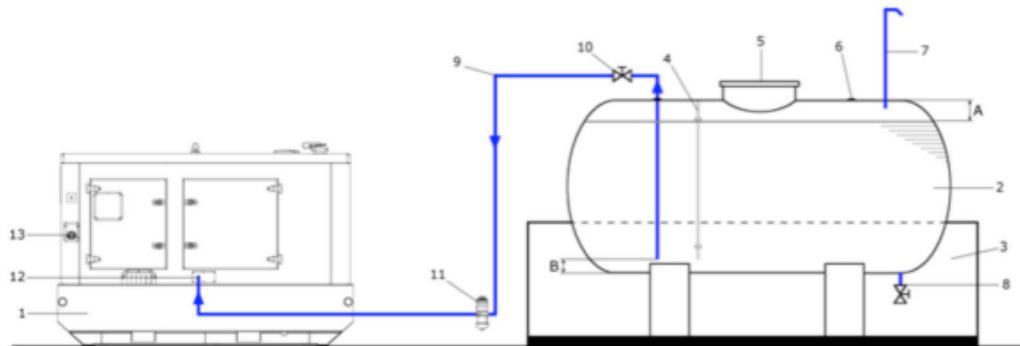
de aire, y alejados de materiales o sustancias combustibles, donde el humo, ruido, olores o elevadas temperaturas no causen molestias o daños. (HIMOINSA, 2020)

d) **Instalación de Combustible.**

aconsejable instalar lo más profundo posible la línea de suministro del depósito de almacenamiento, a una distancia (B) no inferior a 5 cm del fondo del depósito, evitando así el suministro de aire al bajar el nivel de combustible del depósito. A su vez, en el llenado del depósito se recomienda mantener un espacio libre (A) de al menos el 5% para prevenir posibles derrames ante la expansión del combustible provocada por calentamientos de este, evitando siempre la entrada de suciedad y/o humedad al sistema. Se recomienda situar el depósito de almacenamiento de combustible tan cerca del motor como sea posible, a un máximo de 20 metros de separación del motor, estando ambos al mismo nivel.

el grupo electrógeno incorpora en su interior una bomba de trasiego de combustible, debiendo de conectar la línea de suministro de combustible del depósito de almacenamiento en el punto de conexión del grupo. (HIMOINSA, 2020)

Figura 10 Tanque de Combustible Diésel



Fuente: (HIMOINSA, 2020)

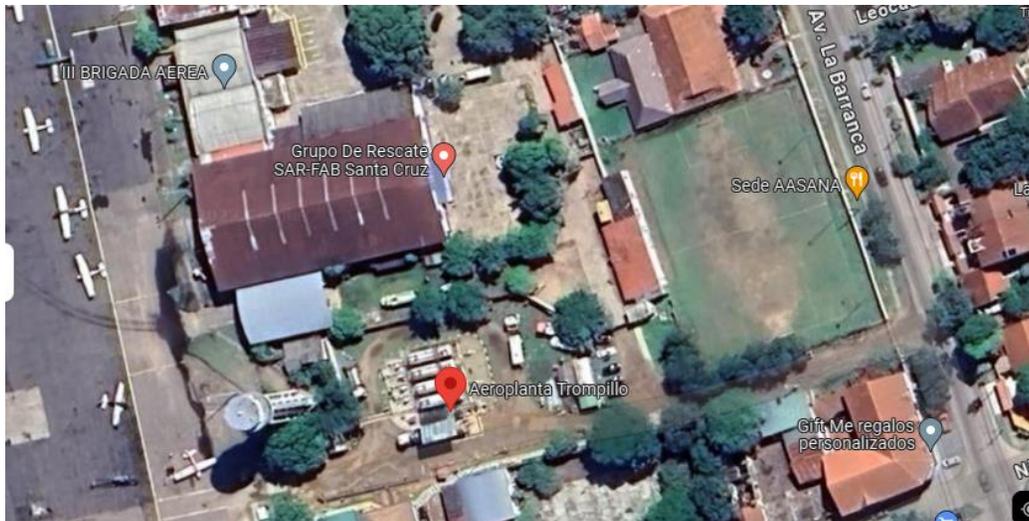
- | | |
|---|---|
| 1. Depósito interior de suministro | 8. Línea de drenaje |
| 2. Depósito de almacenamiento | 9. Línea de suministro |
| 3. Cuba de retención | 10. Válvula de corte |
| 4. Indicador de nivel de combustible | 11. Filtro de combustible |
| 5. Escotilla de mantenimiento | 12. Punto de conexión trasiego de combustible |
| 6. Alimentación depósito almacenamiento | 13. Punto de alimentación directa |
| 7. Línea de venteo | |

2.2 MARCO CONTEXTUAL.

2.2.1 Ubicación.

La Aeroplanta el Trompillo está situada en la parte suroeste de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra a lado de la Avenida la Barranca.

Figura 11 Ubicación de la Aeroplanta El Trompillo



Fuente: (Google Maps,2023)

Figura 12 Entrada principal a la Aeroplanta El Trompillo



Fuente: (Flores, 2022)

2.2.2 Descripción de la Aeroplanta El Trompillo.

2.2.2.1 Sistema de almacenamiento.

la planta de almacenamiento de combustibles de la Aeroplanta el Trompillo almacena dos tipos de combustibles Jet fuel y AV-GAS (gasolina de aviación) en tanques horizontales lo

administra YPFB Aviación es una planta antigua donde hasta los años 80 todos los vuelos internacionales, nacionales de Santa Cruz se operaban desde la Aeroplanta el Trompillo hasta ser remplazada por la Aeroplanta Viru Viru.

La aeroplanta el trompillo actualmente solo opera para vuelos nacionales, avionetas, taxis aéreos y operaciones militares etc.

Figura 13 Tanques de almacenamiento Jet Fuel y AV-GAS



Fuente: (Flores, 2022)

2.2.2.2 Sistema de recepción y despacho de la Aeroplanta.

Esta planta es antigua y por lo tanto muchos de sus equipos son antiguos el área de recepción y despacho cuenta con bombas centrífugas que funcionan con motores eléctricos Antiguos por lo cual dichos motores eléctricos son de alto consumo eléctrico.

