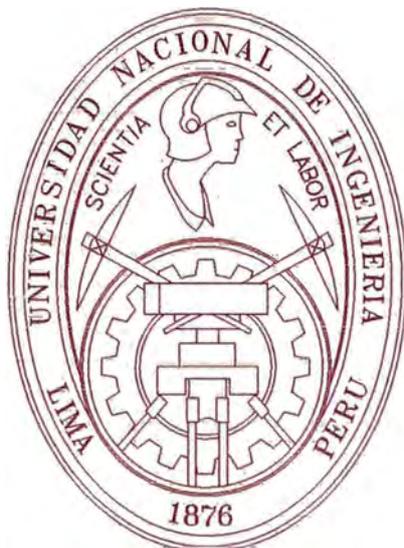


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DEL USO DE MCI A GAS
NATURAL, EN LA AMPLIACION DE LA CT DE TUMBES
DE 20 MW ISO”**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

MANUEL ENRIQUE RODRIGUEZ VILLAMAR

PROMOCIÓN 1980-II

LIMA-PERÚ

2010

AGRADECIMIENTO

A Dios padre Jehovah, Yahveh, YHVH

al hijo Nuestro Señor Jesucristo

y al Espíritu Santo.

a mis abuelas y abuelos maternos y paternos

a mis padres Marcelina y Victoriano

a mis tías Ubaldina y Victoria

a mis hermanos, sobrinos

y a mi esposa J. Delia Enciso Véliz

por el apoyo que me han dado en el transcurso

de mi vida, hasta la realización del presente trabajo.

INDICE

	PROLOGO	1
1	INTRODUCCIÓN	5
1.0	Antecedentes	7
1.1	Objetivo	13
1.2	Alcances	14
1.3	Análisis de la Información	15
2	FUNDAMENTOS TÉCNICOS	18
2.0	Introducción	18
2.1	El MCI para Termoeléctricas	19
2.2	Descripción Técnica	21
2.2.1	El motor diesel CAT-MaK	27
2.2.2	Sistemas auxiliares	32
2.2.3	El motor a gas natural Wartsila	66
2.2.4	Sistemas auxiliares	79
2.3	El grupo de generación	87
2.4	Operación del sistema eléctrico de Tumbes	92
2.5	La CT El Charán de Tumbes	95
2.6	Operación y Mantenimiento de la CT	106

II

3	AMPLIACION DE LA CT EI CHARAN, TUMBES	129
3.0	Introducción	129
3.1	Suministro de combustibles	137
3.1.1	Diesel 2 y Petróleo Residual 6	138
3.1.2	Gas Natural de Corvina, La Cruz, Zorritos, Tumbes	141
3.2	Generación eléctrica con gas natural	143
3.3	Bases y criterios	145
3.4	Evaluación técnica de los MCI considerados	147
4	INVERSION, COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	149
4.0	Introducción	149
4.1	Inversión	149
4.2	Costos de operación y mantenimiento	151
4.3	Análisis de resultados	152
	CONCLUSIONES	154
	RECOMENDACIONES	156
	Bibliografía	157
	Planos	
	Anexos	

PROLOGO

PROLOGO

En los últimos años, con la llegada del gas natural GN de Camisea a la ciudad de Lima, se observa en nuestro país el gran desarrollo de varias actividades técnico – económicas y sociales, entre las cuales sobresale las de generación eléctrica.

Se han convertido máquinas en centrales termoeléctricas que funcionaban con combustible D2 para que operen en la actualidad con GN. Se han inaugurado varias CT con turbinas a GN, inclusive se han trasladado y convertido cuatro (04) MCI-EC marca Wartsila de 6 MW cada uno con combustible D2 de la CT de Calana Tacna, hacia la CT de Independencia EGESUR en Pisco, donde se ha realizado la conversión a motores Otto, para que funcionen con combustible GN.

Además del yacimiento de Camisea y áreas contiguas en nuestro país desde hace muchos años existen y están en explotación otras zonas con este recurso el GN, como por ejemplo Aguaytia en Ucayali.

En el Noroeste del país en Paita, Malacas, Talara y áreas aledañas, en Tumbes y su zócalo continental tal es el caso en los yacimientos frente a las Costas de Zorritos y

La Cruz, Tumbes, lugar cercano a la actual CT El Charán de 20 MW – ISO, de esa misma ciudad.

En el presente estudio se analizan los aspectos técnicos y de ingeniería para la utilización de los MCI a GN, su aplicación específica y especial en la generación eléctrica y la selección o elección de estos en la futura Ampliación de la CT con MCI a GN de Tumbes de 20 MW – ISO.

El presente informe de ingeniería se desarrolla en cuatro capítulos que se describen o detallan a continuación:

El Capítulo 1: Introducción, enfoca de manera general los antecedentes de uso de MCI a GN, de los yacimientos de este combustible y de la CT en la Región Tumbes, su ubicación geográfica en nuestro territorio, el objetivo del uso de los MCI a gas natural con fines de generación eléctrica, los alcances y análisis del informe respecto a estos estudios.

El Capítulo 2: Fundamentos técnicos, trata y describe los diferentes aspectos de la CT, sus componentes, el MCI. Los tipos, modelos y fabricantes de motores más utilizados en nuestro país. Ejemplo de los motores Caterpillar MaK los Cat – Mak con D2 y los Wartsila a GN. Los sistemas auxiliares. El generador síncrono trifásico GST. El grupo de generación. La operación del sistema eléctrico de Tumbes. La CT El Charán de Tumbes, su operación y mantenimiento.

El Capítulo 3: Ampliación de la CT El Charán de Tumbes, detalla varios aspectos para la selección, elección, ubicación de la central. De la disponibilidad y suministro de combustibles de la zona: D2, R6 y GN. Trata sobre la generación

eléctrica con GN, bases y criterios, e informa y presenta la evaluación y comparación técnica de los MCI considerados.

El Capítulo 4: Inversión, costos de operación y mantenimiento, determina y se muestran en cuadros los costos de inversión, operación y mantenimiento del Proyecto de la ampliación de la CT de Tumbes, eligiendo dos MCI Wartsila 20 V34SG con combustible GN y sus dos GST marca ABB, realizándose al final un análisis de resultados.

Por último se presenta las Conclusiones, Bibliografía, Planos y Apéndice.

Espero y anhelo que el presente Informe sirva para conceptuar y conocer de manera rápida a una CT con MCI a GN, al propio MCI, a los sistemas auxiliares y a su aplicación en la generación eléctrica.

Agradezco a los Ingenieros y personas encargados de proporcionar información en varias instituciones del Estado, del Ministerio de Energía y Minas, Electroperú, Osinerming, etc y de empresas privadas como a la empresa Wartsila y a Caterpillar Internacional y Caterpillar Ferreyros.

Finalmente de manera especial expreso mi agradecimiento a mi sobrino el Sr. Edwin Javier Velazco Enciso, al Ing. Francisco A. Pinedo Benítez, profesional de nuestra Facultad y Alma Mater especialista destacado en Centrales termoeléctricas e hidroeléctricas en nuestro país y al Ing. David A. Ley del Río, especialista y pionero en uso del gas natural en MCI, amigos que con su apoyo, exigencia y confianza depositado en mi persona han hecho posible el desarrollo del presente informe.

CAPITULO 1
INTRODUCCION

INTRODUCCIÓN

En el presente Informe de competencia profesional se desarrollan y describen el estudio y análisis de los aspectos técnicos y de ingeniería de los MCI a gas natural, estacionarios, de potencias comprendidas entre 5-10 MW, para ser seleccionados e instalados en centrales termoeléctricas y en el presente caso en la Ampliación de la C.T. de Tumbes de 20 MW-ISO.

Al realizar el estudio de estos MCI especiales, obligadamente se tiene que analizar sus sistemas auxiliares mecánicos principales y complementarios, así como las características, ubicación e instalaciones de los diferentes equipos que los conforman dentro de la central.

De manera general en el presente análisis se menciona al otro componente principal del grupo de generación, el Generador Síncrono Trifásico GST y a sus sistemas eléctricos y electrónicos principales y complementarios.

Se toman como ejemplo de motores con las características antes referidas a los más utilizados en CT de nuestro país: El motor Caterpillar –MaK Cat-MaK 16 CM32 de 7.5 MW que funciona con combustibles D2 y R6 y el Wartsila 20V34SG de 9 MW que opera con combustible GN.

Se describe la actual C.T. El Charán de Tumbes 2 x 9.34 MW y la futura ampliación de 20 MW – ISO, tratándose seguidamente sobre el suministro de combustibles D2 y R6 para los motores de la actual central y GN para la ampliación.

Una vez elegidos o seleccionados los dos (02) motores Wartsila 20 V34SG y los dos (02) generadores síncronos trifásicos ABB, se detalla e informa el aprovechamiento y utilidad de la generación eléctrica con gas natural, las bases y criterios y la culminación de realizar la evaluación y comparación técnica de los MCI considerados en la CT, uno cuando funciona con motor EC con D2 y R6 otro ECH con GN.

Por último se presentan los costos de inversión, operación y mantenimiento del proyecto de la ampliación de la central con los dos motores Wartsila 20V34SG y sus dos GST marca ABB y las conclusiones.

1.0 Antecedentes

En nuestro país, como experiencia de MCI que funcionan con GN, se tienen los que operan en los campos de explotación y comercialización de gases combustibles, sea en tierra firme o en plataformas en el mar, como por ejemplo los que están en servicio en las instalaciones de bombeo, compresión y transporte acoplados con compresores en la zona nor-oeste del país en Paita, Talara, Los órganos, etc, en la Región Piura y en Zorritos, La Cruz en la Región Tumbes.

También en estas zonas se emplean o utilizan acoplados a un GST conformando los grupos electrógenos de diversas capacidades.

Entre los motores más empleados y conocidas en las actividades mencionadas se tiene a los Waukesha, Superior, Fairbank morse, con potencias cercanas a los 1000 HP ó 746 KW, estos están acoplados a compresores de acuerdo o en concordancia con sus características electromecánicas y entre las marcas más conocidas se tienen a los compresores Ingersoll Rand, Worthington, Dresser Rand, etc.

Es decir que experiencia de MCI a GN que funcionan en CT en la actualidad no hay en nuestro país. Recién se ha realizado la construcción de la CT de Independencia EGESUR en Pisco con la conversión de 04 motores Wartsila 18 V34SGA2 de 5940 KW cada uno, 720 RPM, 60 HZ. Cada motor está acoplado a un generador ABB cuya potencia eléctrica de salida es de 5732 KW con Factor de Potencia 0.8. Pero esta central no funciona porque está esperando la cuota o cupo de gas con la ampliación del ducto del gas de Camisea.

Con respecto a los antecedentes del GN se hace presente que el noroeste peruano es una zona rica en hidrocarburos: petróleo crudo, gases asociados y no asociados. El uso del petróleo por parte de los lugareños se remonta a épocas prehistóricas, pues se han encontrado en Tumbes y Piura antiquísimos restos de vasijas de barro, con restos de asfalto y brea.

También como reseña histórica importante se recordará que en 1861 Edwin L. Drake perforó el primer pozo petrolífero en el mundo en los Estados Unidos de Norte América y en 1863 Manuel Antonio de la Lama y su socio de apellido Rudens con sus ingenieros y técnicos realizaron la primera perforación de un pozo de petróleo y gases asociados en América Latina y segunda en el mundo, en Zorritos Tumbes en el lugar cercano a la quebrada Tusillal.

La Empresa así formada en aquella época, pasó por varios propietarios peruanos y extranjeros hasta que entre los años 1886 y 1888 fue adquirida por la compañía Basso Hermanos y Faustino Piaggio.

En 1939 en el gobierno del General Oscar. R. Benavides el estado peruano adquirió la empresa conjuntamente con la Refinería “Villar” de Zorritos formándose de esta manera la “Compañía Petrolera Fiscal”, naciendo así en Tumbes la gran empresa nacional que es en la actualidad Petroperú.

En nuestro país cada uno de las áreas en que se han dividido la parte de tierra firme o el mar que contienen estructuras de filiación petrolífera, para efectos de concesión o explotación de petróleo y gas se denominan “Lote”, correspondiéndole al mar de Tumbes el Lote Z-1 y a tierra firme, el Lote XIV, Lote XIX, etc.

En el espacio marino de la zona noroeste del país, el desarrollo y avance de los yacimientos petrolíferos se inicio en 1955. En el Lote Z-1, la actividad exploratoria comenzó en 1969 a cargo de Petroperú, En 1971 la empresa Tenneco y asociados, realizaron varias actividades ubicando varios pozos con cantidades significativas de petróleo, condensados y gas natural en el lugar Albacora frente a Zorritos, perforando otros siete (07) pozos entre 1972 y 1975.

Entre 1976 – 1982 la empresa Belco, perforó desde nueve (09) plataformas fijas, nueve (09) pozos que resultaron productores de petróleo, además de otras cuatro (04) plataformas cada uno un (01) pozo, dos (02) resultaron productores de gas, el CX11-16X de Corvina y el C18X de Piedra Redonda.

En 1992 un grupo de empresas norteamericanas la American International Petroleum Corporation, EDC y Hallwood suscribieron un Contrato de Exploración por el Lote Z-1 con Petroperú S.A.

En 1998, luego de un concurso promovido por Petroperú S.A. a la compañía argentina Pérez Companc se le adjudica el Lote Z-1 bajo un contrato de Licencia para Exploración y Explotación de Hidrocarburos.

El Ministerio de Energía y Minas, encargó a Petroperú realizar pruebas de presión y producción en el pozo CX11-16X Corvina, resultando la producción total de gas de 156 MMPC y de líquidos 342 Bbls.

El 13 de Noviembre del 2001, el gobierno Peruano, aprobó el Contrato de Licencia para la Exploración y explotación de Hidrocarburos en el Lote Z-1, suscrito entre Perupetro S.A. y el Consorcio Syntroleum Perú Holding Limited sucursal del Perú y BPZ Energy Inc, sucursal del Perú.

El 12 de Febrero del 2004, por el DS N° 003-2004EM, se aprobó la cesión de posición contractual en el Contrato de Licencia para la Exploración del Lote Z-1 por parte de Syntroleum Perú Holding limited, sucursal del Perú a favor de la empresa Nuevo Perú Ltd. Sucursal del Perú.

El 02 de Febrero del 2005, por el DS N° 002-2005-EM, se aprobó la cesión de posición contractual en el Contrato de Licencia para la Exploración y Explotación del lote Z-1, de parte de Nuevo Perú Ltd, sucursal del Perú, a favor de la empresa BPZ Energy Inc., sucursal del Perú, siendo en la actualidad la única compañía a cargo de este proyecto.

La empresa BPZ Energy Inc. está realizando la confirmación y desarrollo del campo de gas de Corvina, demostrando que es un proyecto bien evaluado y concebido. El estudio de reservas de Corvina, certificado por Gaffney, Cline & Associates da una reserva probadas de 93 BPC, reservas probables de 0.709 TPC y reservas posibles de 2.129 TPC.

Con estas cantidades de gas natural es posible realizar un proyecto integral de desarrollo económico, energético y social en la cuenca Tumbes, en el noroeste de nuestro país.

Con relación a los antecedentes de la CT que funcionen con GN en la Región Tumbes, no se han realizado, siempre han sido grupos diesel y los proyectos de otro tipo de CT a gas, nunca se han ejecutado.

Haciendo un resumen histórico de los últimos cuarenta años, se empezará mencionando que en la antigua C.T. de las Mercedes de Tumbes entre los años 1970-1980, los grupos diesel en operación eran seis (06) Skoda de 1 MW cada uno, un (01) Caterpillar de 0.8 MW, un (01) General Motor de 2.5 MW, un (01) Sacm de 2.5 MW y dos (02) Emd de 2.49 MW, cuyos años de retiro estaban comprendidos entre 1995 y 2001.

En Setiembre de 1982 se reunieron Electroperú S.A. Belco y Petroperú S.A. donde Electroperú .S.A. informó que el tamaño de la central dependía del volumen de gas que se encontrara y del costo del mismo en el Lote Z-1; y en principio se estimó que se trataría de una planta a GN de 100 a 300 MW.

En Junio de 1983, Electroperú S.A. decidió consultar la conveniencia de adelantar una o dos de las turbinas a gas TG de la Primera etapa del proyecto para abastecer los déficit previstos para el Plan Maestro de Electricidad para la Región Tumbes – Piura en aquella época.

En 1985, Electroperú S.A. realizó un estudio denominado como “La Minicentral a carbón de Tumbes” con grupos con turbinas a vapor TV, 2 x 5 MW, cuyo combustible no convencional, carbón lignito, se encuentra en la zona denominada Malpaso en Tumbes, pero este proyecto no se ejecutó.

En 1987, Electroperú S.A. determinó realizar el proyecto de la instalación de la Primera Unidad de ciclo combinado de la CT a gas de Zorritos, conformada por una (01) TG con potencia a condiciones ISO comprendida entre 35 y 40 MW, (y su alternador), con dos calderos recuperadores sin combustión suplementaria, una (01) TV de potencia adecuada a la TG (0.5 de la Potencia de TG) igual o aproximadamente a 20 MW y su alternador, proyecto que tampoco se realizó.

En 1989, fue considerado nuevamente el proyecto de la Minicentral a carbón de Tumbes, pero tampoco se realizó.

En Enero de 1994, se construyó la Nueva CT de las Mercedes de Tumbes, junto a la antigua con la ampliación de dos (02) grupos diesel CKD de 2,35 MW cada uno.

En 1995, año en que según los estudios del Proyecto de la Minicentral a carbón, se habrían terminado las reservas de lignito entonces para este año el Ministerio de Energía y Minas, Electroperú S.A. y Petroperú S.A. habían programado la ejecución y puesta en Servicio de la CT a gas de Zorritos, que no se realizó.

A fines de 1996 y mediados de 1997, se instaló la Nueva CT El Charán de Tumbes con dos (02) grupos diesel Mak de 9.34 MW cada uno.

Y como se ha presentado en párrafos anteriores a fines del 2005, la empresa BPZ Energy Inc. ha presentado y está ejecutando un proyecto integral de desarrollo de las reservas de GN y su conversión en energía eléctrica con la instalación en una primera fase, de una CT de generación de 140 MW en las cercanías de la localidad de Nueva Esperanza, La Cruz, Zorritos, Tumbes.

Por último, se está desarrollando en el presente informe la ampliación de la C.T. El Charán de Tumbes de 20 MW, con dos grupos, con MCI Wartsila 20V34SG a gas natural y dos alternadores o generadores ABB.

1.1. Objetivo

Analizar los aspectos técnicos y de ingeniería del uso de los MCI a GN de potencia nominal entre 5-10 MW, a sus componentes fundamentales y a los sistemas auxiliares mecánicos principales.

Indicar las ventajas y beneficios que se obtienen al seleccionar MCI a GN, por el uso de este combustible en el rendimiento técnico y económico de la central.

Señalar y demostrar que estos motores usan un combustible limpio, que no se almacena en instalaciones dentro de la central, no necesita calentamiento al inicio de su operación, que es el más económico para la generación de electricidad y el que produce menor impacto ambiental. (en centrales termoeléctricas).

Mostrar que con la ampliación de la CT de Tumbes con motores a GN combustible económico, además de incrementar el parque generador térmico de la zona y del SEIN, se conseguiría reducir costos de operación y por lo tanto costos de producción y por consiguiente una menor tarifa para el consumidor.

Demostrar que con la ampliación de la CT de Tumbes o con otros proyectos de centrales a GN estaremos en condiciones de aumentar nuestra oferta eléctrica y exportarla a nuestro país vecino el Ecuador, tal como se efectuó del 19 al 26 de Mayo del 2005, utilizando la línea de interconexión de 220 KV, de la SE Zorritos – SE Machala en la Provincia de El Oro, Ecuador.

1.2. Alcances

Los alcances del presente informe comprende la descripción detallada de:

El análisis de los aspectos técnicos y de ingeniería para la utilización de los MCI a GN, incluyendo a algunos de los componentes o equipos del motor relacionados con el sistema de combustible GN.

La inclusión en el estudio de los fundamentos técnicos a los MCI-EC con combustible D2, por la razón, que en varios acápite y oportunidades se comparan con los MCI-ECH con combustible GN.

La comprobación e identificación de características y usos de los MCI más utilizados en CT en nuestro país: Los Cat – MaK 16 CM32, MaK 8M601C, los Wartsila Vasa 18V32 y sus sistemas auxiliares mecánicos principales.

El conocimiento del motor Wartsila 20V34SG, sus partes, sistemas auxiliares, operación, etc.

La enumeración y posición de las secciones o partes de la actual CT El Charán de Tumbes y de la futura ampliación con dos (02) MCI a GN los Wartsila 20V34SG de 9MW cada uno, con sus respectivos GST marca ABB.

La información y ubicación de las zonas de disponibilidad y suministro de combustibles, especialmente del GN del yacimiento Corvina, ubicado en el Lote Z-1 en el distrito La Cruz, Tumbes.

Detallar e informar el aprovechamiento y utilidad de la generación eléctrica con GN, las bases y criterios y la culminación de realizar la evaluación y comparación técnica de los MCI considerados en la CT, uno cuando funcione con motor EC con D2 y R6 y otro ECH con GN.

Determinar y mostrar los costos de inversión, operación y mantenimiento del proyecto de la ampliación de la central con los dos MCI Wartsila 20V34SG con combustible GN y sus dos GSI marca ABB, haciéndose el respectivo análisis de resultados.

1.3 Análisis de la información

Para desarrollar el presente Informe, inicialmente se buscó información técnica y de ingeniería especializada en las tres partes principales siguientes:

- Uso de los MCI a GN.
- Yacimientos de GN en la zona de Tumbes.
- CT en la mencionada región.

Con respecto a la información técnica de los MCI a GN ésta principalmente se obtuvo de los Manuales y Revistas obsequiados por los fabricantes de motores y CT.

Wartsila Corporation, además de otras fuentes de fabricantes y entidades mencionadas en la bibliografía.

Se analizó el motor, sus partes, los sistemas auxiliares mecánicos principales, dándole un tratamiento especial al sistema de combustible GN.

También se obtuvo información de los MCI – EC a D2, conseguida de Manuales de los fabricantes de motores CAT-MaK la Empresa Caterpillar Motoren GmbH, con la finalidad de realizar la evaluación técnica y comparación de estos motores y seleccionar o elegir el motor Wartsila 20V34SG a GN.

Por último con la información existente se determinaron los costos de inversión, operación y mantenimiento del Proyecto de la ampliación de la CT de Tumbes de 20 MW-ISO, conformada por dos grupos motor Wartsila 20V34SG y GST marca ABB.

Con relación a los yacimientos de GN en la zona de Tumbes, principal y especialmente en el Lote Z-1 , la información se consiguió en el Ministerio de Energía y Minas, Sociedad Nacional de Minería petróleo y energía, así como también de otras fuentes indicadas en la bibliografía, por ejemplo libros como Documental del Perú Tomo XXV, Atlas del Perú Tomo 1 Edición del 2009 “El Comercio”, Revistas especiales con contenidos de temas de energía, Noticias del Diario El Peruano, etc.

La información más importante es la proporcionada por la empresa BPZ Energy Inc. en lo que corresponde a datos del GN tales como sus características físico –

químicas, térmicas, rutas del gasoducto, otras, que han servido para realizar cálculos y evaluaciones técnicas del MCI a GN.

Por último en lo que se refiere a la búsqueda y revisión de la información documental de datos de las CT en la Región Tumbes se obtuvieron en los archivos del Ministerio de Energía y Minas, Electroperú, etc, información tales como de la CT antigua de las Mercedes desde 1970, ampliación de la Nueva CT de las Mercedes año 1994, CT a GN año 1982, Minicentral a carbón 1985, CT El Charán año 1996, Proyecto de CT a GN de Nueva Esperanza Primera fase año 2005, etc.

Esta información fue revisada y con ayuda de datos adquiridos en mi experiencia profesional, constituyen la base principal para la preparación y confección del presente informe.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS TÉCNICOS

2.0 INTRODUCCION

La CT con MCI son las plantas o centrales de generación eléctrica cuando la energía primaria que acciona al generador proviene de una máquina térmica y en este caso de un motor de combustión interna MCI; sea que funcione con ciclo termodinámico diesel mixto con combustible destilado D2 o residual R6, o con ciclo termodinámico otto con combustible gas natural (Metano).

El otro elemento fundamental de la central es el generador síncrono trifásico GST, máquina o dispositivo eléctrico que convierte la energía mecánica de un motor primario en energía eléctrica de corriente alterna de voltaje y frecuencia determinados. El término síncrono se refiere al hecho de que la frecuencia eléctrica de esta máquina está sincronizada con su relación mecánica de rotación del eje.

Respecto a las características de estas centrales, las del tipo otto a gas natural son de arranque rápido, necesitando sólo un precalentamiento al aceite del sistema de lubricación del motor.

Las del tipo diesel mixto igualmente, necesitan del precalentamiento del sistema de lubricación y arrancan con D2, tomándose justo el tiempo necesario para calentar al R6 y hacer el cambio respectivo a este combustible para que la máquina funcione en operación continua.

Tienen relativamente un peso reducido en comparación con otro tipo de CT, su régimen de velocidad es constante.

Necesitan poca cantidad de agua de refrigeración, pues emplean sistemas en circuito cerrado con radiadores o con torres de enfriamiento.

En grandes ciudades o en sistemas eléctricos interconectados, sirven para cubrir los picos de cargas en las horas punta de consumo.

En nuestro país con regiones geográficas tan variadas, existiendo zona o lugares donde no ha llegado el Sistema Interconectado Nacional o donde ha aumentado la demanda, la alternativa de selección, bien puede ser la CT con motor diesel mixto con combustibles D2 y R6; o con motor otto sistema dedicado con combustible gas natural, cuando exista éste en la zona.

Una CT con MCI está formada por grupos de generación con las siguientes partes:

- Un MCI con sus componentes o equipos mecánicos y eléctricos denominados sistemas auxiliares mecánicos principales y complementarios y con los sistemas auxiliares eléctricos propiamente dichos.
- Un generador síncrono trifásico GST de corriente alterna trifásica con sus equipos eléctricos y electrónicos llamados los sistemas auxiliares eléctricos.

2.1 El MCI para termoeléctricas

Esta máquina es el elemento primario de la central, denominada así porque el encendido del combustible tiene lugar internamente en la cámara de combustión que se encuentra ubicada en la culata o tapa de los cilindros del motor.

Al producirse la combustión aparece una alta presión e impulsa hacia abajo el pistón que recorre desde el Punto Muerto Superior PMS hacia el Punto Muerto Inferior PMI, produciéndose el tiempo o carrera de fuerza o potencia motriz con el suministro de trabajo mecánico útil.

Las partes o estructuras de los MCI son: la culata, el bloque (Monoblock) y el cárter.

Respecto a las características principales comunes tenemos:

Los motores empleados sean del ciclo diesel mixto u otto son de cuatro tiempos y cuatro carreras con velocidades nominales de 400 a 1200 RPM; son los denominados de velocidad media.

El sistema de arranque de éstas grandes máquinas es con aire comprimido a la presión de 30 bar y mediante un distribuidor o juego de válvulas el aire ingresa en el mismo orden de incendio a los cilindros y mueve a los pistones haciendo girar al eje y cigüeñal que conjuntamente en sincronización con los otros sistemas principales se produce el arranque del motor.

El aire para la combustión es aspirado o tomado del ambiente por la succión de un turbocompresor. La combustión de este aire mezclado con el combustible se produce en la mencionada cámara de combustión.

El sistema que conduce los gases productos de la combustión es el de gases de escape.

Poseen un sistema de lubricación cuya función principal es eliminar la fricción entre grandes piezas o partes metálicas pesadas del motor.

El sistema de enfriamiento es aquel que refrigera a las partes calientes sean debido a la combustión o a la fricción.

Los valores de las características de diseño, fabricación, construcción, operación del motor deben estar de acuerdo a normas internacionales y nacionales reconocidas tales como las siguientes:

ISO 3046/1; ISO 8528/1 de la International Standard Organization.

DIN 6271 del Deutsche Institute fur Normung; del Instituto Alemán de Normas.

Una de las características que se toma en cuenta y se somete al motor en las pruebas en fábrica y en sitio es que ha sido construido para trabajo continuo sin interrupción. Deberá estar en capacidad de producir la potencia continua especificada en la hoja de características y garantía bajo la más adversa combinación de temperatura ambiental, humedad , altura del lugar y cuando sea requerido soportar una sobre carga del 10% (110%) por el periodo de una hora en cualquier periodo de 12 horas de operación consecutiva a plena carga.

2.2 Descripción Técnica

El equipamiento principal de la CT lo constituyen los grupos electrógenos **motor – generador**, sean del tipo diesel u otto, incluyendo además sus sistemas auxiliares.

Se empezará la descripción tratando sobre los motores en cuanto se refiere a sus características según los tipos existentes, su construcción, instalación y operación o funcionamiento.

Cuando los MCI son diesel de ciclo mixto como por ejemplo los Caterpillar – Mak (CAT-MaK), los Wartsila, Wartsila Vasa 18V32 etc. (ambos los más conocidos en centrales en nuestro país); son de cuatro tiempos, cuatro carreras, turbocargados, de ignición por compresión, con inyección directa de combustible, inician su operación o arrancan con D2 y luego de cierto tiempo se cambia a R6, para que funcione de manera normal. Tener presente que para detener su marcha (apagado) hay que cambiar y hacerlo, con combustible D2.

En el caso de motores otto con combustible gas natural como por ejemplo los Wartsila 34SG son de cuatro tiempos, cuatro carreras, de ignición con bujía, con las últimas tecnologías de encendido por calor – chispa, mezcla –pobre (Lean - burn) con precámara de combustión.

Como características comunes por ejemplo tenemos con respecto a la potencia nominal, estamos tratando con motores grandes en el rango de 5 MW a 10 MW.

Las velocidades de rotación de éstas máquinas considerados como de media velocidad están comprendidas entre 400 – 1200 RPM y deben tener concordancia con la velocidad del generador que se seleccione, de manera que mantenga la frecuencia de 60 Hz.

El sistema de arranque es con aire comprimido, la combustión del aire aspirado del ambiente con el combustible se produce en la cámara de combustión interna, la evacuación de los productos de la combustión es por los ductos de salida de los gases de escape, la lubricación de piezas internas con aceite lubricante para evitar el rozamiento, la refrigeración o enfriamiento de las partes calientes se realizará

indirectamente con agua y ésta a su vez para ser refrigerada por grandes radiadores o torres de enfriamiento, etc.

Algunas características y datos técnicos importantes en este tipo de motores se muestran a continuación en la Tabla N° 2-1 tomándose como ejemplo al motor MaK Tipo 8M601C instalado en la CT El Charán de Tumbes.

Estos datos y características son presentados por los fabricantes en catálogos, boletines, revistas, mostrando tablas, gráficos y definiciones, tal como se aprecia en los Anexos A1 y A2 referentes a características y modelos de Motores MaK.

Con relación al generador síncrono trifásico GST la otra máquina fundamental del grupo es una máquina eléctrica que convierte la energía mecánica de un motor primario en energía eléctrica de corriente alterna de voltaje y frecuencia determinados.

Como en el caso de los MCI los fabricantes construyen generadores en tipos y modelos en concordancia con la potencia, velocidad y otras características de los motores que van a conformar el grupo de generación de la planta.

Como características comunes el generador debe ser del tipo de polos salientes, autoventilados, protegido y acoplado directamente al eje del motor, con cojinetes de pedestal y placas de fundación. Los materiales de aislamiento Clase F.

Tabla N° 2-1 Características Técnicas del motor MaK Tipo 8M601C.

- Información General	
Nombre del fabricante	: Caterpillar - Mak
Tipo	: M601 C
Serie	: xxxxxxxx
- Dimensiones geométricas de partes o piezas importantes	
Diámetro interior del cilindro	: 580 mm
Carrera del pistón	: 600 mm
Número de cilindros, configuración	: 8 en línea
Largo del motor	: 9280 mm
Ancho	: 3327 mm
Altura	: 5215 mm
- Rendimientos o performance con parámetros al freno (al eje) ó indicados.	
Velocidad del eje en RPM	: 400
Potencia al freno	: 9340 KW
Presión media efectiva	: 22.1 bar
Presión de compresión	: 76.49 bar
Presión máxima	: 115.71 bar
- Rendimientos o consumos específicos.	
Consumo específico de combustible	: 201 gr/ KWh
Para combustible de Pcal 10 000 Kcal / Kg Neto	
Consumo específico de lubricante	: 1,34 gr/KWh
- Peso de partes y del motor.	
Peso del motor	: 146000 Kg
Peso del pistón con accesorios	: 1302 Kg.
Peso del cilindro	: 1135 Kg
Peso de la tapa del cilindro	: 1680 Kg

Los bobinados deben ser diseñados bajo las condiciones del lugar (T. mínima 13°C, T máxima 40 °C, H.R.87%, por ejemplo en Tumbes) de manera que soporten el funcionamiento con 10% de sobrecarga por un periodo de 1 hora después de 12 horas de operación consecutivas a plena carga.

El neutro de cada GST debe ser conectado a tierra a través de una resistencia de puesta a tierra.

Estas características deben cumplir con normas nacionales e internacionales reconocidas tales como:

IEC International Electrotechnical Commission

VDE Verband Deutscher Elektrotechniker. Agencia de certificación de Alemania.

Algunas características en este tipo de generadores se muestran a continuación en la Tabla N° 2-2, tomándose como ejemplo a uno de los generadores AvK tipo DIGI 81P/18 instalados en la CT El Charán de Tumbes.

Tabla N° 2-2 Características técnicas del generador AvK DIGI 81P/18

Nombre del fabricante	:	A. Van Kaich Ingolstadt GmbH
Marca	:	AvK
Tipo	:	DIGI 81P/18
Número	:	XXXX
Año de fabricación	:	1996
Potencia aparente nominal a 60 Hz	:	11266 KVA
Factor de potencia $\text{Cos } \phi$:	0.8
Número de fases	:	3
Potencia activa nominal a 60 Hz	:	9013 KW
Máxima potencia activa continua a 60 Hz	:	9915 KW
Tensión nominal de generación	:	10 KV
Velocidad de rotación	:	400 RPM
Corriente nominal	:	650 A
Voltaje de excitación	:	65 V
Corriente de excitación	:	44 A
Material de aislamiento	:	Clase F
Temperatura de aire de enfriamiento	:	40 °C
Temperatura de sobrecalentamiento de los arrollamientos Estator o Rotor	:	100 °C
Peso de cada generador	:	52 Ton.

2.2.1 El motor diesel CAT-Mak (Caterpillar – Mak)

Estos motores son fabricados en Alemania como su nombre lo indica por Caterpillar Motoren GmbH. En el Anexo A1 y A2 se observa que hay varios tipos o modelos de éstos motores, de los cuales del tipo 8M601C son los de mayor potencia 9340 KW y en nuestro país hay dos instalados en la CT El Charán de Tumbes.

Siguen como más seleccionados en nuestro medio los tipo 16M32 y la última versión 16CM32 de 7518 KW; uno fue instalado en el año 2001 y dos este año 2008 en la Ampliación de la CT de Iquitos. Hay varios instalados en diferentes lugares en la selva peruana, en zonas de los lotes donde se realizan exploraciones y extracciones de petróleo.

Por último hay en grupos de generación los de 3500 KW y 1020 KW en varios lugares del país.

Descripción del motor CAT-MaK 16CM32

Este motor funciona con ciclo termodinámico diesel mixto (También denominado Trinker o Sabathé), de cuatro tiempos, cuatro carreras, turbocargados, encendido por compresión, con inyección directa de combustible, tiene 16 cilindros configuración en V, su potencia al freno es de 7518 KW en su eje o volante y cuando se acopla directamente a él un generador síncrono la potencia en bornes es de 9088 KVA a un factor de potencia igual a 0.8.

Es un motor estacionario grande de velocidad media 720 RPM. Opera con combustible D2 y R6; arranca con D2 y funciona determinado tiempo hasta generar 3.0 MW que es el tiempo necesario para que el combustible R6 esté caliente y tenga

la viscosidad apropiada (Máximo 700 cSt. 50 °C) para funcionar en forma continua, se debe tener presente que para apagar la máquina hay que cambiar el combustible a D2.