Estos motores eléctricos son de baja eficiencia por que antiguamente solo se manejaban motores con eficiencia IE1 que están entre un 75% y 80% de eficiencia.

Figura 14 Bombas de Recepción y Despacho



Fuente: (Flores, 2022)

2.2.2.3 sistema contra incendios.

El sistema contra Incendios de la aeroplanta El Trompillo solo cuenta con una sola bomba y está a la vez está conectada a una un motor eléctrico y dicho motor eléctrico es alimenta por una única red normal de energía eléctrica que es de la CRE R.L y no cuenta con una fuente de energía independiente que es lo que la norma NFPA pide para la instalación de motores eléctricos.

La bomba del sistema contra incendios es una bomba centrifuga horizontal y a simple vista podemos ver que no cuenta con la bomba jockey que es importante en el sistema contra incendio en cuestiones de seguridad lo cual no cumple con la norma NFPA.

También podemos notar que cuenta con un CCM (un centro de control de mando) lo cual tampoco cumple con la norma ya que no cuenta con un ambiente propio.

Figura 15 sistema contra incendio de la Aeroplanta EL Trompillo



Fuente: (Flores, 2022).

Figura 16 bomba del sistema contra incendios de la Aeroplanta El trompillo



Fuente: (Flores, 2022)

2.2.2.4 Motor eléctrico.

El motor eléctrico con el que cuenta el sistema contra incendios es del tipo trifásica ya que el motor que comúnmente se usan en la industrias y plantas es de este tipo, el motor eléctrico cuenta con una potencia de 25Hp como se indica en la placa del motor.

Según informes que se realizaron en la Aeroplanta el trompillo este tipo de motor cuenta con un arranque directo, aunque también se podría usar un arranque estrella- triangulo.

Figura 17 Placa del Motor Eléctrico



Fuente: (Flores, 2022)

Tabla 4 Datos de la Placa del motor eléctrico

Datos de la Placa del motor eléctrico	
Potencia	25 HP
Volts	220/380
Amps	64,00/37,00
RPM	2955
$\cos(\varphi)$	0,80 - 1

Fuente: (Elaboración Propia)

2.2.2.5 Tablero de Control.

Actualmente cuentan con tablero de control, el cual de manera inicial no cumple ninguna norma de seguridad, al encontrarse en plena área de recepción de las oficinas administrativas.

Figura 18 Tablero de control



Fuente: (Flores, 2022)

2.2.2.6 Transformador de la Aeroplanta.

Actualmente la aeroplanta el trompillo cuenta con un transformador la cual está conectado en una línea de media tensión de 100 KVA canalizada vía terrestre.

También cabe recalcar que el transformador se encuentra dentro de una caseta a nivel del piso y uno de los problemas que presenta el transformador es que se desconoce el valor de ingreso a la línea de media tensión al bobinado primario del transformador.

Figura 19 TRANSFORMADOR ANTIGUO

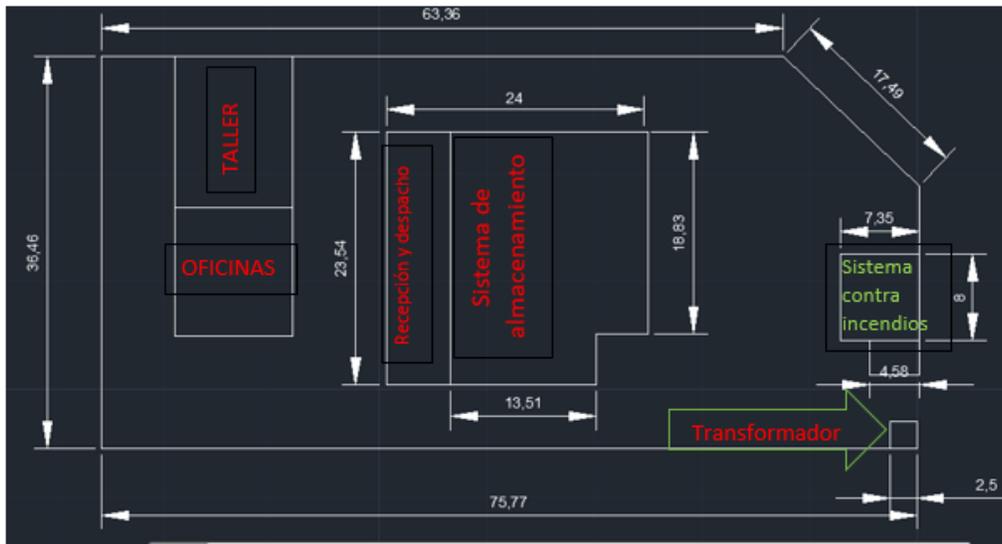


Fuente: (Flores, 2022)

2.2.2.7 Descripción de un plano de la Aeroplanta el Trompillo.

No se pudo contar con la información de los planos, pero se trató de hacer un ejemplo con imágenes satelitales con medidas aproximadas reales para indicar las diferentes áreas y sistemas que componen la Aeroplanta El Trompillo, la entrada principal se encuentra en la región del Transformador.

Figura 20 Plano de la Aeroplanta el Trompillo



Fuente: (Elaboración Propia)

2.2.3 Diagnostico.

Es evidente que el motor de la bomba contra incendios de la Aeroplanta el Trompillo es un motor eléctrico antiguo de baja eficiencia IE1 por lo tanto consume mucha electricidad. Y a la vez su única fuente de alimentación eléctrica es mediante una red normal de la CRE R.L, eso con lleva a que, si en la Aeroplanta el Trompillo ocurre un corte de energía, un incendio, un accidente que afecte directamente al sistema eléctrico de la planta dejaría fuera de operaciones a la planta y quedaría obsoleto el sistema contra incendios de la Aeroplanta el Trompillo.

Es por eso que para evitar cualquier incidente o altercado en la planta se debe seleccionar e instalar una fuente de energía independiente a la red normal de la CRE R.L para el motor eléctrico de la bomba del sistema contra incendios de la Aeroplanta El trompillo para proteger los puntos o áreas más críticas de la planta como son los tanques de almacenamiento de combustibles calculando correcta y cuidadosamente la potencia Aparente en KVA requeridas para ese motor eléctrico del sistema contra incendios.

El transformador que sumista la energía de media tensión a la Aeroplanta El trompillo se encuentra en una caseta al nivel del piso, pero tampoco cumple normativas actuales lo cual se sugiero el cambio de ese transformador antiguo por uno que sea colocado en uno de los postes de la red normal de la CRE R.L y su conexión de sus cables sean vía aérea y no terrestre según norma.

El tablero de control tampoco cumple con normativas más actuales al no contar con un ambiente propio encontrarse en medio de oficinas administrativas.

2.3 INFORMACION Y DATOS OBTENIDOS.

2.3.1 Desarrollo de la Propuesta.

Dimensionar la potencia de un grupo electrógeno según las ecuaciones y el CV del fabricante “MOSA Energía”

Datos de la Placa del motor eléctrico	
Potencia	25 HP
Volts	220/380
Amps	64,00/37,00
RPM	2955
cos (φ)	0,80 - 1

Calculo de la potencia con arranque directo:

$$\frac{CV_{nominales} * (X) * 0,736}{\cos \varphi} = KVA$$

$$1 HP = 1,0138 CV$$

$$25 HP * \frac{1,0138 CV}{1 HP} = 25,345 CV$$

$$\frac{25,345 * 3 * 0,736}{0,80} = 69,952 KVA = 70 KVA$$

Calculo de la potencia con arranque estrella-triángulo:

$$\frac{1}{3} * \frac{CV_{nominales} * (X) * 0,736}{\cos \varphi} = KVA$$

$$\frac{1}{3} * \frac{25,345 * 3 * 0,736}{0.80} = 23,317 \text{ KVA} = 25 \text{ KVA (Valor Comercial)}$$

HIMOINSA a Yanmar Company realiza los cálculos de la potencia Kw utilizando la siguiente tabla:

Tabla 5 Valores para el Cálculo de la Potencia

Equipo	Potencia Nominal (kW)	Tensión (V)	Potencia equivalente 380 V (kW)	Factor de Arranque	Factor de Arranque
Ascensor	15.0	380	15.00	5	75.00
Bomba agua	7.5	380	7.50	3	22.50
Iluminación pasillos	4.0	220	2.30	1	2.30
Iluminación Hall	1.0	220	0.60	1	0.60
Portón	0.3	220	0.17	5	0.85
Potencia necesaria KW					101.25

Fuente: (HIMOINSA ,2021)

2.3.2 Resultados Obtenidos.

Tabla 6 Resultados de potencia Aparente para la selección de grupos electrógenos

Fabricante	A. Directo (KVA)	A. Estrella-Triangulo (KVA)	Consideraciones
MOSA	70	25	<ul style="list-style-type: none"> Fueron calculados para el motor eléctrico de 25HP
HIMOINSA AYERBE PRAMAC	75	60	<ul style="list-style-type: none"> Toma un derrateo de altura de 3000 msnm. Estos valores fueron calculados por representante de Himoinsa en Bolivia y serán tomados en cuenta para la selección del grupo eléctrico.

Fuente: (Elaboración propia)

2.4 ANALISIS Y DISCUSION.

2.4.1 *Análisis de los datos obtenidos.*

Se puede ver que en el cálculo de la potencia aparente (KVA) los resultados son relativamente aproximados teniendo una diferencia de 5 KVA entre los cálculos obtenidos con las ecuaciones del fabricante MOSA ENERGIA obteniendo un resultado de 70 KVA y el otro valor obtenido de la empresa HIMOINSA Yanmar Company mediante cálculos por simulador web para un motor de 25 Hp obteniendo un valor de potencia aparente de 75 KVA cuando se trata del arranque directo, pero hay una diferencia considerable cuando se trata de arranque estrella-triángulo de aproximadamente 35 KVA.

Por lo cual nuestra selección del grupo electrógeno se basará en los resultados obtenidos con el arranque directo tomando en cuenta el valor de mayor potencia que es de 75 KVA. Basándonos en informe de inspección que se realizó a la Aeroplanta El Trompillo donde recalcan que todos los motores eléctricos de las bombas de la Aeroplanta El Trompillo son de arranque directo.

En el cálculo de la potencia aparente o requerida para la selección de un grupo electrógeno adecuado a las necesidades de la planta también se toma un **factor de seguridad** que va entre los 10% a 30% más de la potencia calculada (KVA).

El criterio para el uso de este factor de seguridad se basa en que si el grupo electrógeno seleccionado será la única fuente principal de abastecimiento de energía eléctrica de la planta si este es el caso si se debe usar este factor de seguridad.

Pero si solo será usado como un grupo electrógeno de emergencia es decir que no estará en funcionamiento continuo si no solo en casos de emergencia como por ejemplo cortes de energía eléctrica de la red normal de la planta no es necesario el uso de este factor de seguridad.

2.4.1.1 Fichas Técnicas para la Selección de Grupos Electrónicos.

Tabla 7 Selección de grupos electrónicos

<p>Grupo electrónico Pramac GSW 80 I Diesel ACP</p>	<p>PRECIO: Bs 116866.13 con IVA PRECIO: Bs 96583.54 sin IVA</p>
	<p>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potencia Emergencia Trifásico: 62.2 / 82,4 KW / KVA • Potencia Continuo Trifásico: 59,4 / 74,1 KW / KVA • Voltage: 400 • Frecuencia: 50 Hz • Motor: Iveco • Combustible: Diesel • Velocidad: 1500 rpm • Refrigeración: Agua • Capacidad del depósito: 209 L • Largo: 2400 mm • Ancho: 1000 mm • Alto: 1546 mm • Peso (en seco): 1426 Kg

Fuente: (<https://onx.la/9583a>)

También se encontraron catálogos de grupos electrógenos gama industrial con sus respectivos precios en sus diferentes versiones del fabricante AYERBE empresa española con intermediarios en Bolivia donde ofrecen 4 tipos de modelos Estándar, estándar automático, insonorizado, insonorizado automático.