La inyección directa del combustible es realizada como su nombre lo indica por bombas de inyección de alta presión para cada uno de los cilindros, empleándose en la instalación tuberías de doble pared para que soporten la alta presión de operación, las puntas de los inyectores son enfriadas con circulación de aceite lubricante.

La línea de alimentación principal de combustible hacia los cilindros tiene un filtro Dúplex, especial en este tramo final y forma parte de los accesorios y equipos instalados en el motor.

El arranque de la máquina es por aire comprimido, tiene una válvula principal solenoide de control con accionamiento manual o remoto. Además poseen una válvula para el arranque por cada cilindro, controlada por el distribuidor del control de aire.

En la admisión de aire de carga para la combustión cuenta con dos válvulas de acero por cilindro con asientos y rotadores.

En el sistema de los gases de escape en la salida del múltiple tiene instalado el turbo cargador cuya función principal es sobrecargar o supercargar con aire de carga el sistema de aire de admisión o combustión.

Posee en la culata dos válvulas de acero en la salida de escape por cada cilindro con asientos enfriados, rotadores y ejes de acero.

Tiene tramos de ductos o tuberías que por la alta temperatura de los gases cuentan con juntas de expansión por cada cilindro del motor.

La bomba de aceite de lubricación de las piezas internas es accionada por mecanismos del mismo motor, su capacidad es de 168 m³/h y la presión de 10 bar.

La línea principal de conducción y tuberías internas de lubricación incluye y está integrada con los ductos existentes en las paredes del bloque o monoblock del motor.

Posee un filtro dúplex ubicado en el ingreso de la línea o circuito de lubricación del motor.

Las líneas o circuito de agua de enfriamiento llega y mantiene a la temperatura de operación a las camisas de los cilindros, culatas, al enfriador de aire de carga de los turbocompresores, enfriador lado de las turbinas, del aceite de lubricación.

Resumiendo se muestran a continuación en la Tabla N° 2-3 algunas características de este motor.

TABLA 2-3. Características del motor CAT-MaK 16CM32

Nombre del fabricante	Caterpillar - Mak
Modelo	16CM32
Tipo	CM32
Serie	xxxxxxx
Diámetro interior del cilindro	320 mm
Carrera del pistón	420 mm
Número de cilindros, configuración	16 en V
Largo del motor	7200 mm
Ancho	2800 mm
Altura	4520 mm
Peso del motor	
Combustible	D2 – R6
Velocidad del eje en RPM	720 RPM
Velocidad media del pistón	10.1 m/s
Presión media efectiva	23.7 bar
Potencia nominal por cilindro	480 KW
Potencia al freno del motor	7518 BKW

Componentes complementarios al motor

Girador o elemento para giro del motor

Es un motor en este caso eléctrico, con capacidad de hacer girar lentamente al eje o cigüeñal del motor principal, cuando es necesario realizar actividades de inspección, reparación o mantenimiento de cualquiera de las piezas del principal. Está ubicado junto a la volante o acoplamiento flexible entre el motor principal y generador. Tiene su propio Tablero de control y mando local.

Tablero de mandos e indicador de características

Montado en el motor, donde indica las características (físicas, termodinámicas, mecánicas) de presión, temperatura, velocidad, etc., del combustible, aceite de lubricación, agua de enfriamiento, aire de carga, gases de escape, RPM del eje, etc, del funcionamiento del motor.

Juego de instrumentos del grupo

Instrumentos indicadores de características de los fluidos o sustancias de los diferentes sistemas auxiliares del motor: manómetros, termómetros, flujómetros, viscosímetros, etc. ubicados en los mismos equipos.

Estructuras complementarias

- Plataforma de servicio y mantenimiento con escalera de acceso y barandas de protección separadas o independientes del motor.
- Cubierta de mallas de protección, de la volante y acoplamiento flexible entre el motor y generador
- Herramientas del motor.

2.2.2 Sistemas auxiliares

Para que un MCI funcione normal y correctamente requiere de varios sistemas accesorios o auxiliares imprescindibles para su operación. Estos sistemas son los que proporcionan una sustancia o facilitan o hacen posible una acción para que entre en operación al motor; estos sistemas auxiliares mecánicos principales son:

Combustible. El que proporciona como su nombre lo indica el combustible, uno de los elementos o factores que produce la combustión en la cámara del cilindro del motor.

Aire de combustión. El que suministra en el aire el oxígeno o comburente para producir la combustión.

(El tercer factor que produce la combustión es la chispa o ignición, que pertenece a los sistemas eléctricos y electrónicos).

Gases de escape. El que facilita la salida de los productos de la combustión.

Lubricación. Alimenta de aceite lubricante y elimina la fricción entre piezas o partes mecánicas, (también refrigera).

Enfriamiento. Refrigera las partes que se calientan al producirse la combustión o la fricción.

Arranque. Proporciona de aire comprimido, lo distribuye e inyecta a los cilindros, empuja al pistón y hace girar al eje del motor y en sincronización con los otros sistemas produce su funcionamiento

Estos son los seis sistemas auxiliares mecánicos principales. Hay otros sistemas que se describirán posteriormente denominados sistemas mecánicos complementarios y por último actúan para el funcionamiento del motor los sistemas eléctricos y electrónicos que no serán tratados e este informe.

Sistemas de combustible

Estos MCI con EC inician su operación con el combustible D2 (combustible liviano), con el combustible R6 (pesado) no, porque este último cuando está frío es muy viscoso, espeso. Cuando esta máquina arranca y funciona determinado tiempo con D2 y genera el grupo 3MW, de tal manera que los gases de escape por medio de calderos recuperadores producen vapor de agua con capacidad de calentar al R6, en estas condiciones recién con los comandos automáticos o manual se hace el cambio al combustible R6 y el motor va funcionando de forma continua con este combustible.

Por esta razón se tratará por separado este sistema en cuanto a combustibles:

Sistema externo de combustible destilado D2 y

Sistema externo de combustible residual R6

Sistema externo de combustible destilado D2

Observando el Diagrama N° 2-1, este sistema contará con:

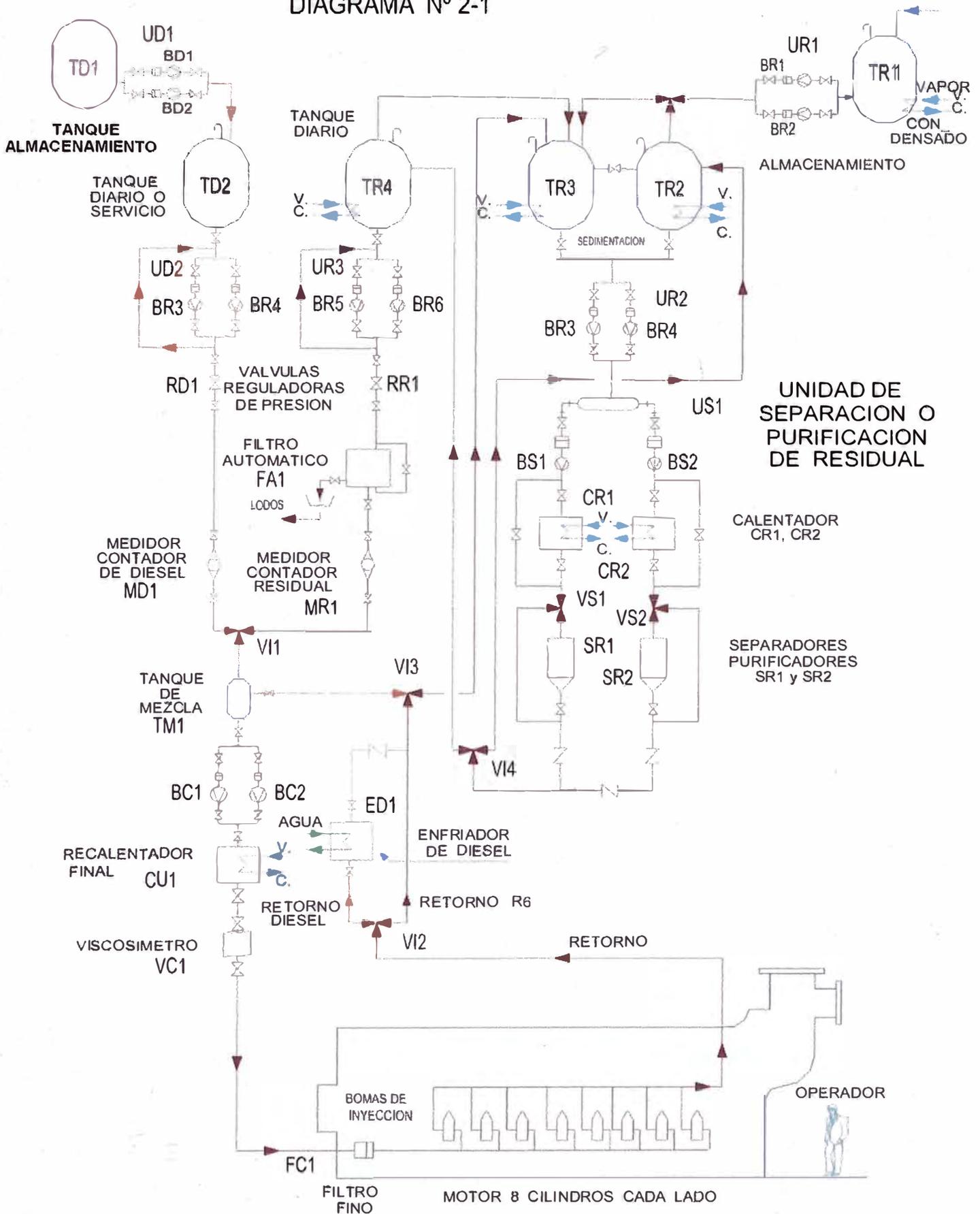
Un (01) Tanque de almacenamiento TD1 de 40000 Gl (150 m³) de combustible destilado D2. Con sus conexiones con bridas, entrada de hombre (Man Hole), niples, válvulas, indicadores de nivel, temperatura, desfogue, etc.

Dos (02) bombas de trasiego de combustible D2, las BD1 y BD2 ubicadas en el bastidor o módulo de la Unidad de bombeo de Diesel UD1, con sus respectivas válvulas, filtros, manómetros y otros indicadores de características. Una de las bombas funcionará en operación normal y la otra se mantendrá en reserva (Stand By) lista para entrar en operación automáticamente al producirse una falla en la primera.

Un (01) tanque de servicio o diario TD2 de 2650 Gl (10 m³) de combustible D2 con conexiones e indicadores iguales a la del tanque anterior.

SISTEMA DE COMBUSTIBLE D2,R6

DIAGRAMA N° 2-1



Dos (02) bombas elevadoras de presión previa (pre-presión), BD3 y BD4, ubicadas en el módulo de la Unidad elevadora de presión previa, UD2 (Booster) con sus respectivas válvulas y filtros donde resalta la válvula reguladora de presión RD1.

Un (01) medidor o contador de flujo de D2. el MD1; Puede registrar valores máxicos (Kg) o volumétricos (m^3 , Gl).

Una (01) válvula de tres vías de cambio de combustible VI1

Se hace presente que a partir de esta válvula existe un solo camino o trayectoria para la alimentación de los dos combustibles hacia los inyectores y cámaras de los cilindros del motor y lo que varía como se observa son los retornos de cada uno de ellos.

Un (01) Tanque de mezcla TM1 de 100 litros de capacidad.

Dos (02) bombas de alimentación BC1 y BC2, ubicadas en el módulo denominado de circulación UC1, con sus respectivas válvulas, filtros, instrumentos, controles, alarmas.

Un (01) recalentador final de combustible CU1

Un (01) viscosímetro VC1.

Un (01) filtro fino de combustible FC1

Dieciseis (16) bombas de inyección desde la BI1. a la BI16.

Una (01) válvula de tres vías de cambio de combustible VI2 de las líneas de retorno de combustibles D2 o R6.

Un (01) enfriador de D2 el ED1.

Una (01) válvula de tres vías VI3 de cambio de alimentación: hacia el tanque de mezcla TM1 o hacia el tanque de sedimentación TR3, según sea el combustible que está circulando.

Sistema externo de combustible residual R6

Según el mismo Diagrama 2-1 este sistema está conformado por:

Un (01) tanque de almacenamiento TR1 con un serpentín de calentamiento a la temperatura de 80°C por donde circula vapor.

Dos (02) bombas de transferencia BR1 y BR2 ubicados en la unidad de bombeo UR1, con sus respectivas válvulas y filtros.

Dos (02) Tanques de sedimentación TR2 y TR3 cada uno con su sistema de calentamiento de serpentín a la temperatura de 80°C.

Dos (02) bombas de alimentación BR3 y BR4 ubicadas en la unidad de bombeo UR2, con sus respectivos filtros y válvulas dirigidos a la Unidad de separación o purificación de residual US1.

Dos (02) bombas de los separadores de residual la BS1 y BS2 con sus respectivas válvulas y filtros.

Dos (02) calentadores de residual el CR1 y CR2 con vapor de agua.

Dos (02) válvulas de 3 vías la VS1 y VS2.

Dos (02) separadores centrífugos de residual el SR1 y SR2.

Una (01) válvula de 3 vías la VI4 con cambio de alimentación: hacia el tanque de sedimentación TR2 o hacia el Tanque de servicio TR4.

Un (01) Tanque de diarios o servicios TR4.

Dos (02) bombas elevadoras de presión previa (Pre-presión) BR5 y BR6, con sus respectivas válvulas, filtros y válvulas especial reguladora de presión RR1, todos ubicados en la unidad elevadora de presión previa UR3.

Un (01) filtro automático de combustible pesado o residual FA1.

Un (01) medidor o contador de flujo de residual MR1; con registro en unidades másicas o volumétricas.

Llegando a la válvula de tres vías VII y demás equipos o accesorios del circuito único ya descrito.

Sistema aire de combustión

Es el que alimenta de aire limpio o de carga a los cilindros del motor para la combustión. Toma el aire de la parte exterior de la casa de máquinas, ingresa a través de un filtro automático, lo conduce por un ducto, pasa por un Silenciador, nuevamente por un tramo de ducto, se bifurca en una transición pantalón por ser el motor en V, hasta llegar a cada turbo-compresor (turbo-cargador) de cada lado, pasa por los enfriadores de aire hasta llegar al múltiple de admisión y después a cada cámara del cilindro respectivo que por orden de encendido le toca funcionar.

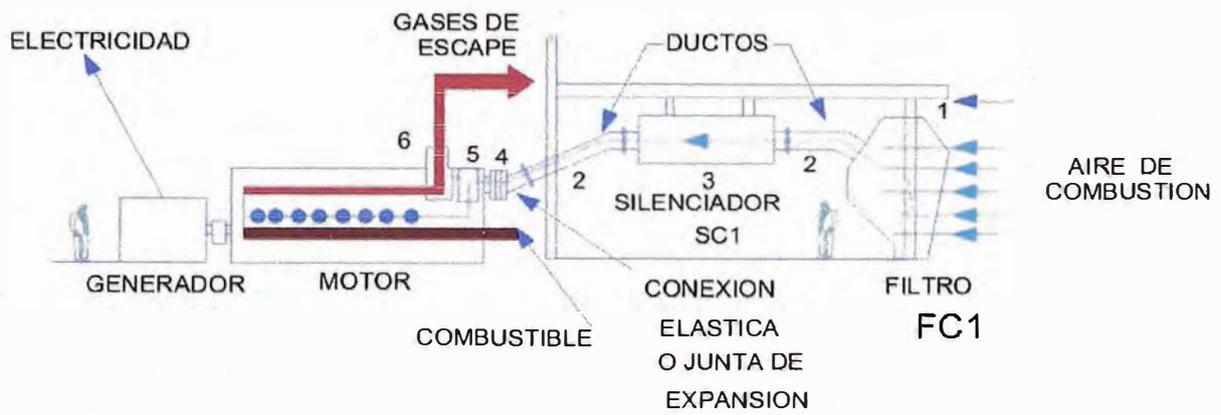
En el Diagrama N° 2-2 se observan estos componentes que a continuación se detallan:

Un (01) filtro automático de aire, con baño de aceite el FC1

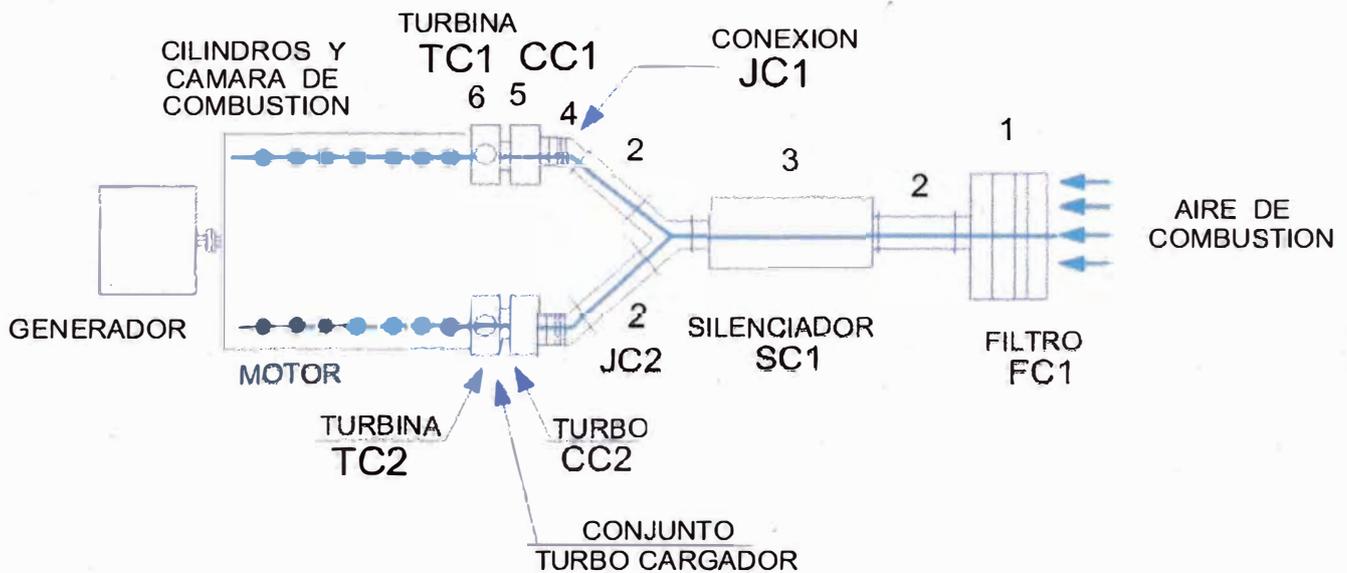
Varios tramos de ductos.