Figura 21 Grupo Electrónico AYERBE



Fuente: (AYERBE, 2023)

El modelo seleccionado es el **AY-1500-80 IVECO** Insonorizado de 80 KVA Con un precio de Bs 173,129.76 precio de catalogo internacional europea fuera de Bolivia.

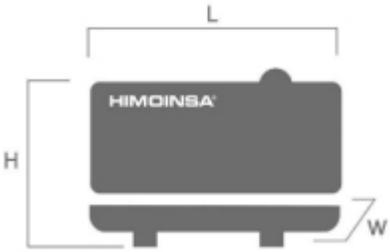
Tabla 8 Catalogo de precios de Grupos Electrónicos AYERBE

REFRIG.	MODELO	POTENCIA MÁX.		MOTOR					ALTERNADOR	ESTÁNDAR		INSONORIZADO				
		CONT.	MÁX.	TIPO	NºCIL	HP	DEPÓSITO			L/H	MM	KG	MM	KG	LwA dB(A)	Lp(A) (7 m)
:O A BUA	AY-1500-40 IVECO	40 KVA	44 KVA	IVECO NEF N45 AM1A	4	55	135	80	8'5	LINZ PRO18M E/4	1600 700 1200	700	2200 1000 1175	860	91	67
	AY-1500-50 IVECO	50 KVA	55 KVA	IVECO F32 TM1A	4	62	135	80	8'5	MECC-ALTE ECO 32-1L/4	1800 800 1300	700	2350 1000 1175	910	94	69
	AY-1500-60 IVECO	60 KVA	66 KVA	IVECO NEF N45 SM1A	4	72	120	80	10'8	LINZ PRO18L G/4	1800 800 1300	900	2350 1000 1175	1020	94	69
	AY-1500-80 IVECO	80 KVA	88 KVA	IVECO NEF N45 SM3	4	87	135	150	12	MECC-ALTE ECO 32-3L/4	1800 800 1300	1100	2500 1100 1300	1350	97	73

ESTÁNDAR		ESTÁNDAR AUTOMÁTICO		INSONORIZADO		INSONORIZADO AUTOMÁTICO	
CÓDIGO	P.V.P.	CÓDIGO	P.V.P.	CÓDIGO	P.V.P.	CÓDIGO	P.V.P.
5417340	14.249 €	5417345	14.760 €	5417346	STAGE II 16.918 €	5417347	17.427 €
5419510	16.827 €	5419515	17.740 €	5419516	STAGE II 20.211 €	5419517	21.272 €
5419710	17.644 €	5419715	18.414 €	5419716	STAGE II 20.590 €	5419717	21.699 €
5419520	19.018 €	5419525	19.727 €	5419526	STAGE II 22.992 €	5419527	24.269 €

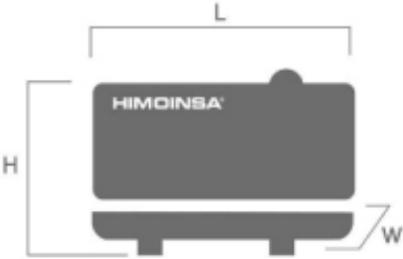
Fuente: (AYERBE, 2023)

Tabla 9 Grupo Electrónico de 105 KVA HIMOINSA Monofásico

<p>GE. HIMOINSA modelo HFW-105 M5</p>	<p>PRECIO: Bs 268,656.49</p>
	
<p>CARACTERISTICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potencia (PRP): KVA 94 / KW 75 • Potencia (ESP): KVA 101 / KW 81 • RPM: 1500 • Tensión principal: 230 V (m) • Factor de Potencia: 0,8 	<p>INSONORIZADO ESTANDAR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Refrigeración por Agua • Monofásica • 50 HZ • Combustible a diésel
	<p>DIMENSIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largo (L):2750 mm • Alto (H):1760 mm • Ancho (W):1100 mm <p>PESO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1891 kg

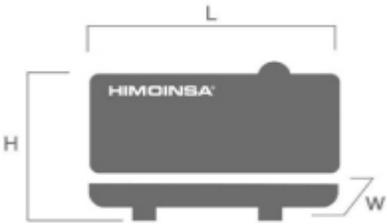
Fuente: (<https://onx.la/cc818>)

Tabla 10 Grupo Electrónico de 75 KVA HIMOINSA Trifásico

<p>GE. HIMOINSA Modelo HFW-75 T5</p>	<p>PRECIO: Bs 179,259.60</p>
	
<p>CARACTERISTICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potencia (PRP): KVA 75 / KW 60 • Potencia (ESP): KVA 83 / KW 63 • RPM: 1500 • Tensión principal: 400/230 V (m) • Tensiones disponibles (V): 200/115, 230V (t). 380/220, 415/240 • Factor de Potencia: 0,8 	<p>INSONORIZADO ESTANDAR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Refrigeración por Agua • Trifásicos • 50 HZ • Combustible a diésel
	<p>DIMENSIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largo (L):2750 mm • Alto (H):1760 mm • Ancho (W):1100 mm <p>PESO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1564 kg

Fuente:(<https://onx.la/9484c>)

Tabla 11 Grupo Electrónico de 100KVA HIMOINSA Trifásico

<p>GE. HIMOINSA Modelo HFW-100 T5</p>	<p>PRECIO: Bs 252,751.22</p>
	
<p>CARACTERISTICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potencia (PRP): KVA 100 / KW 80 • Potencia (ESP): KVA 115 / KW 92 • RPM: 1500 • Tensión principal: 400/230 V (m) • Tensiones disponibles (V): 200/115, - 230V (t). • Factor de Potencia: 0,8 	<p>INSONORIZADO ESTANDAR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Refrigeración por Agua • Trifásicos • 50 HZ • Combustible a diésel
	<p>DIMENSIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largo (L):2750 mm • Alto (H):1760 mm • Ancho (W):1100 mm <p>PESO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1703 kg