SISTEMA AIRE DE COMBUSTION DIAGRAMA N° 2-2

ESQUEMA EN ELEVACIÓN



ESQUEMA EN PLANTA



Un (01) silenciador de aire SC1.

Dos (02) conexiones de expansión JC1 y JC2 metálicas.

Dos (02) turbocompresores (turbo cargadores) CC1 y CC2, por ser el motor en V. El lado de la turbina se enumera en gases de escape.

Dos (02) enfriadores de aire de combustión de alta temperatura EC1 y EC3.

Dos (02) enfriadores de aire de combustión de baja temperatura EC2 y EC4.

Dos (02) unidades de limpieza UL1 y UL2 para los turbo compresores.

Sistema gases de escape

Es el que conduce o transporta los gases productos de la combustión del motor hacia la parte exterior de la sala de máquinas. Se inicia en la parte interna del motor en la cámara de combustión, pasa por las válvulas de escape, el múltiple de escape, siguiendo en la parte externa por el turbo cargador lado de la turbina que convierte parte de la energía de los gases en energía mecánica para la compresión de aire de combustión por parte de los turbocompresores.

Continúan la junta de expansión elástica, ductos, silenciador o componente que atenúa el ruido. Otro tramo de ducto, el caldero de recuperación de calor, nuevamente otro tramo de ducto para empalmarse a una chimenea generalmente de una altura mínima de 35 metros para reducir la contaminación ambiental de la ciudad.

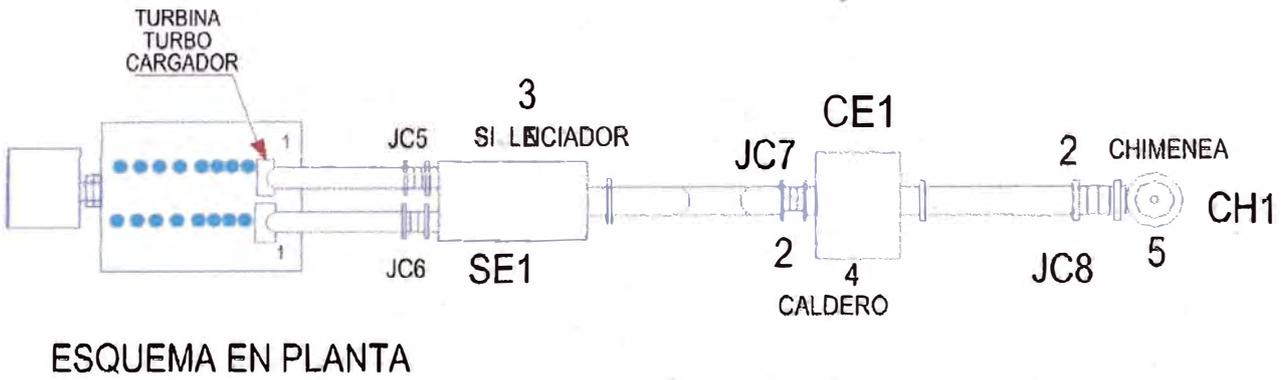
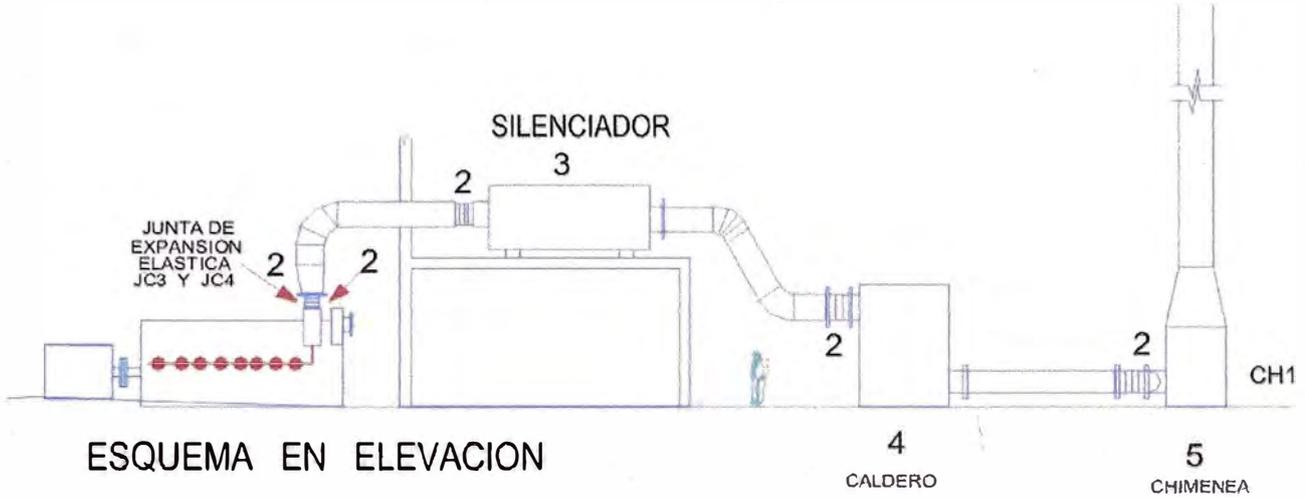
En el Diagrama 2-3, se observan los siguientes componentes:

Dos (02) turbocargadores parte de la turbina TC1 y TC2.

Seis (06) Juntas de expansión, vibración o dilatación.

GASES DE ESCAPE PRODUCTOS DE LA COMBUSTION

DIAGRAMA N° 2-3



Varios tramos de ductos.

Un (01) silenciador de gases de escape calientes el SE1.

Un (01) caldero recuperador de calor CE1.

Una (01) chimenea CH1 de una altura mínima de 35 metros.

Sistema de lubricación:

Es el que proporciona o suministra de aceite lubricante, a la temperatura, calidad y presión requeridas a las partes internas móviles y giratorias del motor. Limpia las diferentes partes arrastrando partículas de desgaste y suciedad que al circular son atrapados en los filtros.

Actúa como refrigerante en partes calientes como es el caso en las culatas, válvulas, paredes de los cilindros, pistones que en el circuito del sistema el calor se disipa en el enfriador de aceite.

Lubrica y evita la corrosión en las superficies en contacto evitando el desgaste y reduciendo la fricción. En el caso de las paredes internas expuestas a la combustión neutralizada la acción de los productos corrosivos de la combustión.

En este tipo de motores se recomienda usar como lubricante el aceite SAE 40.

Como componente esencial y fundamental se tiene a la bomba principal de lubricación de las partes internas del motor que es accionada por el mismo.

Como se nota hay una parte del sistema que lubrica a piezas internas del motor y otra parte visible con instalaciones de equipos, tuberías y accesorios que se encuentran ubicados en la parte exterior del motor, sea en la casa de máquinas o en las otras áreas de la central.

Incluido en este sistema hay un circuito importante el de pre-lubricación cuya función principal como su nombre lo indica es prelubricar todos los cojinetes críticos del motor antes de su arranque. Posee una bomba la de pre-lubricación que debe ser rotativa de engranajes, comandada por motor eléctrico.

Este sistema contará con la unidad de purificación o separación que mediante procesos de circulación, calentamiento y centrifugado purifica al aceite usado o sucio y lo retorna a los circuitos de operación. La capacidad del separador será que permita purificar todo el volumen circulante de aceite del motor en un tiempo no mayor de ocho horas.

Observando el Diagrama 2-4 a continuación se detallan los componentes que conforman este sistema:

Una (01) bomba de llenado de aceite lubricante BL1 al tanque de almacenamiento de aceite lubricante, ubicada en la unidad de bombeo UL1 con sus respectivas válvulas, filtros, manómetros y otros indicadores de características.

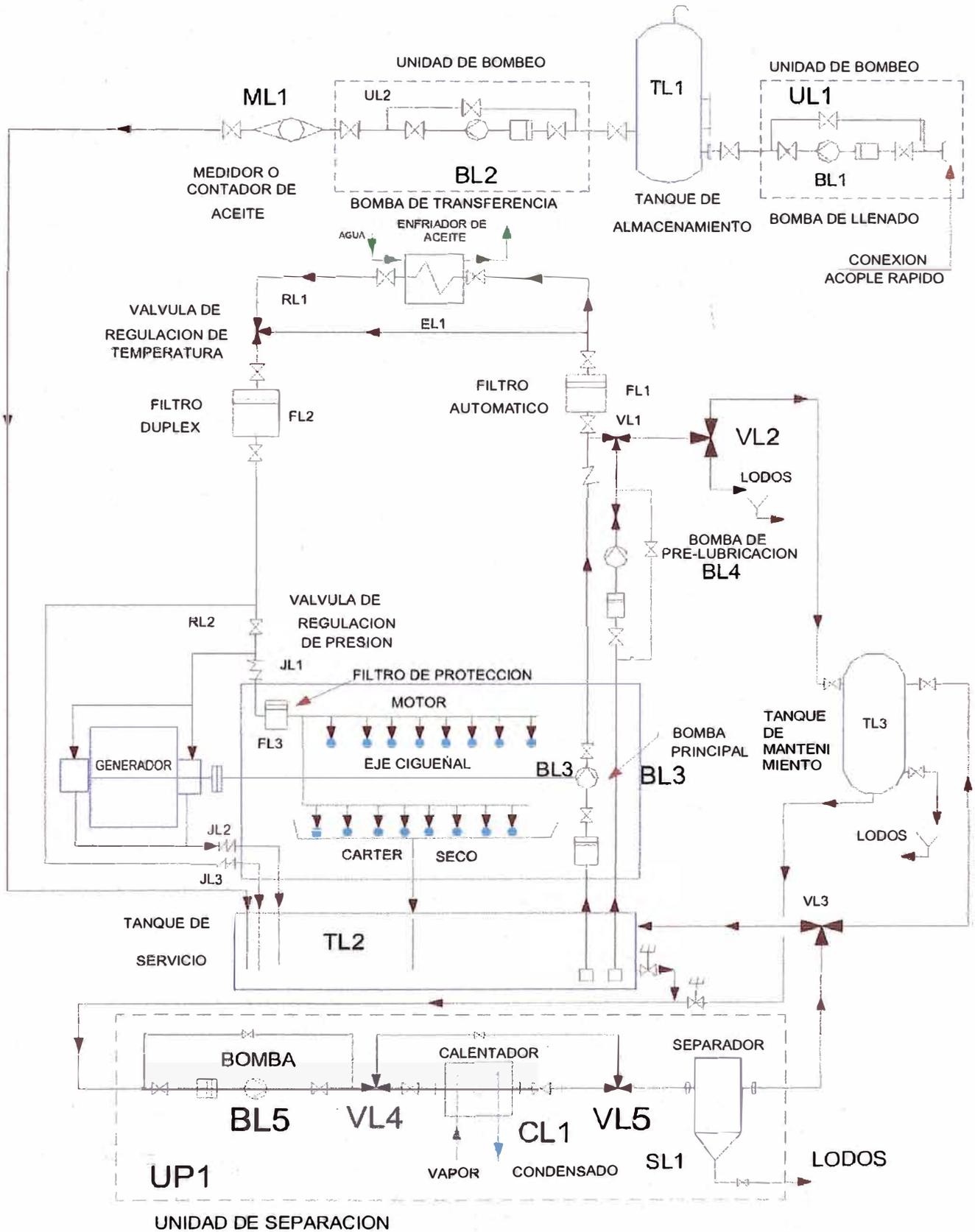
Un (01) Tanque de almacenamiento de aceite lubricante TL1, con sus conexiones de bridas indicadores de nivel, desfuegos, válvulas, niples de tuberías, indicadores de temperatura, otros.

Una (01) bomba de transferencia BL2, de aceite lubricante, con sus respectivos accesorios, instrumentos, conexiones, controles, ubicados en la unidad de bombeo UL2.

Un (01) medidor o contador de flujo ML1, generalmente con registros volumétricos en m³ o galones.

SISTEMA DE LUBRICACION

DIAGRAMA Nº 2-4



Un (01) Tanque de servicio TL2 (cuando el motor es cárter seco), diseñado de acuerdo a la Norma DIN 4119 con sus respectivas conexiones, indicadores de nivel, temperatura, desfogue o ventilación, accesorios y dispositivos de control, alarmas y señalización. La capacidad mínima de aceite que tenga este tanque debe ser el 125% del volumen de aceite circulante dentro del motor.

Una (01) bomba principal de lubricación BL3, accionada por el mismo motor con su filtro, válvulas, dispositivos de control, alarmas y señalización.

Un (01) filtro automático FL1 o filtro con autolimpieza, con sus accesorios, dispositivos, instrumentos, conexiones.

Un (01) enfriador de aceite EL1, para mantener el aceite lubricante a determinada temperatura y evitar calentamiento no deseable. Siendo la sustancia de enfriamiento el agua.

Una (01) válvula de regulación de temperaturas RL1, para mantener la temperatura de operación del aceite de lubricación.

Un (01) filtro dúplex FL2, o filtro doble.

Una (01) válvula de regulación de presión RL2.

Juntas de expansión y vibración JL1, JL2, JL3, otras.

Un (01) filtro de protección FL3.

Conexiones, accesorios, válvulas, tuberías, instrumentos, otros.

Una (01) bomba de pre-lubricación BL4, rotativa de engranajes comandada con motor eléctrico, con sus respectivas válvulas, filtro, accesorios, controles, etc.

Una (01) válvula de tres vías VL1 que recibe el aceite lubricante y lo dirige en dos direcciones o posiciones: una para dirigir el lubricante hacia el circuito de pre-lubricación y la otra posición para dirigir el aceite hacia el tanque de mantenimiento TL3.

Una (01) válvula de tres vías VL2 que recibe la línea de lubricante y la orienta en dos posiciones: una para dirigir el lubricante hacia el tanque de mantenimiento TL3 y la otra posición para expulsar restos de lubricantes sucios hacia lodos.

Un (01) Tanque de mantenimiento TL3, diseñado según Norma DIN 4119 con sus respectivas conexiones indicadores de características, dispositivos de control, alarmas, señalizaciones, otros.

Una (01) válvula de tres vías VL3 que recibe el aceite lubricante limpio y purificado de la unidad de separación o purificación UP1 y lo dirige en dos direcciones o posiciones: una hacia el Tanque de servicio TL2 y la otra hacia el Tanque de mantenimiento TL3.

La unidad de separación o purificación UP1, que mediante procesos de circulación, calentamiento y centrifugado toma el aceite lubricante del tanque de servicio, cárter húmedo, tanque de mantenimiento o tanque usado cuando existe y lo purifica, retornándolo hacia los tanques que correspondan una vez purificado.

Los equipos de esta unidad son:

Una (01) bomba de impulsión de los separadores de lubricante BL5, de engranajes, comandada con motor eléctrico, con sus respectivas válvulas, filtros, accesorios, otros.

Un (01) calentador de aceite lubricante CL1, cuya sustancia caliente es vapor de agua, con línea paralela o by-pass.

Dos (02) válvulas de tres vías VL4 y VL5, para controlar y dirigir el paso del lubricante sea caliente o sin calentar.

Un (01) separador o purificador centrífugo de aceite lubricante SL1, equipo como su nombre lo indica purifica el aceite, cuya capacidad le permite purificar todo el volumen circulante del aceite del motor en un tiempo no mayor de ocho (08) horas.

Sistema de enfriamiento

Es el que refrigera con circuitos de agua las partes internas del motor, especialmente las expuestas a la combustión, como por ejemplo las camisas de los cilindros, culata. También enfría el aire de carga para la combustión, el aceite lubricante y la unidad enfriadora de descarga de vapor (cuando posee sistema de recuperación de calor).

Consta de dos circuitos cerrados de refrigeración.

El de alta temperatura HT conformado por tanque de compensación, radiadores HT, bomba de circulación principal, bomba de circulación del precalentamiento, refrigera las partes internas del motor, pasa por los turbos y se dirige a los radiadores cerrando circuito.

El de baja temperatura LT compuesto por el Tanque de compensación, radiadores LT, bomba de circulación, refrigera o pasa por los enfriadores de aire de combustión, enfriador de aceite lubricante, enfriador de descarga de vapor y se dirige a los radiadores cerrando circuito.

El agua es proporcionada por la planta de tratamiento, se almacena en un (01) Tanque vertical y luego con una (01) unidad de bombeo con tanque hidroneumático, se alimentan los tanques de compensación y se llenan las tuberías del Sistema. Este sistema estará diseñado y sus dispositivos seleccionados para una operación continua del motor a 110% de carga nominal, a las condiciones del lugar donde funcione.

Observando el Diagrama N° 2-5, los componentes de este sistema son:

Un (01) Tanque de almacenamiento TA1 para agua tratada mínima capacidad 5m³, vertical, con sus anclajes de fijación, conexiones de bridas, indicadores de nivel, válvulas, desfogue, rebose, agujeros de entrada, indicadores de características e instalaciones como escalera y barandas, otros.

Una (01) unidad de bombeo hidroneumático UA1 con bombas y tanque que se describirán a continuación.

Dos (02) bombas centrífugas BA1 y BA2, con sus respectivas conexiones, válvulas, filtros, manómetros, instrumentos, accesorios, controles, alarmas, etc.