Fuente: (<https://onx.la/2028d>)

2.4.1.2 Estimación de Costos.

Tabla 12 Tablas de Costos de Grupos Electrónicos

N°	Marcas	Potencia (KVA)	Modelo	Fase	Costo (Bs)
1	PRAMAC	80	GSW80I Diesel ACP	Trifásica	116,866.13
2	AYERBE	80	AY-1500-80 IVECO	Trifásica	173,129.76
3	HIMOINSA	75	HFW-75 T5	Trifásica	179,259.60
4	HIMOINSA	100	HFW-100 T5	Trifásico	252,751.22
5	HIMOINSA	105	HFW-105 M5	Monofásico	268,656.49

Fuente: (Elaboración Propia, Hansa Ltda)

En la tabla de costos vemos diferentes precios de grupos electrógenos considerar que los costos de las marcas PRAMAC y AYERBE están relacionados con precios internacionales fuera de Bolivia de los cuales en sus catálogos no se contaba con potencias de 75 KVA por lo cual se seleccionó un valor superior 80 KVA.

En cambio, la marca del fabricante HIMOINSA están relacionados con los precios y el mercado nacional Boliviano ya que fueron obtenidas de la marca representante en Bolivia HANSA LTDA. Y se puede notar una diferencia considerable con los precios del exterior de las marcas PRAMAC y AYERBE.

Por lo cual el grupo seleccionado es de la marca HIMOINSA para una potencia de 75 KVA el modelo **HFW-75 T5** trifásico con un costo de Bs 179,259.60.

2.4.1.3 Costos Instalación de grupos electrógenos.

Costos aproximados que se pudieron conseguir consiste mínimamente en los siguientes trabajos:

- Fijación del grupo electrógeno a la base de concreto.
- Armado de escalerillas grupo ATS tablero principal.
- Cableado de grupo electrógeno a ATS y a tablero principal.
- Puesta en servicio del grupo electrógeno y pruebas de funcionamiento.

Tabla 13 Costos de Instalación

DESCRIPCIÓN	COSTOS (Bs)
Mano de Obra	11,000.00
Base de Concreto	704

Fuente: (Pomier, 2019)

2.4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Se discutirán y comparan resultados de dos proyectos que su tema y objetivos se basan básicamente en la selección e redimensionamiento de un Grupo electrógeno teniendo alguna similitud con el tema de mi investigación.

Wilmer Pomier en el año 2019 realiza **el proyecto de Redimensionamiento de la instalación del grupo electrógeno de la Clínica Arco iris de la zona sur** analiza toda la clínica y lo divide en áreas con prioridad y sin prioridad realiza un levantamiento de cargas de todos los equipos médicos de la clínica con la intención de saber la potencia en (watts) de cada equipo que muestran en sus placas para luego hacer una sumatoria total calcula el factor de potencia con el triángulo de potencia calculando la potencia activa, potencia reactiva en función del tiempo y calcula un factor de potencia de (fp= 0,98) con una ingeniería más detallada calcula la potencia requerida total o aparente en 90 KVA y realizó la cotización correspondiente en la empresa Roghur S.A. para luego seleccionar un grupo electrógeno SDMO J90K 90KVA de industria Francesa tensión trifásica 380 V con refrigeración Gencool motor JOHN DEERE con un factor de phi de 0,8 con cabina insonorizada a un costo de Bs 210,600.00 Comparando con el nuestro seleccionado HIMOINSA HFW-75 T5 tiene refrigeración por agua Trifásica con potencia de 75 KVA a un costo de Bs 179,259.60.

Guido Gonzalo Carvajal en el año 2016 realiza el proyecto de **implementación de un sistema de emergencia en el edificio de la facultad de odontología de la universidad mayor de san Andrés** realiza un levantamiento de carga de los previos de la Facultad de Odontología tomando datos de los equipos medico dentales que se emplean en cada clínica, la sala de máquinas, auditorios, aulas, oficinas, pasillos, auditorios en los tres pisos o niveles de la facultad. calcula la potencia real de 112.1 Kw y convierte a la potencia aparente que es 140.1

KVA, al no encontrarse un G.E. de esa capacidad selecciona y busca el inmediato superior el cual es de 150 KVA se seleccionó **WILSON WEG T P150-1** Motor Perkins 1006 TAG trifásico con el que trabajará y tendrá un costo de Bs 292,320.00.

2.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Al describir El sistema contra incendios de la Aeroplanta El Trompillo pudimos ver que no cuenta con una bomba jockey por lo cual no cumple con la norma establecida de la NFPA. También se verifico que solo cuenta con una sola Bomba del tipo centrifuga horizontal y a la vez está conectada a un motor eléctrico antiguo de tipo industrial trifásico de baja eficiencia IE1 por lo cual este motor consume mucha electricidad. Este motor cuenta con una potencia de 25 HP y su única fuente de alimentación es mediante una red normal de la CRE R.L con una intensidad de corriente de media tensión transferida desde la caseta de un transformador antiguo al nivel del piso incumpliendo con normativas más actuales. Dicho transformado será removido por uno que será colocado en un poste de la red normal conectándose a la planta con cables vía aérea y no vía terrestre y dicho ambiente será ocupado por el grupo electrógeno seleccionado.

La potencia requerida o aparente para la selección de un grupo electrógeno más adecuado para el motor eléctrico del sistema contra incendios fue calculada mediante ecuaciones de potencia CVnominales de MOSA y tablas de potencia de HIMOINSA tomando dos tipos de arranques del motor una de arranque directo y la otra Estrella-triángulo. Los resultados que mayor coincidencia eran de los de arranque directo obteniendo valores de 70 KVA y 75 KVA tomando este último el valor mayor por cuestiones de seguridad para la selección del Grupo Electrónico por lo cual el modelo seleccionado fue de la marca **HIMOINSA** modelo **HFV-75 T5** de 75 KVA que nos da justamente la potencia calculada o requerida.

Las marcas de fabricantes de grupos electrógenos fueron elegidas, estudiadas y seleccionados de manera que se puedan encontrar los intermediarios o representantes legales en Bolivia, que nos provean de información de cálculos de la potencia Aparente, catálogos, precios y variedad modelos para elegir.