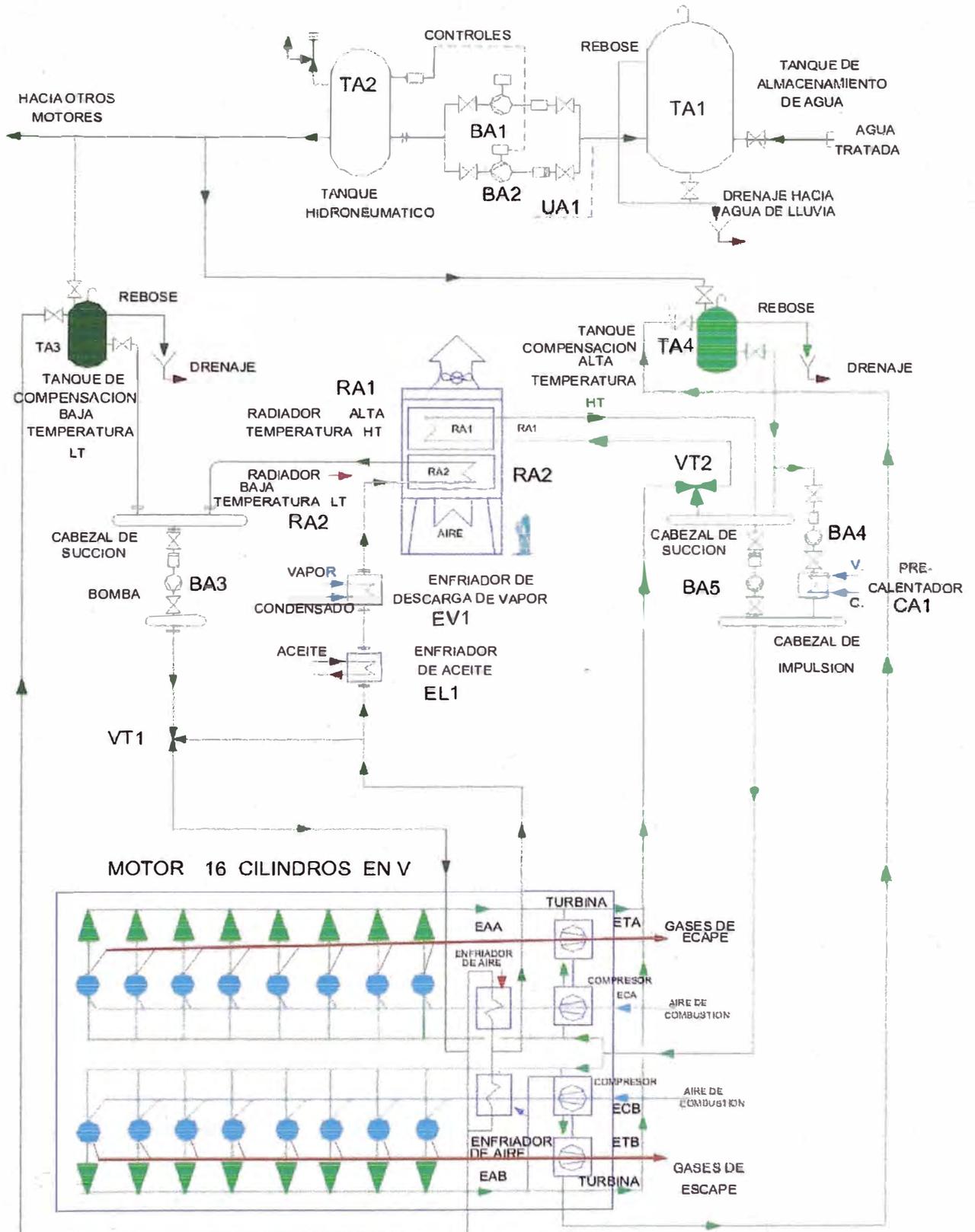
Un (01) tanque hidroneumático TA2, con mínima capacidad de 0.5 m³ con sus controles interconectados con las bombas BA1 y BA2, con válvula de seguridad o de alivio, conexiones, válvulas, accesorios, protecciones, etc.

Tendido y montaje de tuberías y accesorios de interconexión de estos componentes.

Circuito de baja Temperatura LT

Un (01) Tanque de compensación TA3 de mínima capacidad comprendida entre 0.6 a 1 m³, material acero ASTM A 36, conexiones de tuberías ASTM A53 Gr. B SCH. 40, con rebose, indicador de nivel, desfogue, válvulas, controles, alarmas, etc.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DIAGRAMA N° 2-5



Una (01) bomba centrífuga BA3, de circulación principal. Con sus respectivos accesorios, conexiones, válvulas, filtros, instrumentos, termómetros, manómetros, controles, alarmas, etc.

Una (01) válvula de control de temperatura VT1 de agua de enfriamiento LT., tipo de control eléctrico – electrónico.

Dos (02) enfriadores de aire de carga o combustión EAA y EAB tipo intercambiadores de calor aire – agua.

Un (01) enfriador de aceite EL1, tipo intercambiador de calor de tubo – carcasa.

Un (01) enfriador de descarga de vapor EV1, tipo intercambiador de calor de tubo – carcasa, que en el sistema de generación de vapor tiene por finalidad, cuando hay poco consumo de vapor, descargarlo y por consiguiente se transforma en condensado.

Un (01) conjunto o banco de radiadores RA2, tipo intercambiador de calor de tubos de cobre con aletas y panales, con flujo de aire exterior inducido por potentes ventiladores con motores eléctricos.

Tramos de tuberías hasta empalmar con el cabezal de succión de la bomba BA3, cerrándose de esta manera el circuito.

Una (01) derivación que sale del circuito principal en un punto de conexión cercano a los enfriadores de aire y se dirige directamente al tanque de compensación o expansión LT el TA3.

Circuito de alta temperatura HT

Un (01) tanque de compensación TA4, de mínima capacidad comprendida entre 0.6 a 1 m³, material acero ASTM A36, conexiones de tuberías ASTM A53 Gr. B SCH.40, con rebose, indicador de nivel, desfogue, válvulas, controles, alarmas, etc.

Una (01) bomba centrífuga BA4 del tramo de precalentamiento, con sus respectivos accesorios, conexiones, instrumentos, controles, alarmas, etc.

Un (01) precalentador CA1, que entre en operación con energía eléctrica.

Una (01) bomba centrífuga BA5, de circulación principal, toda equipada con accesorios y conexiones, válvulas, filtro, manómetros, termómetros, controles, alarmas, etc.

Dos (02) enfriadores en los compresores ECA y ECB de los turbo cargadores o turbo compresores, lado izquierdo y lado derecho del motor.

Dos (02) enfriadores en las turbinas ETA y ETB de los turbo cargadores o turbo compresores, lado izquierdo y lado derecho del motor, sigue el circuito y pasa por las camisas de ambos lados hasta llegar a la válvula de control de temperatura VT2.

Una (01) válvula de control de temperatura VT2 del agua de enfriamiento HT, ubicada en el cabezal de succión, tipo de control eléctrico – electrónico.

Un (01) conjunto o banco de radiadores RA1, tipo intercambiador de calor de tubos de cobre con aletas y panales, con flujo de aire exterior inducido por potentes ventiladores con motores eléctricos.

Tramos de tuberías y accesorios hasta empalmar con el cabezal de succión de la bomba de circulación BA5, cerrándose de esta manera el circuito.

Una (01) derivación que sale del circuito principal en un punto o conexión cercano a los enfriadores de los turbocargadores y se dirige directamente al tanque de compensación o expansión HT el TA4.

Sistema de arranque por aire comprimido

La función principal es proporcionar el aire comprimido para el arranque de los motores (como mínimo seis (6) intentos consecutivos), así como también aire para controles de válvulas e instrumentos de otros sistemas auxiliares y para aire de trabajo en los talleres para la limpieza de piezas y herramientas.

Para uno o dos motores (potencia comprendida entre 6 a 10 MW cada uno), este sistema está conformado por dos (2) compresores de aire, el primero accionado por motor eléctrico y el segundo accionado por un motor de combustión interna, sea con combustible diesel o a gas natural.

Además contará con dos (2) tanques o botellas de acero para el almacenamiento del aire comprimido cuya capacidad generalmente usado es de 600 a 1000 L. para cada una de ellas.

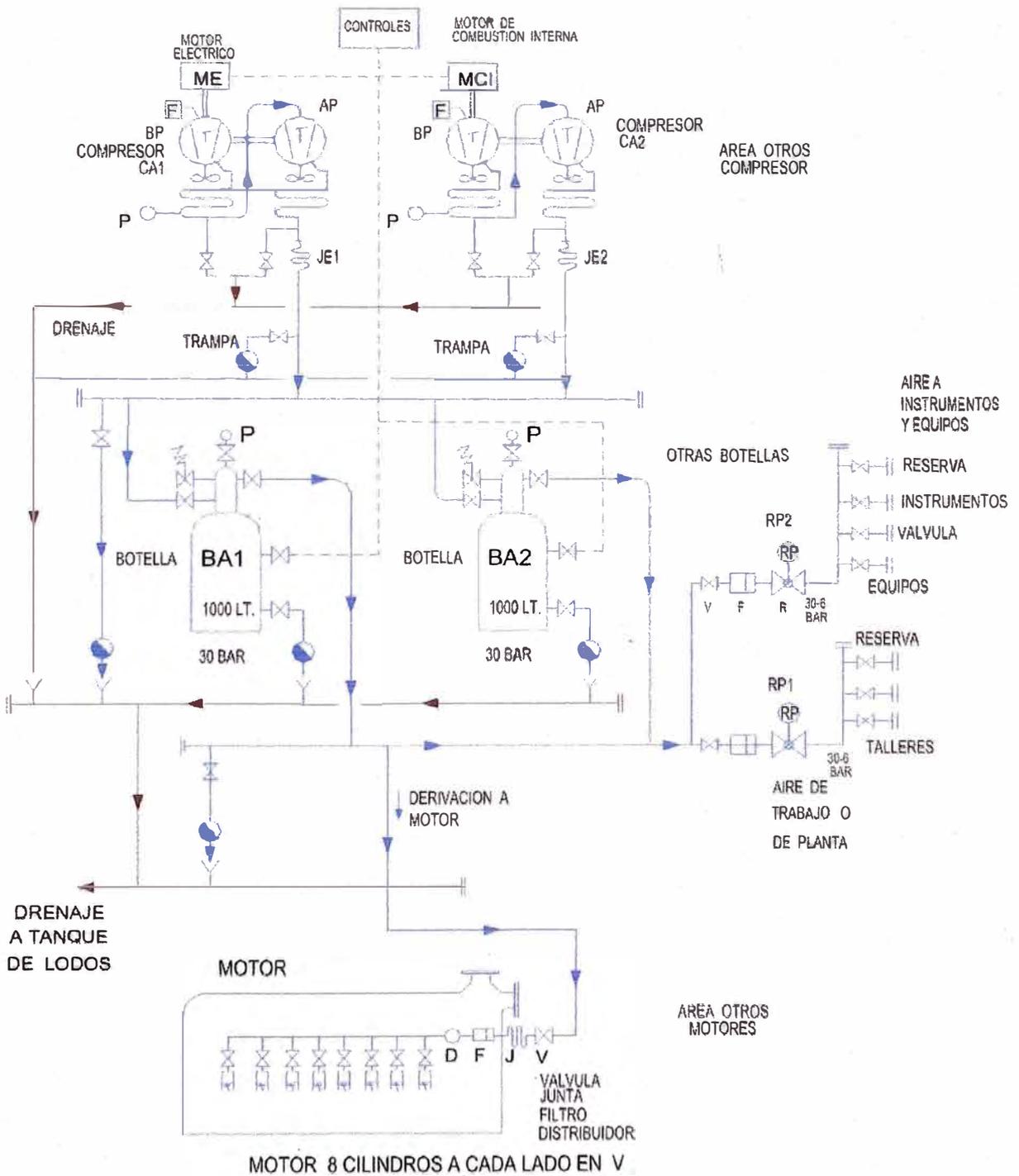
Otros componentes son los que conforman los controles, la automatización, válvulas, reguladores, filtros, accesorios, tuberías, otros.

Observando el Diagrama N° 2-6, este sistema está compuesto por:

Un (01) compresor de aire CA1, accionado por motor eléctrico, para trabajo continuo de dos etapas baja y alta presión, presión de operación 30 bar, autorefrigerado por

SISTEMA DE ARRANQUE POR AIRE COMPRIMIDO

DIAGRAMA N° 2-6



aire, con sistemas de control y automatización, termómetros, manómetros, presostatos. Con accesorios adecuados para el drenaje automático.

Un (01) compresor de aire CA2, accionado por motor de combustión interna, alimentado con el mismo combustible del motor principal, que permanecerá en reserva (stand by) o entrará en operación cuando lo requiera el operador. Con características similares al compresor descrito anteriormente.

Dos (02) juntas JE1 y JE2 de compensación elástica y vibración.

Tramos de las líneas de tubería de aire y drenaje de interconexión entre compresores y botellas.

Dos (02) tanques o botellas BA1, BA2 de acero, con capacidad comprendida entre 600 a 1000 L. con accesorios y dispositivos como válvulas de llenado, descarga, seguridad, controles, drenaje, manómetros, presostatos, otros.

Tramos de líneas de tuberías:

Derivación o alimentación principal al motor o motores con línea de aire a la presión de 30 bar, contando con su válvula de control, junta de compensación, filtro, distribuidor y válvulas de arranque de cada cilindro.

Derivación hacia línea de aire de trabajo o de planta para talleres y reserva a la presión de 6 bar, con su válvula de corte, filtro, regulador de presión RP1 de 30 a 6 bar.

Derivación hacia aire de equipos, reguladores, instrumentos y reserva a la presión de 6 bar, con su válvula de corte o cierre de línea, filtro y regulador de presión RP2 de 30 a 6 bar.

Estos son los seis (06) sistemas auxiliares mecánicos principales cuando el motor EC funciona normalmente con combustible D2; cuando el motor funciona con R6 y este combustible se calienta con instalaciones especiales en las que se hace uso del vapor de agua, entonces se va a requerir de un sistema adicional que es el “Sistema de generación de vapor”. También este sistema de vapor se utiliza para que funcione una turbina con ciclo de vapor, teniéndose en este caso un ciclo combinado y por último aprovechamiento con sistemas de cogeneración.

Sistema de generación de vapor

Es el que produce vapor de agua en calderos recuperadores de calor de los gases productos de la combustión o gases de escape de los motores.

Estos calderos son del tipo de operación en condición extrema en seco.

La función principal del sistema es calentar con diferentes dispositivos al combustible residual o crudo.

Cuentan con una alimentación de agua blanda, proporcionada por una planta de ablandamiento que abastece al tanque de almacenamiento principal, de donde será bombeada al tanque de alimentación de agua a calderos, que generalmente está a una temperatura de 90° C, por cuanto recibe también los retornos de condensado.

Una unidad de bombeo envía el agua de este tanque al tanque tambor o domo de vapor que es el que abastece de agua al caldero recuperador generándose el vapor

que retorna y se almacena en este mismo Domo de vapor. De aquí el vapor es dirigido a un distribuidor o cabezal que con líneas de tuberías y accesorios son transportados a los diferentes equipos de otros sistemas que requieren el vapor.

Observando el Diagrama N° 2-7 a continuación se enumeran los componentes del sistemas:

Un (01) tanque de almacenamiento de agua blanda TV1, construcción vertical, capacidad mínima de 5m^3 por cada dos (02) motores con potencia comprendida entre 6 a 10 MW. Para operación a temperatura ambiente (30°C), presión atmosférica, con sus conexiones, indicador del nivel, válvulas, controles, otros.

Dos (02) bombas centrífugas de impulsión BV1 y BV2 ubicadas en un módulo de bombeo con sus respectivos filtros, válvulas, manómetros, interconexión de controles, otros.

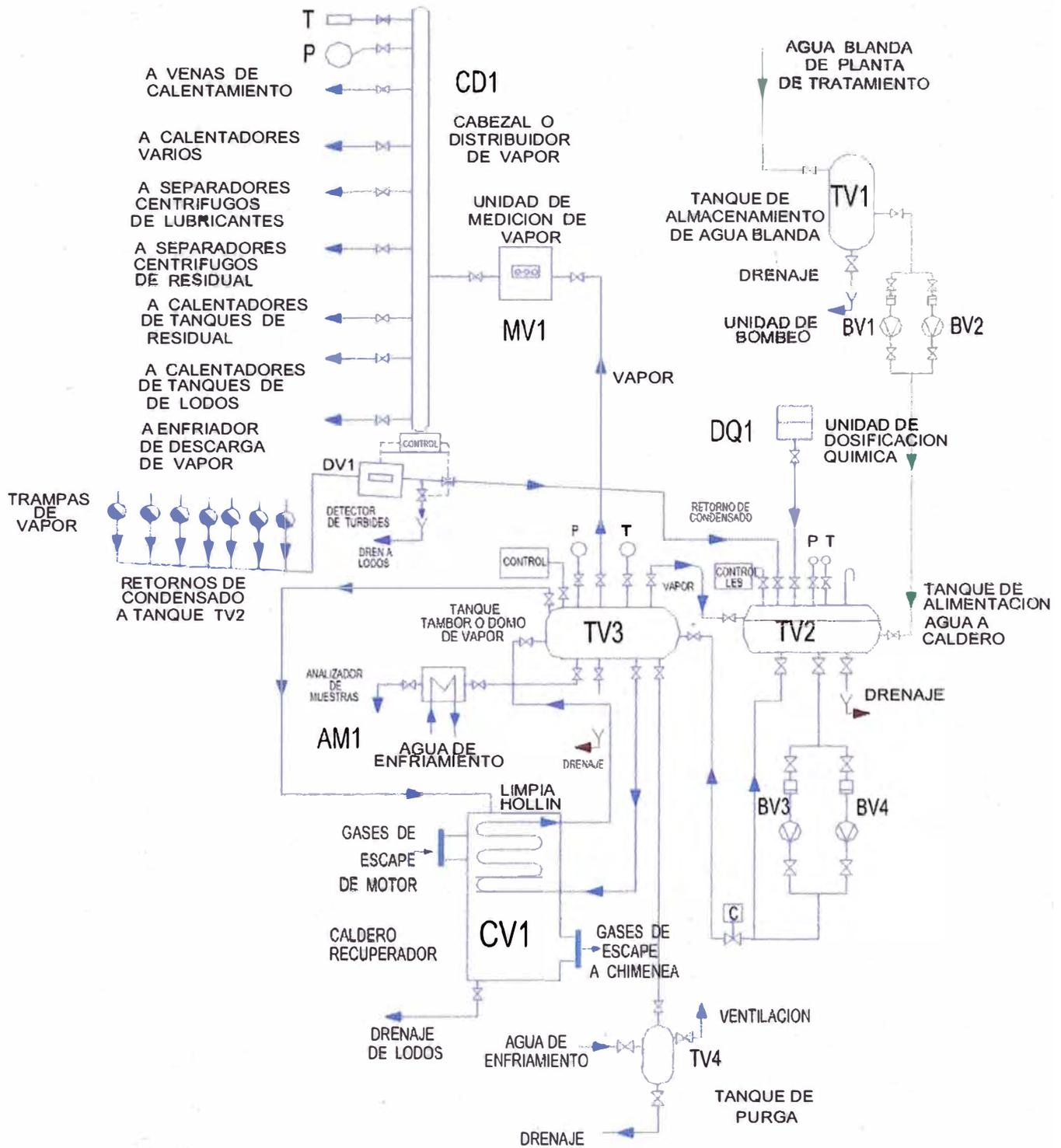
Un (01) tanque de alimentación de agua a calderos TV2, construcción horizontal, capacidad mínima de 2m^3 por cada motor de potencia comprendida entre 6 a 10 MW y por cada caldero recuperador.

Para operación a temperaturas de 95°C presión atmosférica, aislado térmicamente, con sus conexiones, válvulas, controles, alarmas, visor, instrumentos de características, otros.

Dos (02) bombas centrífugas de alimentación BV3 y BV4, ubicadas en un módulo o skid de bombeo con sus respectivos filtros, válvulas, manómetros, controles, otros.

SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR

DIAGRAMA N° 2-7



Una (01) unidad de dosificación química DQ1 provista de control de cantidad y tiempo para agregar aditivos o químicos al condensado y agua contenidos en el tanque TV2.

Un (01) tanque tambor o domo de evaporación de vapor TV3, construcción horizontal, capacidad mínima de 2m^3 para cada motor de potencia comprendida entre 6 a 10 MW y para cada caldero recuperador. Para operación a temperatura de 184°C y presión de 10 bar. Forrado con aislamiento térmico, con sus conexiones, válvulas, accesorios, controles, alarmas, instrumentos indicadores de características, otros.

Un (01) analizador de muestras, AM1, con su enfriador por agua incorporado.

Un (01) caldero recuperador CV1 de la energía calorífica de los gases de escape para generar vapor de agua a la temperatura de 184°C y presión de 10 bar, aislado térmicamente, con sus instalaciones de control, seguridad, alarmas, instrumentos indicadores de características, otros.

Un (01) tanque de purgas TV4, para las capacidades mencionadas de componentes anteriores es de 150 a 180 L., para operación a presión atmosférica y temperatura de 97°C .

Un (01) detector de turbidez o aceite DV1, ubicado en la línea de retorno de condensado.

Línea principal de transporte de vapor que sale del domo de vapor conformado por tuberías, accesorios, conexiones, etc, donde está ubicada la unidad de medición de vapor y llega al distribuidor de vapor.

Una (01) unidad de medición o flujómetro de vapor MV1.

Un (01) cabezal o distribuidor de vapor CD1 con sus válvulas y líneas de alimentación a:

Venas de calentamiento

Calentadores varios

Separadores o purificadores centrífugos de lubricante.

Separadores o purificadores centrífugos de residual.

Calentadores de tanques de residual.

Calentadores de tanques de lodos.

Enfriador de descarga de vapor.

Líneas de retorno de condensado de cada una de las líneas mencionadas en el párrafo anterior, conformadas por tuberías, válvulas, trampas, etc. y por último:

Línea principal colectora de condensado dirigida hasta el tanque de alimentación de agua a caldero TV2.

Otros sistemas mecánicos

Los sistemas mecánicos que se han descrito son los que intervienen directamente para darle arranque y funcionamiento u operación al motor. Pero, hay otros sistemas mecánicos complementarios que ayudan y mejoran las condiciones del funcionamiento y protección del motor generador y sistemas principales, estos son:

Grupo electrógeno de Pre-arranque (Black start).

Ventilación forzada de la casa de máquinas.

Lodos y drenaje en la CT.

Grúa puente y equipo de izaje.

Extinción de incendios.

Grupo electrógeno de Pre-arranque (Black-start)

Su función principal es proporcionar energía eléctrica a los sistemas de pre-arranque del motor tal como el aire comprimido, lubricación, enfriamiento y también a los del generador.

Lo conforman el propio grupo (de pre-arranque), sus instalaciones mecánicas y eléctricas de montaje y operación, tuberías y accesorios para la alimentación de combustible. Las instalaciones eléctricas conformadas por cables, tableros de fuerza, tableros de control, otros.

Su capacidad de selección de potencia se determina tomando en cuenta la suma de las cargas de los equipos que va alimentar. En CT para motores de potencia comprendida entre 6-10 MW el grupo de Pre-arranque tiene una potencia activa nominal de 150 KW, potencia aparente nominal 188 KVA, tensión nominal 400 V.

Cuando genera se conecta a la barra de servicios de baja tensión 400 V y de esta se alimenta a los sistemas que intervienen en el pre-arranque.

En el Diagrama N° 2-8 se muestra este sistema.

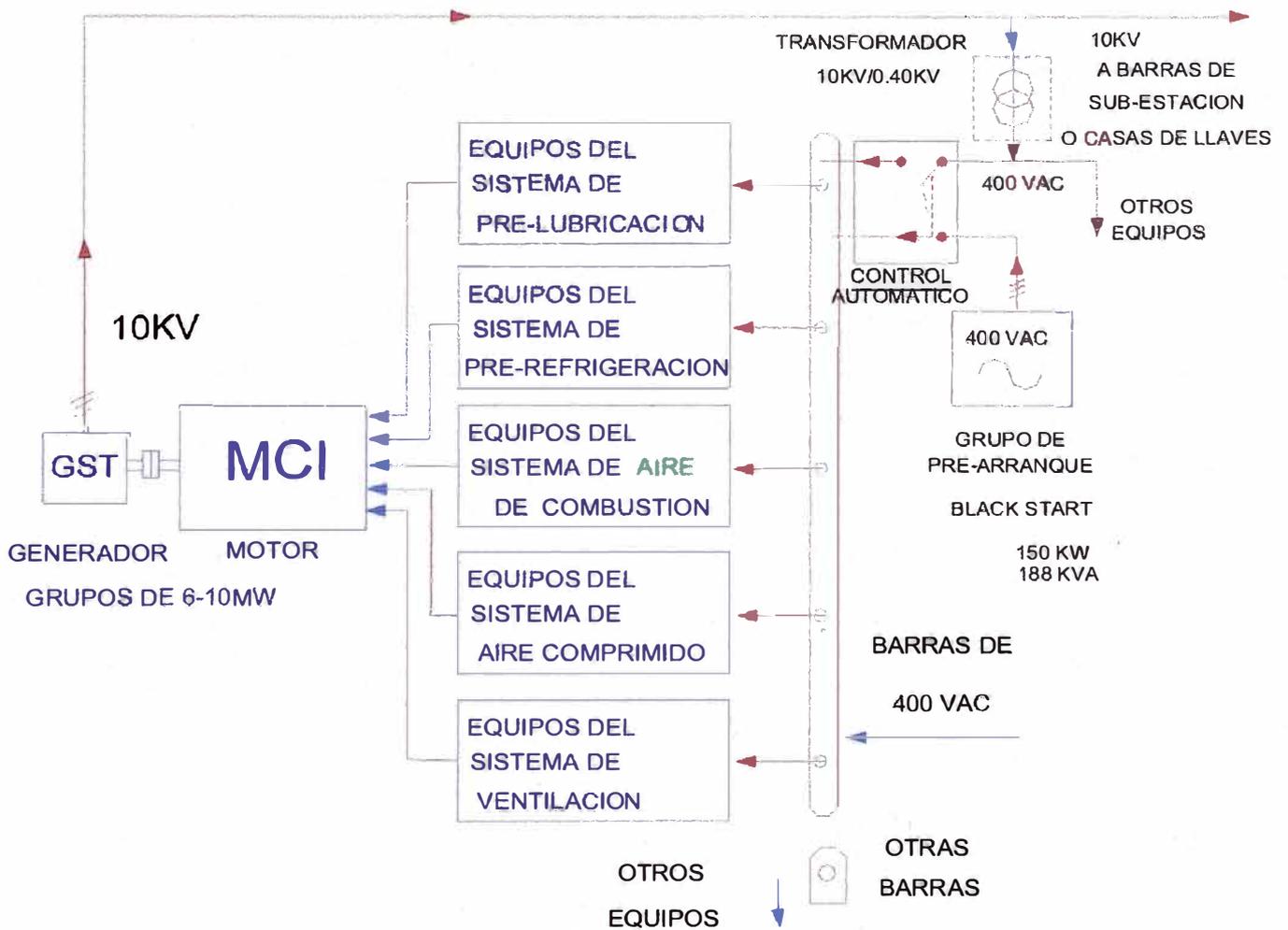
Ventilación forzada de la casa de máquinas.

Cuya función es proporcionar un flujo de aire adecuado para evacuar el calor irradiado por el motor, generador y otros equipos ubicados en la sala de máquinas, de tal manera que se mantengan a la temperatura de operación, y también proveer un ambiente cómodo al personal operador.

Ventiladores ubicados en la parte exterior de la sala enviarán por ductos aire fresco dirigido hacia el generador y motor.

SISTEMA GRUPO ELECTROGENO DE PRE-ARRANQUE

DIAGRAMA N° 2-8



Este flujo de aire de características predeterminadas desembocará en la dirección del grupo y por el punto mas bajo posible, de tal manera que se produzca una corriente tal que al calentarse el aire se elevará y se ubicará la descarga en la parte alta y opuesta de la casa de máquina donde estarán instalados los extractores que desalojarán el aire caliente.

Al estar el sistema internamente con aire forzado a una presión ligeramente superior a la presión atmosférica, es ventajoso porque al abrir cualquier puerta de la casa de máquinas se evita el ingreso de partículas sucias, extrañas hacia el interior.

En algunas salas de máquinas en la parte superior o cumbrela del techo se instalan unas ventanas especiales o clara boyas por donde se evacuará el aire caliente a manera de tiro natural.

Lodos y drenaje en la central

La función principal es recibir o recolectar las purgas, derrames, fugas, o residuos de las sustancias que circulan o conforman los diferentes sistemas mecánicos especialmente los que se producen en las instalaciones de los combustibles líquidos y los aceites lubricantes. Las purgas o derrames de estos originados por actividades de rutina por mantenimiento o reparaciones y los derrames por fugas o fallas imprevistas serán recuperados y enviados por líneas de tuberías hacia el tanque de sedimentación de combustible R6 (bunker o crudo).

Los residuos o productos de desechos que se originan en los procesos de separación o purificación centrífuga de los combustibles y aceites lubricantes y que son los más sucios pasarán a ser lodos propiamente dichos y enviados al tanque de lodos.

Las purgas, derrames y residuos de vapor de agua, condensado, agua de refrigeración, aguas aceitosas, también son recolectadas y enviadas a una poza de separación y tratamiento agua-aceite, donde el aceite separado será recuperado y bombeado al tanque de sedimentación de combustible bunker, y los residuos sucios serán enviados al tanque de lodos.

Grúa puente y equipo de izaje.

La actividad principal de estos equipos es ayudar a realizar los trabajos de desarmado, desmontaje, montaje de las diferentes piezas del grupo motor-generador, sea en el mantenimiento o reparación de los mismos cuando ya está en funcionamiento la CT y aún si fuera posible en el montaje inicial.

Este sistema está ubicado en la sala de máquinas, conformado por:

Una (01) viga puente que generalmente tiene una luz o largo de 20 metros, con un avance o recorrido transversal a ella misma con velocidad comprendida de 24-12 m/min.

Un (01) polipasto o grúa con motor eléctrico con capacidad mínima de 5 TN con una velocidad a lo largo de viga de 24-6 m/min, con dos ganchos uno para 5 TN y otro para cargas menores mínimo 2.5 TN, con una velocidad de izaje de 6-1 m/min. El desplazamiento será a lo largo de la viga puente y los ganchos se desplazarán verticalmente para realizar izajes, levantamientos y bajadas.

Dos (02) carros porta puente, también denominados carros testeros ubicados y ensamblados en los extremos de la viga puente, que funcionan sincronizados al

mismo tiempo proporcionando el desplazamiento transversal a la viga puente en sus dos sentidos. Estos carros porta puente corren en las denominadas vigas carrileras, pertenecientes a las estructuras de la casa de máquinas.

Por último cuenta con sistemas eléctricos cuyos mandos y controles se realizan a través de una botonera, con sus botones o pulsadores que indican subir, bajar, carro derecha, carro izquierda, puente avance, puente retroceso, marcha, parar.

Extinción de incendios

La función principal es combatir directamente y extinguir cualquier incendio que pueda producirse u ocurrir en cualquier lugar de la central y especialmente en las siguientes zonas críticas de la central:

Área de la casa de máquinas donde se encuentran ubicados los grupos motor-generator y los sistemas auxiliares.

Área de la casa de tratamiento o purificación de combustible y lubricantes.

Área de los tanques de almacenamiento de combustible y lubricantes.

Desde el punto de vista general este sistema incluye lo siguiente:

Un (01) tanque de reservorio de agua contra incendio que para una CT. como mínimo debe tener una capacidad del orden de los 300 m³, de manera que el suministro de agua sea para cuatro o más horas de suministro ininterrumpido, según la norma NFPA 15.

Una (01) sala de bombeo, donde están ubicados Dos (02) bombas contra incendio, instaladas en paralelo, cada una con capacidad que aseguren el 100% de las necesidades en un escenario crítico de incendio.

Una de las cuales se accionará con motor eléctrico (electro bomba) y la otra con motor de combustión interna, (moto bomba) ambas deben cumplir y satisfacer las normas NFPA 20.

Un (01) circuito o red de tuberías de acero para el agua propiamente dicha, alimentada desde dos puntos, de tal manera que adopte una configuración en anillo o medio anillo.

Hidrantes exteriores, están ubicados y espaciados convenientemente en lugares apropiados en todas las áreas de la planta térmica, de tal forma que todas las partes sean alcanzadas por el chorro de agua de las mangueras, que conjuntamente con sus accesorios estarán alojados en gabinetes adecuados.

Hidrantes interiores, con sus respectivos gabinetes metálicos, provistos de válvulas, mangueras flexibles, grifos contra incendio, otros.

Un sistema de espuma de acuerdo a la Norma NFPA 11, que toma el agua después de bombas, conformando un circuito paralelo al de agua propiamente dicha con un (01) tanque sintético de espuma y tuberías denominadas tubos espumógenos, para aplicar y efectuar mediante el método de cámara de espuma especialmente en tanques de almacenamiento de combustibles, cuando haya una emergencia de incendio.

Otro sistema de espuma, es cuando se instala en el circuito de agua un (01) monitor de espuma-agua, que posee un (01) tanque pequeño de espuma, este equipo se selecciona para ser usado en caso de posibles derrames en zona de tanques o en la casa de tratamiento de combustibles y lubricantes.

Un circuito o sistema de enfriamiento para las paredes exteriores de los tanques de almacenamiento de combustible y lubricantes, que cuente con anillos de tuberías provistos de rociadores.

Otra modalidad es cuando tenga hidrantes y monitores ubicados adecuadamente fuera del cerco de protección o dique de tanques de acuerdo a la norma NFPA 15.

Extintores portátiles y rodantes de polvo químico seco y de gas carbónico están ubicados e instalados en lugares estratégicos para combatir inicialmente el incendio.

Los de polvo químico seco donde el posible incendio incluya equipos con combustibles o sustancias inflamables, mientras que los extintores de gas carbónico en lugares donde el uso de polvo químico seco pueda dañar los mencionados equipos.

Un sistema de alarmas con sirenas y luces instaladas y dispuestas adecuadamente dentro y fuera de los ambientes de la CT. las que serán operadas con botones de mando ubicados en lugares de fácil acceso al personal operador, botones que están interconectados cuyas señales aparecerán en la pantalla y panel principal en estado normal en tiempo real en la sala de mando y control de la planta térmica.

Área de la casa de máquinas

Está provista de hidrantes interiores interconectados o perteneciente al circuito principal de la red de agua contra incendios.

El hidrante, válvulas, manguera, están instalados y ubicados dentro de un gabinete metálico, como mínimo uno (01) para cada motor.

Para fuegos menores, se cuenta con extintores portátiles y rodantes de polvo químico seco y de gas carbónico.

Área de la casa de tratamiento o purificación de combustibles y lubricantes.

Este ambiente contará con la instalación de hidrantes interiores pertenecientes al circuito de agua, de igual manera se aprovechará de colocar y conectar en este mismo circuito los monitores de espuma agua.

Para completar el sistema de protección se incluirán los extintores de polvo químico seco y de gas carbónico para el combate inicial del incendio.

Área de tanques de combustibles y lubricantes.

Está constituido por:

Un sistema de espuma, sea por el método de cámara de espuma instalados en la parte superior de cada tanque o por el método de monitor espuma agua, ambos de acuerdo a la norma NFPA 11.

Un sistema de enfriamiento por agua de las paredes exteriores de los tanques, con instalaciones de anillos y rociadores o con hidrantes y monitores de inyección de agua a distancia, según la norma NFPA 15.

2.2.3, El motor a gas natural Wartsila

Los motores Wartsila son fabricados en Finlandia por la empresa Wartsila Finland Oy. Fabrican varios tipos y modelos alimentados con combustibles líquidos con ciclo

termodinámico diesel mixto y con combustible gas natural con ciclo termodinámico otto.

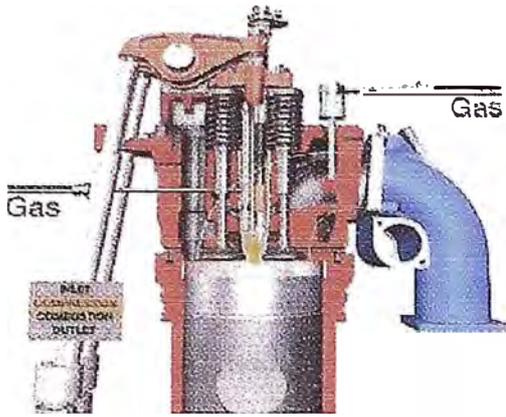
Hay para uso marino y estacionario. En uso estacionario se emplean en las estaciones de bombeo de petróleo GLP, en la compresión y transporte de GN y demás gases.

El otro y gran uso estacionario y motivo del presente informe es en las plantas o centrales de generación eléctrica.

Hay tres tipos de motores que son alimentados con combustible G.N., basados en los siguientes principios y que pueden observarse en las Figuras N° 2-1, sacadas del Manual Power Plants de Wartsila del 06/2006.