Los fabricantes seleccionados son:

- HIMOINSA a Yanmar Company.
- MOSA.
- PRAMAC.
- AYERBE.

Una vez hecho análisis técnico para la selección de un grupo electrógeno también no basamos en el mejor precio que podíamos encontrar en el mercado como se indicó anteriormente la marca y el modelo seleccionado es del fabricante HIMOINSA Yanmar Company con su representante legal en Bolivia Hansa LTDA y el modelo seleccionado es **HFV-75 T5** de 75 KVA con un precio de Bs 179,259.60

2.5.1 RECOMENDACIONES.

Se recomienda hacer una investigación más amplia que tenga que ver las diferentes áreas o sistemas de la aeroplanta el trompillo que abarque las bombas del sistema de recepción y despacho el sistema de almacenaje, todas las oficinas administrativas de YPFB Aviación, los talleres, las salas de conferencias etc. Esta investigación realizada puede servir como base para el inicio de un proyecto mucho más grande ya que se obtuvieron datos reales de la placa del motor eléctrico de la bomba contra incendios de la Aeroplanta el trompillo también se cuenta con un repertorio de fotografías de la planta no es complicado, pero si toma su tiempo, la investigación se facilita mucho si se logra conseguir la factura de pagos del consumo eléctrico anual de la Aeroplanta el trompillo y analizando los meses de mayor demanda y poniendo un factor de seguridad de manera automática se puede obtener la potencia requerida de la Aeroplanta el Trompillo y seleccionar de manera directa y sin muchos cálculos el grupo electrógeno.

Se recomienda mucho el estudio y la capacitación en el área de electrotecnia que es el estudio de la electricidad industrial si bien la carrera de ingeniería de petróleo y gas natural no se basa en el estudio de la electricidad se puede ver que en las diferentes áreas petroleras la electricidad siempre esta y es necesaria para diferentes tipos de trabajos ya sea para generadores pequeños, moto soldadores, motores eléctricos en el área de perforación, bombas etc. Entonces es un reto que nos debemos poner cada uno en el mundo de las energías autosustentables ya que los hidrocarburos no son renovables y en algún momento

se agotaran por completo todas las reservas y tenemos que poner en marcha en el nuevo mundo de energías renovables.

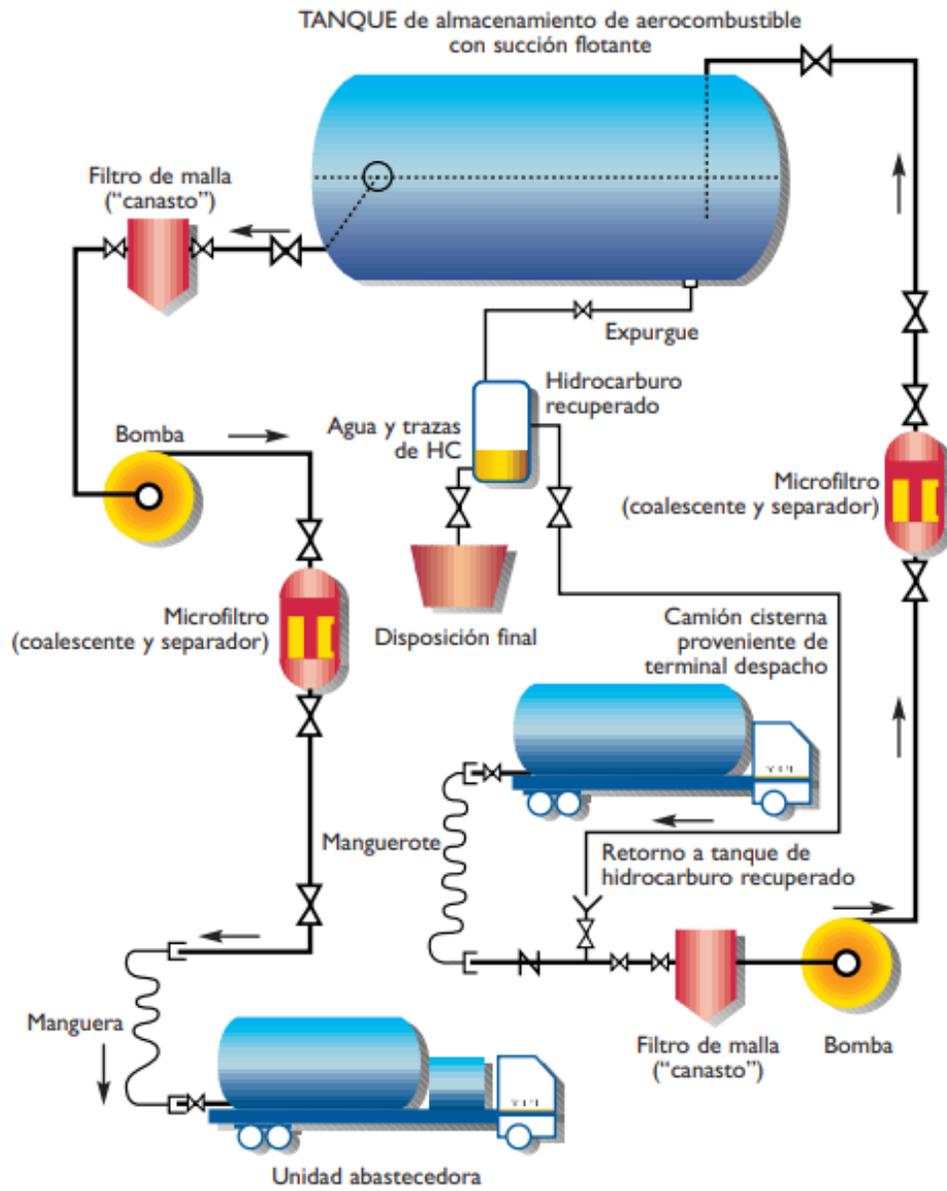
Este trabajo de investigación alentara a los futuros profesiones o estudiantes a no encerrarse o limitarse al área de su carrera sino abordar otros campos fuera de la carrera como un caso especial se tomó como un reto entrar en una investigación en el área de la electricidad, generadores etc. Estos últimos años se rumoreaba mucho por las redes sociales de que las reservas de gas se están agotando lo cual nos conlleva a pensar en una serie de situaciones a futuro en que pasara con los ingenieros petroleros cuando se agoten los hidrocarburos se acabara la carrera petrolera pues claro que no al final somos ingenieros y debemos tener la capacidad de adaptarnos a diferentes campos de la ingeniería.

3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Bosch, J., & Jimenez, C. A. (s.f.). *Anteproyecto Para la Seleccion de Grupo Electrogenero y Tablero de Transferencia para un edificio de Oficinas*.
<https://doi.org/https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/22233/1/TESIS%20FINAL2.pdf>
- Carvajal, G. G. (2014). *Implementacion De Un Sistema De Emergencia En El Edificio De La Facultad De Odontologia de La Universidad Mayor de San Andres*.
<https://doi.org/https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/9342/PG-1428-Carvajal%20Alcon%2c%20Guido%20Gonzalo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Duran, J. K. (2017). *Estudio Tecnico-Economico Para la Implementacion de una Planta de Almacenamiento y Suministro de Combustibles de Aviacion en el Aeropuerto Internacional de Alcantari-Chuquisaca*.
- Garcia, E. (2021). *DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS Y ELABORACION DE PLAN DE EMERGENCIA PARA EL AREA DE TANQUES ESTACIONARIOS DE GLP DE LA PLANTA DE PRODUCCION DE SALES DE POTASIO DE YACIMIENTOS DE LISOS BOLIVIANOS*.
<https://doi.org/https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/32730/PG-7607.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- HIMOINSA. (2020). *Manual de Instalacion Uso y Mantenimiento de Grupos Electrogeneros Diesel*.
<https://doi.org/https://onx.la/94382>
- Mancilla, M. (2017). *Implementacion de Sistema de Energia AC/DC y Grupos Electrogeneros En El Proyecto PST 2480*.
<https://doi.org/https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/16309/P-2003-%20Mancilla%20Segales%2c%20Mario%20Ivan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- NFPA 20. (2007). *NFPA 20; Norma para la Instalacion de Bombas estacionarias de Proteccion Contra Incendios*.
<https://doi.org/https://www.huila.gov.co/loader.php?!Servicio=Tools2&ITipo=descargas&IFuncion=descargar&idFile=20919>
- Pomier, W. (2019). *Redimensionamiento de la Instalacion del Grupo Electrogenero Auxiliar Para la Clinica Arco Iris Zona Sur*.
<https://doi.org/https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/29324/PGT-2514.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

4 ANEXOS.

Figura 22 Esquema General de Instalación de una Aeroplanta

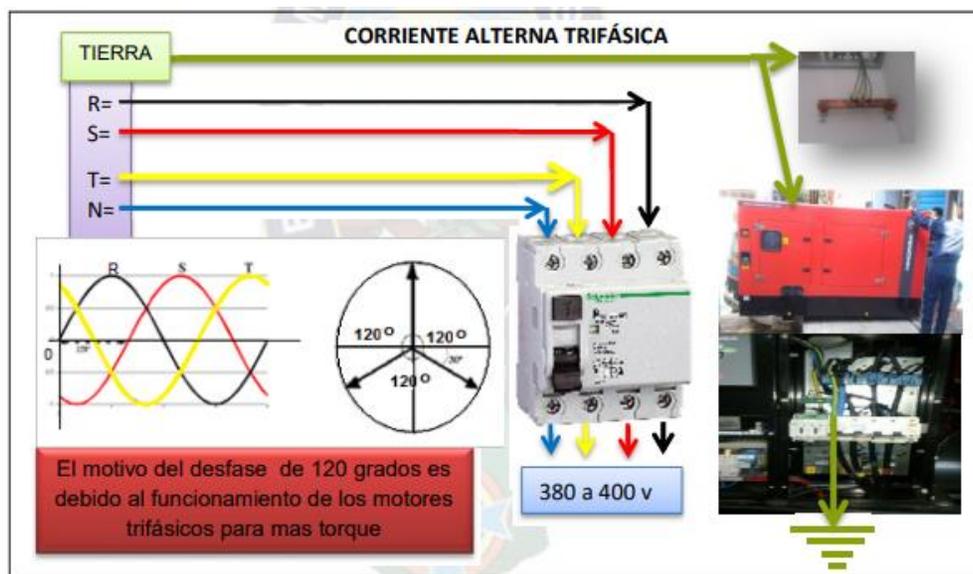


Fuente: [YPF, 2001]

Red comercial sistema de corriente trifásica alterna.

Este sistema es un sistema de producción, distribución de energía eléctrica alterna trifásica está formado por cinco cables, tres de corriente alterna denominados fases o RST, un cable que lo denominamos Neutro y un cable que es para el sistema de Tierra, los tres cables RST o las Fases conforman un pequeño desfase de 120 grados, pero con cada fase de igual tensión entre las tres hacen 400 v ac – 380 v ac. Este sistema es más económico que el sistema monofásico, y más aprovechado en los motores generadores ya que la fuerza que transmite con cada fase sobrepasa a la fuerza transmitida por la corriente monofásica.