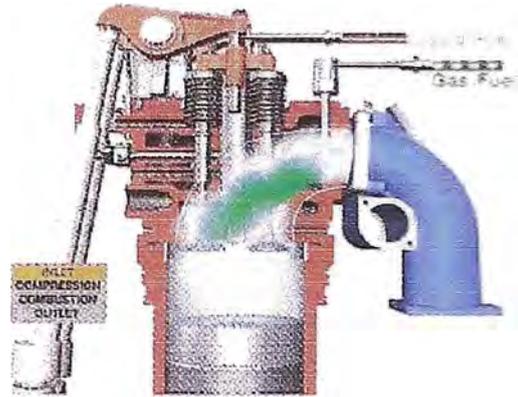
1. Tipo S.G. Encendido por chispa de bujía, ciclo Otto. Principio o proceso en el cual el motor aspira aire y se mezcla con GN antes de las válvulas de admisión y simultáneamente se alimenta por otra toma GN a una pre-cámara provista de una bujía y al producirse la carrera o tiempo de compresión se produce el encendido.
2. Tipo D.F. (Dual fuel). Dos combustibles, encendido por compresión, con inyector, ciclo diesel mixto. El motor aspira aire que se mezcla con GN antes de la válvula de admisión. Al producirse la compresión simultáneamente se inyecta el combustible líquido produciéndose el encendido. También puede funcionar sólo con combustible líquido como un motor diesel mixto normal.
3. Tipo G.D. (Gas-diesel). El motor en modo gas, el gas es alimentado a alta presión y el encendido es producido por un inyector de combustible líquido. En modo combustible líquido el proceso es igual al motor diesel convencional.

Figuras N° 2-1. Tipos de motores a GN y su operación



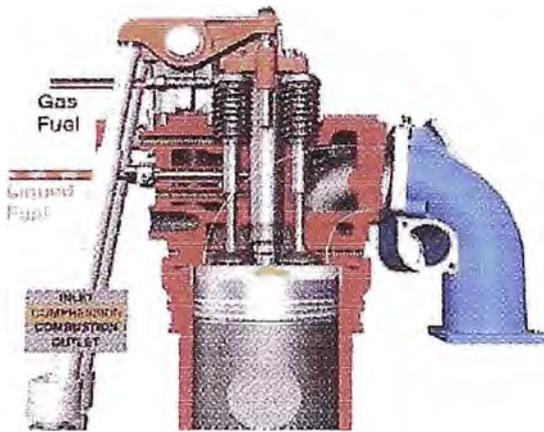
OPERACIÓN SG

Tipo SG



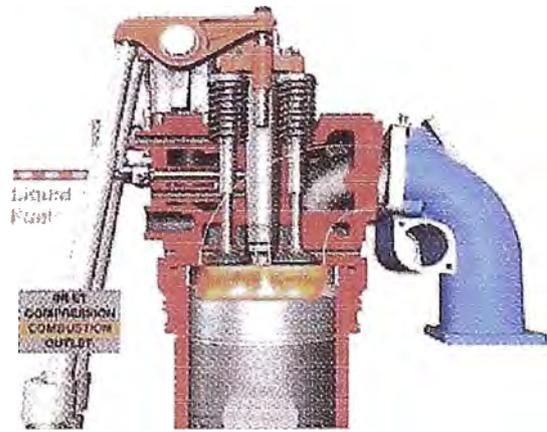
OPERACIÓN DOS COMBUSTIBLES

Tipo DF



OPERACIÓN GD

Tipo GD



OPERACIÓN DIESEL

Diesel convencional

Motores SG.

En estos motores hay dos tipos los 220 SG y los 34 SG.

Los de tipo 220 SG son de baja potencia que a continuación se mencionan en la versión del año 2003.

Motor tipo 220 SG, modelo 18 V 220 SG (18 cilindros configuración en V, 9 a cada lado), potencia al eje (al freno) 2630 KW, consumo de calor 8570 KJ/KWh, 1200 RPM.

Motor tipo 220 SG, 12 V 220 SG, potencia al eje 1750 KW, consumo de calor 8570 KJ/KWh, 1200 RPM.

En los de Tipo 34 SG, versiones del año 2004 tenemos:

Motor tipo 34 SG, modelo 20 V 34 SG (20 cilindros configuración en V), potencia al eje 9000 KW, consumo de calor 7505 KJ/KWh, 750 RPM, siendo en la actualidad el motor a gas natural más grande del mundo tal como los fabricantes lo manifiestan.

Motor tipo 34 SG, 18 V 34 SG, potencia el eje 6210 KW, consumo de calor 7620 KJ/KWh, 750 RPM.

Motor tipo 34 SG, 16 V 34 SG, potencia el eje 7200 KW, consumo de calor 7505 KJ/KWh, 750 RPM.

Motor tipo 34 SG, 12 V 34 SG, potencia el eje 4140 KW, consumo de calor 7620 KJ/KWh, 750 RPM.

En las versiones 34 SG del año 2006 se tienen:

Motor tipo 34 SG, 20 V 34 SG, potencia al eje 9000 KW, consumo de calor 7502 KJ/KWh, eficiencia al eje 48%, 750 RPM.

Motor tipo 34 SG, 16 V 34 SG, potencia al eje 7200 KW, consumo de calor 7502 KJ/KWh, eficiencia al eje 48%, 750 RPM.

Motor tipo 34 SG, 9 L 34 SG, potencia al eje 4050 KW, consumo de calor 7502 KJ/KWh, eficiencia al eje 48%, 750 RPM.

Observándose en los motores de esta última versión que se mejoran sus características técnicas y se amplía la información. **Observar en el Anexo B1.**

Debe tenerse presente que cuando estos motores conforman grupos de generación eléctrica acoplados a un generador, cuando el motor gira a 750 RPM la frecuencia de este último es de 50 HZ y cuando el motor gira a 720 RPM la frecuencia es de 60 HZ y decrece la potencia eléctrica en bornes del generador. **Observar en el Anexo B2.**

Estos tipos 34 SG y sus modelos de motores mencionados son fabricados para funcionar exclusivamente a GN, son MCI dedicados.

Motores DF

En los motores DF existen varios tipos y modelos que a continuación se describen:

Motores funcionando con GN

Tipo 32 DF, modelo 18 V 32 DF, potencia al eje 6300 KW, consumo de calor 7790 KJ/KWh, 750 RPM. Versiones años 2003 y 2004.

Tipo 50 DF, modelo 18 V 50 DF, acoplado con generador, potencia en bornes 16621 KW consumo de calor 7616 KJ/KWh, RPM 514, 60 HZ versión año 2006, este motor en la actualidad (año 2009) es el mas potente del mundo que puede funcionar con G.N. o con D2, **Observar en el Anexo B3.**

Motor funcionando con D2

Tipo 32 DF, modelo 18 V 32 DF, acoplado con generador, potencia en bornes 5819 KW, consumo de calor 8389 KJ/KWh, RPM 720, 60 HZ versión año 2003.

Tipo 50 DF, modelo 18 V 50 DF, acoplado con generador, potencia en bornes 16638 KW, consumo de calor 8042 KJ/KWh, RPM 514, 60 HZ versión año 2003.

Motores G.D.

En estos motores existen varios tipos y modelos entre las cuales se tienen:

Versiones año 2006, **Observar en el Anexo B4.**

Vasa 32 GD, 18 V 32 GD, potencia al eje 6750 KW, consumo de calor 7849 KJ/KWh, 750 RPM.

Vasa 32 GD, 16 V 32 GD, Potencia al eje 6000 KW, consumo de calor 7849 KJ/ KWh, 750 RPM.

Vasa 32 GD, 12 V 32 GD, potencia al eje 4500 KW, consumo de calor 7849 KJ/KWh, 750 RPM.

Y otros Vasa 32 GD de menor potencia como los modelos 9R, 8R y 6R.

Versiones año 2004, **Observar en el Anexo B5.**

Tipo 46 GD, 18 V 46 GD, potencia al eje 17550 KW, consumo de calor 7768 KJ/KWh. 750 RPM.

Tipo 46 GD, 16 V 46 GD, potencia al eje 15600 KW, consumo de calor 7768 KJ/KWh. 750 RPM.

Tipo 46 GD, 12 V 46 GD, potencia al eje 11700 KW, consumo de calor 7768 KJ/KWh. 750 RPM.

Conversión de motores diesel ciclo mixto a ciclo Otto con GN

En nuestro país desde hace varios años se han instalado motores Wartsila diesel ciclo mixto en C.T. de diferentes regiones o departamentos, algunos de ellos son:

Año 1993, Tacna, 03 Wartsila Vasa 18 V 32 de 6400 KW c/u, 720 RPM.

Año 1994, Iquitos, 03 Wartsila Vasa 18 V 32 de 6400 KW c/u, 720 RPM.

Año 1995, Pucallpa, 04 Wartsila Vasa 18 V 32 de 6400 KW c/u, 720 RPM.

Año 1997, Iquitos, 01 Wartsila Vasa 18 V 32 de 6400 KW c/u, 720 RPM.

Año 1998, Tacna, 01 Wartsila Vasa 18 V 32 de 6400 KW c/u, 720 RPM.

El año pasado 2008 se han desmontado los 04 motores Wartsila. Vasa 18 V32 de 6400 KW c/u 720, de la C.T. de Calana Tacna y se han trasladado hacia la C.T. de Independencia EGESUR en Pisco, donde se ha realizado su conversión para que funcionen con GN de Camisea, transformándoseles a 04 motores Wartsila 18V34SGA2 de 5940 KW c/u, 720 RPM, 60 HZ.

Cada motor está acoplado a su generador cuya potencia eléctrica de salida es de 5732 KW con Factor de potencia 0.8 se observa que cada motor convertido para que opere

con GN su potencia mecánica al eje es del orden de los 6 MW, por otra parte las ampliaciones de las C.T. en los diferentes lugares del país han estado en el orden de $3 \times 6.4 \text{ MW} = 19.2 \text{ MW}$, los 20 MW.

La nueva C.T. Diesel El Charán de Tumbes instalada en los años de 1996 y comienzo de 1997 es de $2 \times 9.34 \text{ MW}$, 20 MW.

Por esta razón se opta o se recomienda tomar por tamaño de la ampliación actual de la C.T. de Tumbes sea de 20 MW – ISO, es decir adicionándole a la existente capacidad total futura sería de 40 MW – ISO.

La selección de la ampliación de la central puede realizarse aplicando los estudios, análisis y evaluación técnico económica completa, etc, para determinar el tamaño, número de unidades, etc, de la central que al final va a resultar en este caso de la Región Tumbes en la capacidad que se ha recomendado.

Como las ciudades de la Región Tumbes participan o hacen uso de la energía eléctrica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional SEIN, los 20 MW (40 MW) recomendados representarían aproximadamente el 1% de la Máxima Demanda Nacional.

Teniendo el tamaño o capacidad de la ampliación de la C.T. de 20 MW-ISO podemos seleccionar, fijar o elegir el número de unidades de generación en este caso con los tipos y modelos de motores que se han enumerado, pudiendo ser:

Tres (03) Tipo 34 SG versión del año 2006, modelo 16 V 34 SG motor de 16 cilindros, configuración en V, potencia al eje 7200 KW, consumo de calor 7502 KJ/KWh, eficiencia al eje 48%, 750 RPM. **Observar en el Anexo B1.**

Este motor acoplado con un generador de acuerdo a su capacidad, la potencia eléctrica de salida en bornes del grupo es de 6737 KW, consumo de calor 7753 KJ/KWh, eficiencia eléctrica del grupo 46,4%, 720 RPM, 60 HZ, cos Ø 0.8.

Observar en el Anexo B2.

Dos (02) tipo 34 SG versión del año 2006, modelo 20 V 34 SG, motor de 20 cilindros, configuración en V, potencia al eje 9000 KW, consumo de calor 7502 KJ/KWh, eficiencia al eje 48%, 750 RPM, **Observar en el Anexo B1.**

Este motor acoplado con un generador de acuerdo a su capacidad, la potencia eléctrica en bornes del grupo es de 8439 KW, consumo de calor 7737 KJ/KWh, eficiencia eléctrica del grupo 46.5%, 720 RPM, 60 HZ, cos Ø 0.8. **Observar en el Anexo B2.**

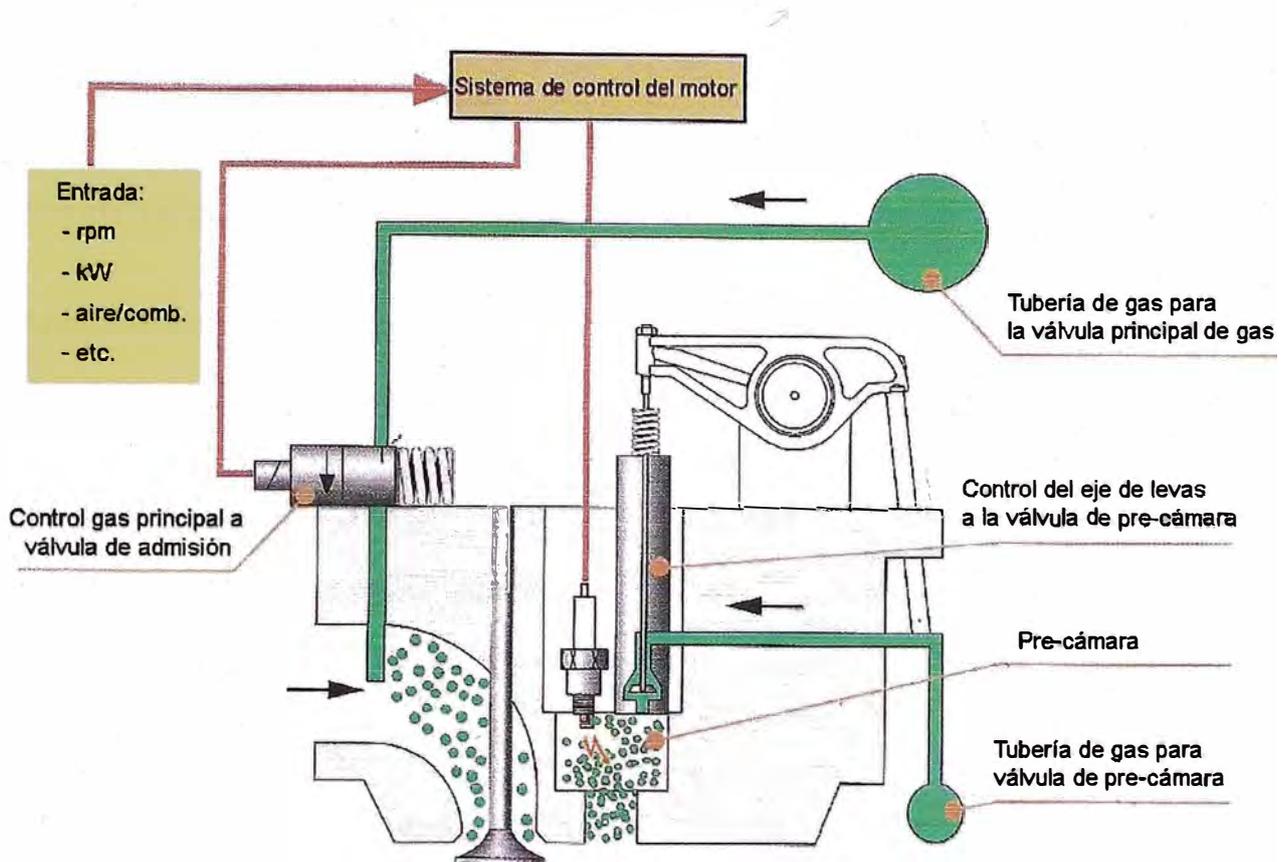
Este motor es el seleccionado para la ampliación de la CT de Tumbes de 20 MW-ISO, porque reúne las siguientes condiciones: el valor de la potencia de salida, combustible de operación gas natural y su fabricación es sistema dedicado.

Descripción del motor Wartsila 34 SG, modelo 20 V 34 SG

Este motor sistema dedicado funciona con ciclo termodinámico Otto, con encendido de la mezcla aire combustible GN por chispa de bujía en una pre-cámara de combustión ubicada junto y en la parte central superior de la cámara de combustión.

Posee dos alimentaciones de GN, una hacia la pre-cámara mencionada y otra en la entrada de aire antes de la válvula de admisión. Fig. N° 2-2 tomada del Manual Wartsila 34 SG, Mayo 2004, Pag. 6.

Figuras N° 2-2. Alimentación de combustible GN al motor Wartsila 20 V 34 SG.



Es de cuatro tiempos, cuatro carreras, turbocargado, tiene 20 cilindros configuración en V, diez a cada lado. Su potencia al eje es de 9000 KW, consumo de calor 7502 KJ/KWh, eficiencia al eje 48%, 750 RPM.

Cuando se acopla a su volante con un generador síncrono trifásico en concordancia con su potencia mecánica, la potencia eléctrica en bornes del grupo es de 8439 KW, con factor de potencia 0.8, eficiencia eléctrica del grupo 46.5%, 720 RPM, 60 HZ, consumo de calor 7737 KJ/KWh.

Proporciona la más alta eficiencia de cualquier motor a gas natural encendido por chispa de bujía con la mas baja emisión de contaminación en plantas de generación eléctrica.

Usa o funciona con mezcla pobre de gas lo que produce o influye en una combustión limpia.

Su combustión es estable, asegurada por poseer un sistema de encendido de alta energía, así como, por tener una pre-cámara de pre-combustión.

Aplicable a un eficiente diseño de recuperación de calor, cuando se crea conveniente.

Emplea en su operación mínima cantidades de insumos consumibles.

Su arranque es neumático, por aire comprimido almacenado en tanques o botellas que es conducido a un distribuidor y de este a válvulas ubicadas en cada una de las tapas o culatas de cada cilindro que son accionados y actúan sobre los pistones que están sincronizados con el árbol de levas. Tiene una válvula que interrumpe o bloquea el sistema de arranque por aire cuando actúa el sistema del motor y engrane del girador.

En el sistema aire de combustión o aire de carga, la cantidad o flujo de aire que ingresa al motor es uno de los parámetros importantes, porque es un componente en la mezcla o relación aire-gas y con el encendido del gas en la pre-cámara se produce una combustión completa y estable.