Figura 23 Corriente Alterna trifásica



Fuente: [mancilla 2017]

En la figura tres se observa, La Gráfica Y Desfase De Las tres Líneas De Utilización Del Sistema De Corriente Alterna Trifásica, Flecha Negra Fase Más Conocida Como R, Flecha Roja Fase Más Conocida Como S, Flecha Amarilla Fase Más Conocida Como T (Mancilla, 2017)

CATALOGOS DE PRECIOS DE GRUPOS ELECTRÓGENOS AYERBE

REFRIG.	MODELO	POTENCIA MÁX.		MOTOR						ALTERNADOR	ESTÁNDAR		INSONORIZADO			
		CONT.	MÁX.	TIPO	NºCIL	HP	DEPÓSITO		L/H 75%		MM	KG	MM	KG	LwA dB(A)	Lp(A) (7 m)
							EST.	INS.								
FPT IVECO AGUA	AY-1500-40 IVECO	40 KVA	44 KVA	IVECO NEF N45 AM1A	4	55	135	80	8'5	LINZ PRO18M E/4	1600 700 1200	700	2200 1000 1175	860	91	67
	AY-1500-50 IVECO	50 KVA	55 KVA	IVECO F32 TM1A	4	62	135	80	8'5	MECC-ALTE ECO 32-1L/4	1800 800 1300	700	2350 1000 1175	910	94	69
	AY-1500-60 IVECO	60 KVA	66 KVA	IVECO NEF N45 SM1A	4	72	120	80	10'8	LINZ PRO18L G/4	1800 800 1300	900	2350 1000 1175	1020	94	69
	AY-1500-80 IVECO	80 KVA	88 KVA	IVECO NEF N45 SM3	4	87	135	150	12	MECC-ALTE ECO 32-3L/4	1800 800 1300	1100	2500 1100 1300	1350	97	73
	AY-1500-100 IVECO	100 KVA	110 KVA	IVECO NEF N45 TM2A	4	130	135	180	16	MECC-ALTE ECP34-2S	2200 800 1600	1325	3000 1100 1500	1620	97	73
	AY-1500-120 IVECO	120 KVA	131 KVA	IVECO NEF N45 TM3	4	155	135	180	16	MECC-ALTE ECO34-1L	2200 800 1600	1400	3000 1100 1500	1750	97	73
	AY-1500-160 IVECO	160 KVA	176 KVA	IVECO NEF N67 TM3A	6	220	180	180	29'4	MECC-ALTE ECP34-3L/4	2200 900 1600	1480	3000 1100 1500	1860	97	73
	AY-1500-200 IVECO	200 KVA	220 KVA	IVECO NEF N67 TE2A	6	245	240	350	35'7	MECC-ALTE ECO38-2SN	2400 900 1600	1900	3500 1300 1900	2550	97	73

ESTÁNDAR		ESTÁNDAR AUTOMÁTICO		INSONORIZADO		INSONORIZADO AUTOMÁTICO	
CÓDIGO	P.V.P.	CÓDIGO	P.V.P.	CÓDIGO	P.V.P.	CÓDIGO	P.V.P.
5417340	14.249 €	5417345	14.760 €	5417346	STAGE II 16.918 €	5417347	17.427 €
5419510	16.827 €	5419515	17.740 €	5419516	STAGE II 20.211 €	5419517	21.272 €
5419710	17.644 €	5419715	18.414 €	5419716	STAGE II 20.590 €	5419717	21.699 €
5419520	19.018 €	5419525	19.727 €	5419526	STAGE II 22.992 €	5419527	24.269 €
5419190	23.335 €	5419195	24.142 €	5419196	STAGE II 28.941 €	5419197	29.906 €
5419530	27.107 €	5419535	28.809 €	5419536	STAGE II 34.487 €	5419537	36.289 €
5419540	30.372 €	5419545	31.933 €	5419546	STAGE II 36.900 €	5419547	38.745 €
5419580	35.027 €	5419585	38.935 €	5419586	STAGE II 44.354 €	5419587	47.740 €

Fuente (AYERBE, 2023)

FICHA TECNICA DE HIMOINSA HFW-75 T5

HIMOINSA
A **YANMAR** COMPANY

HFW-75 T5
GAMA INDUSTRIAL
Powered by FPT_IVECO



SERVICIO		PRP	ESP
POTENCIA	kVA	75	83
POTENCIA	kW	60	66
RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO	r.p.m.	1.500	
TENSIÓN PRINCIPAL	V	400/230	
TENSIONES DISPONIBLES	V	200/115 · 230 V (t) · 380/220 · 415/240	
FACTOR DE POTENCIA	Cos Phi	0,8	



INSONORIZADO ESTÁNDAR

 D10

 REFRIGERADOS POR AGUA

 TRIFÁSICOS

 50 HZ

 DIÉSEL



Especificaciones de Motor | 1.500 r.p.m.

Potencia Nominal (PRP)	kW	72,5	Consumo máximo de aceite a plena carga	0,5 % del consumo de combustible	
Potencia Nominal (ESP)	kW	79,9	Capacidad total de aceite (incluido tubos, filtros)	L	12,8
Fabricante	FPT_IVECO				
Modelo	NEF45SM3				
Tipo de Motor	Diesel 4 tiempos				
Tipo de Inyección	Directa				
Tipo aspiración	Turboalimentado				
Cilindros, número y disposición	4-L				
Diámetro x Carrera	mm	104 x 132	Regulador	Tipo	Mecánico
Cilindrada total	L	4,5	Filtro de Aire	Tipo	Seco
Sistema de refrigeración	Líquido (agua + 50% glicol)				
Especificaciones del aceite motor	ACEA E3 - E5				
Relación de compresión	17,5:1				
			Diámetro interior de salida de escape	mm	70,3



- Motor diesel
- 4 tiempos
- Refrigerado por agua
- Arranque eléctrico 12V
- Filtro decantador (nivel no visible)
- Filtro de aire en seco
- Radiador con ventilador soplante
- Regulación mecánica
- Protecciones de partes calientes
- Protecciones de partes móviles
- Sensor de nivel agua radiador (Opcional).
- Bulbos de ATA (Opcional).
- Bulbos de BPA (Opcional).

DIMENSIONES Y PESO

		Versión Estandar	Versión Gran Capacidad	Versión Gran Capacidad
Largo (L)	mm	2750	2750	2750
Alto (H)	mm	1760	1900	2163
Ancho (W)	mm	1100	1100	1100
Volumen de embalaje máximo	m ³	5,32	5,75	6,54
Peso con líquidos en radiador y cárter	Kg	1564	1682	1812
Capacidad del depósito	L	240	390	850
Autonomía (100% PRP)	Horas	13	22	48
		Depósito de plástico	Depósito de acero	Depósito de acero