En el sistema de gases de escape tiene instalado el turbocargador conformado por la turbina, y el turbo compresor, que es el que proporciona el flujo de aire de combustión

Posee en el sistema de lubricación un cárter de aceite húmedo, una bomba principal accionada por el mismo (el motor), una segunda bomba con accionamiento eléctrico

para realizar la prelubricación antes de su funcionamiento, un enfriador de aceite, filtros de flujo lleno, filtro centrífugo, válvulas de seguridad, reguladores de presión, etc.

Tiene un sistema de enfriamiento con agua compuesto por cuatro circuitos: el de enfriado de las chaquetas de los cilindros, el del aire de carga de baja temperatura, de alta temperatura y el de enfriamiento del aceite lubricante. El circuito de enfriamiento de aire de carga de baja temperatura tiene una bomba de impulsión del agua; lo mismo el de refrigeración de las chaquetas de los cilindros, también posee una bomba de alimentación. Todos estos circuitos están interconectados en serie.

A continuación se muestran algunas características de este motor Wartsila 34 SG modelo 20 V 34 SG, de la Revista Wartsila de Mayo del 2004 en la Tabla N° 2-4.

Tabla N° 2-4. Características del motor Wartsila 20 V 34 SG.

WÄRTSILÄ 34SG

Main technical data

Cylinder bore	340 mm
Piston stroke	400 mm
Speed	720 / 750 rpm
Mean effective pressure	20.0 / 19.8 bar
Piston speed	9.6 / 10 m/s
Natural gas specification for nominal load	
Lower heating value	≥ 28 MJ/m ³

Technical data		Unit	16V34SG		20V34SG	
Compression ratio 12						
Speed/Hz	NO _x	mg/Nm ³	500	250	500	250
	Methane number	at 5 % O ₂	>80	>70	>80	>70
720 rpm 60 Hz	Electrical power	kW	675	675	8439	8439
	Electrical efficiency	%	45.5	45.1	45.5	45.1
750 rpm 50 Hz	Electrical power	kW	6934	6934	8730	8730
	Electrical efficiency	%	45.5	45.1	45.5	45.1

Technical data		Unit	16V34SG		20V34SG	
Compression ratio 11						
Speed/Hz	NO _x	mg/Nm ³	500	250	500	250
	Methane number	at 5 % O ₂	>65	>55	>65	>55
720 rpm 60 Hz	Electrical power	kW	6751	6751	8439	8439
	Electrical efficiency	%	45.5	44.1	45.5	44.1
750 rpm 50 Hz	Electrical power	kW	6934	6934	8730	8730
	Electrical efficiency	%	45.5	44.1	45.5	44.1

Electrical power at generator terminals, including engine-driven pumps, ISO 3046 conditions and LHV. Tolerance ± 5%. Power factor 0.8.

Principal genset dimensions (mm) and weights (tonnes)

Engine type	A	B	C	D	E	Engine weight	Genset weight
16V34SG	11692	3233	4348	1958	2648	66.5	115
20V34SG	12465	3233	4348	1958	2648	76.4	137.5

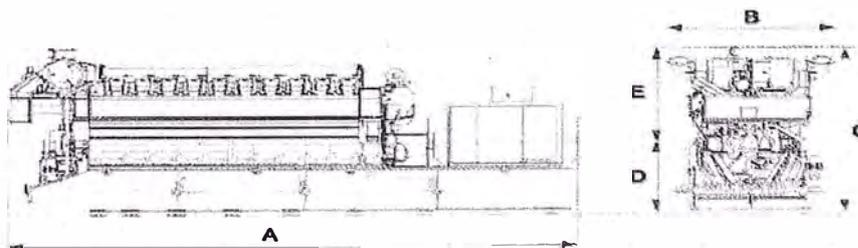


Tabla N° 2-4. Características del motor Wartsila 20 V 34 SG.

**Main technical data**

Cylinder bore	340 mm
Piston stroke	400 mm
Speed	720 / 750 rpm
Mean effective pressure	20.0 / 19.8 bar
Piston speed	9.6 / 10 m/s
Natural gas specification for nominal load	
Lower heating value	$\geq 28 \text{ MJ/m}^3$

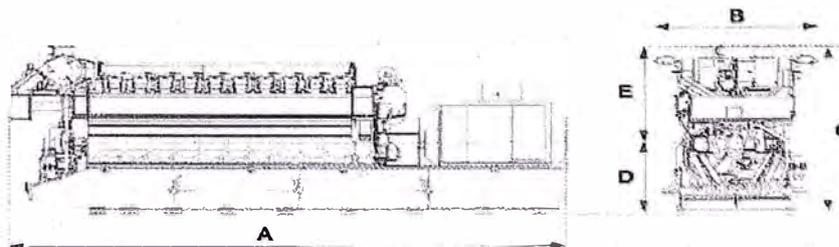
Technical data		Unit	16V34SG		20V34SG	
Compression ratio 12						
Speed/Hz	NO _x	mg/Nm ³	500	250	500	250
	Methane number	at 5 % O ₂	>80	>70	>80	>70
720 rpm 60 Hz	Electrical power	kW	6751	6751	8439	8439
	Electrical efficiency	%	45.5	45.1	45.5	45.1
750 rpm 50 Hz	Electrical power	kW	6934	6934	8730	8730
	Electrical efficiency	%	45.5	45.1	45.5	45.1

Technical data		Unit	16V34SG		20V34SG	
Compression ratio 11						
Speed/Hz	NO _x	mg/Nm ³	500	250	500	250
	Methane number	at 5 % O ₂	>65	>55	>65	>55
720 rpm 60 Hz	Electrical power	kW	6751	6751	8439	8439
	Electrical efficiency	%	45.5	44.1	45.5	44.1
750 rpm 50 Hz	Electrical power	kW	6934	6934	8730	8730
	Electrical efficiency	%	45.5	44.1	45.5	44.1

Electrical power at generator terminals, including engine-driven pumps, ISO 3046 conditions and LHV. Tolerance + 5%. Power factor 0.8.

Principal genset dimensions (mm) and weights (tonnes)

Engine type	A	B	C	D	E	Engine weight	Genset weight
16V34SG	11692	3233	4543	1938	2648	66.5	115
20V34SG	12465	3233	4543	1938	2648	76.4	137.5



2.2.4. Sistemas auxiliares

Se trataron los seis sistemas auxiliares mecánicos principales en los MCI EC, de manera general y que cumple el caso del motor diesel CAT-MAK, ahora en el presente caso el motor Wartsila 20 V 34 SG, tiene exactamente estos mismos sistemas auxiliares mecánicos principales, pero con determinados cambios por tratarse de un motor ciclo termodinámico Otto con combustible gas natural.

El sistema totalmente diferente es el de combustible, los que presentan algunos cambios son los de lubricación y enfriamiento, por último los que no cambian son aire de combustión, gases de escape y arranque por aire comprimido.

Sistema de combustible

El motor Wartsila 20 V 34 SG, es un modelo dedicado, que funciona con combustible gas natural (Metano).

Puede tratarse o subdividirse este sistema por separado en dos partes como sistema externo e interno.

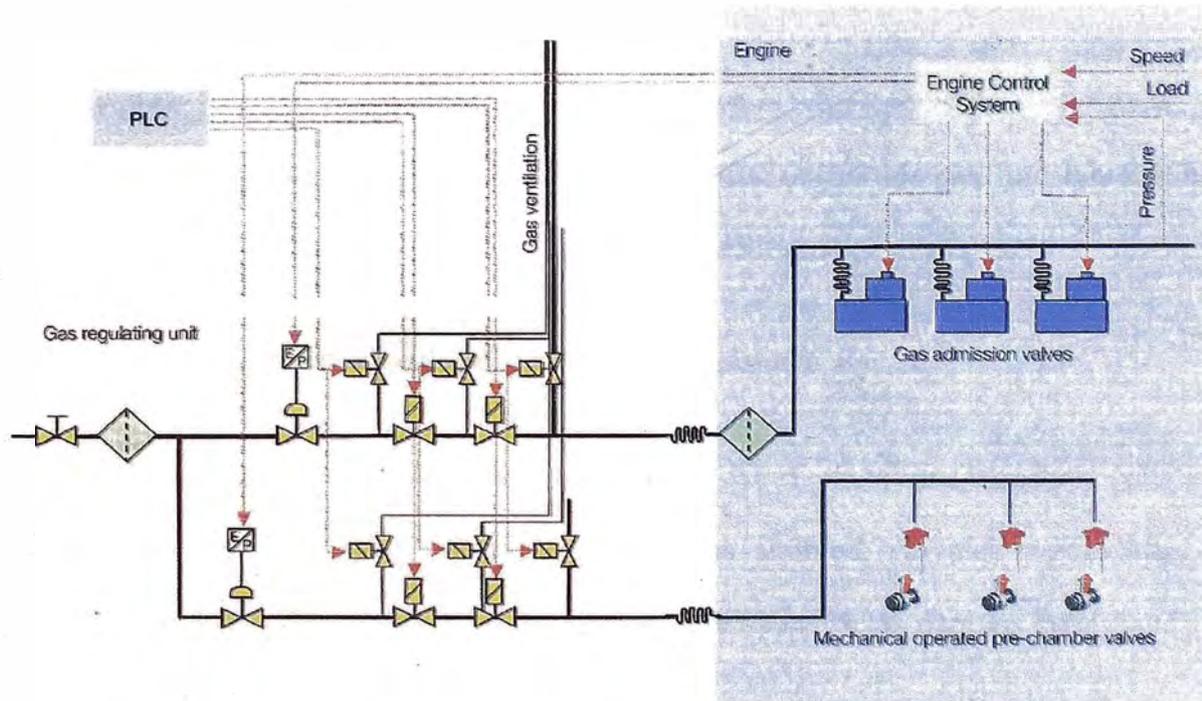
En lo que se denomina el sistema externo, el combustible GN en fase gaseosa no se adquiere por pedidos parciales, ni por volúmenes en recipientes transportables para ser almacenados en grandes tanques, sino que se le solicita y lo proporciona la empresa distribuidora que lo suministra por una red de ductos de gas natural.

La empresa distribuidora ubica y realiza una conexión de derivación en la red de ductos y dirige el ramal hacia la utilización, instalando la unidad de medición del flujo de GN que alimentará a la central de generación.

La unidad de medición consta de filtro, flujómetro, manómetros, válvulas de: corte, ventilación, seguridad o alivio, etc.

Después de la unidad de medición sale y sigue la línea principal donde se conecta y se instala la unidad de regulación de GN. Esta unidad la conforman dos líneas paralelas, una que regula el ingreso a las pre-cámaras de combustión de los cilindros y la otra a las alimentaciones principales de las cámaras de cada cilindro antes de las válvulas de admisión, tal como se observa en la fig. N° 2-3. Con todos sus accesorios: filtros, reductores de presión, manómetros, termómetros, válvulas de: corte o cierre, de seguridad (alivio), de ventilación, etc.

Figuras N° 2-3. Unidad de regulación de la línea de alimentación de GN al motor Wartsila 20 V 34 SG.



En lo que respecta al sistema interno el GN es suministrado a través de dos tomas o conexiones ubicadas en el motor y que luego se convierten en dos líneas paralelas una que alimenta a todas las pre-cámaras en la culata y la otra la principal que alimenta en la culata en cada ingreso hacia los cilindros antes de la válvula de admisión, como se observa en la Fig. N° 2-2.

Sistema de lubricación

Este sistema se fundamenta en los mismos principios y proporciona las mismas funciones o aplicaciones que el del caso de los MCI EC.

Está equipado de un colector de aceite o cárter húmedo ubicado en la parte inferior del motor.

Posee una bomba principal accionada por el mismo motor, que es la que hace circular el aceite lubricante en todo el sistema.

Tiene otra bomba, la de pre-lubricación, accionada eléctricamente e instalada en paralelo y que funciona minutos antes del arranque del motor para pre lubricar las superficies en contacto de las piezas del motor, facilitando el arranque.

Los otros equipos conocidos que conforman este sistema son:

El enfriador de aceite, el filtro centrífugo, filtro de flujo máximo, válvula termostática de tres vías, válvulas de tres vías simples, válvulas reguladoras y reductoras de presión, de seguridad o alivio, accesorios varios para las conexiones y cambios de dirección, tuberías, etc.

Cuenta con la unidad de separación o purificación, cuyo componente principal es la centrífuga que purifica el aceite lubricante, haciéndolo circular desde el cárter húmedo al separador y así sucesivamente.

Este sistema generalmente no tiene tanque de almacenamiento, la alimentación del aceite lubricante se realiza directamente al cárter húmedo a través de una toma o conexión rápida existente.

Para esto se usa una (01) bomba de transferencia móvil (movible) que succiona el aceite lubricante de cilindros portátiles o cisterna granelera y la descarga al cárter húmedo.

Sistema de enfriamiento

Que es el que se refrigera con agua las partes internas del motor tales como las expuestas a la combustión, al aire de carga para la combustión, al aceite lubricante, etc. observando la Fig. N° 2-4 tomada de la revista Wartsila 34 SG P05-2004. Pag 9, vemos que este sistema en el diseño del motor 34 SG consta de cuatro circuitos:

El que refrigera al aire de carga para la combustión de baja temperatura LTCA.

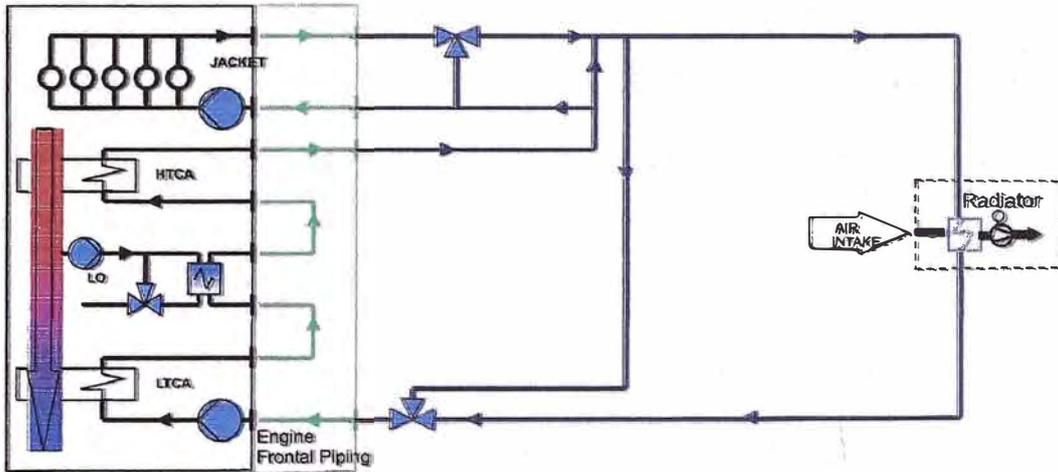
Al aceite lubricante LO que circula por las piezas del motor.

Al aire de carga para la combustión de alta temperatura HTCA.

A las camisas o chaquetas de los cilindros y culatas.

En el circuito de las camisas de los cilindros y en el de aire de carga de combustión de baja temperatura están ubicadas las bombas de agua de impulsión cuya capacidad es del orden $230 \text{ m}^3/\text{h}$ de estos y demás circuitos que en realidad se encuentran conectados en serie.

Figura N° 2-4. Sistema de enfriamiento del motor Wartsila 20 V 34 SG.



La temperatura del agua que entra al enfriador LTCA es de 38° C y la temperatura del agua que sale del circuito de enfriamiento de las chaquetas 91° C son controladas cada uno por su respectiva válvula termostática externa. En este sistema el diseño presenta una sola configuración modular de radiadores que refrigeran a todos los circuitos de baja y alta temperatura, por estar instalados estos en serie.

Por último en la Figura 2-4 de este sistema por estar simplificado se asumen que antes de la succión de las bombas están instalados o existen los tanques de compensación, así como accesorios e instrumentos como conexiones de tuberías, válvulas, filtros, termómetros, manómetros, controles, alarmas, etc.

Sistema aire de combustión

Este sistema funciona semejante al de los motores EC, su función principal es proporcionar de aire limpio a los cilindros para la combustión. Se inicia con un filtro y ductos adecuados para flujos de aire de 1000 m³/mint., de tal manera que la velocidad no exceda los 610 m/mint. (2000 pies / mint.).

Luego siguen el silenciador, los turbocompresores hasta llegar a los enfriadores.

La temperatura del aire que ingresa al enfriador de alta temperatura es de 185° C y la temperatura del aire que sale es de 92° C. También en el enfriador de baja temperatura el aire ingresa a una temperatura máxima de 92° C y sale a una temperatura de 42° C.

Este sistema tiene los siguientes componentes:

Filtro automático de aire de carga o de combustión.

Ductos de conducción o transporte.

Pre-calentador de aire de carga.

Silenciador de aire de carga.

Juntas o conexiones de expansión.

Turbocompresores o turbocargadores.

Enfriadores de aire de combustión de alta temperatura.

Enfriadores de aire de combustión de baja temperatura.

Sistema gases de escape

Es el que evacua los gases productos de la combustión, desde la pre-cámara de combustión, cámara, ductos, accesorios, dispositivos, hasta y hacia la parte exterior de la sala de máquinas. Los componentes de este sistema en su inicio están ligados o unidos a otros sistemas como son al de combustible y aire de combustión.

En lo que se refiere al sistema externo al motor está formado por las siguientes partes, accesorios y equipos:

Múltiple de escape, que es parte o pieza del motor.

Juntas de expansión, vibración o dilatación.

Tramos de ductos.

Silenciador de gases productos de la combustión.

Catalizador de óxidos de los componentes no quemados y de los productos de la combustión.

Detector de emisiones de óxidos como de los NOx.

Otras conexiones para diferentes instrumentos como manómetros, termómetros, analizador de gases, etc.

Chimenea de una altura mínima de 35 metros.

Se debe tener presente que los gases de escape son calientes que pueden llegar a los 650° C, por esta razón los ductos, accesorios y equipos deben ser forrados o aislados, para proteger al personal de operación.

Como se observa éste sistema tiene componentes que al realizarse el montaje, el tamaño referente a su longitud es grande, por esta razón en el diseño o selección de su dimensionamiento debe tenerse presente los efectos que puedan ocasionar la contrapresión produciendo elevación de la temperatura de los gases, influencia en la vida útil de las válvulas de escape y de los turbos.

Los motores 34 SG en una planta o central Wartsila producen un impacto ambiental muy bajo, con niveles de emisiones de NOx bajos, con valores de 250 mg/ Nm³, cuando el combustible GN tiene un Número Metano mayor a 70.

A continuación se muestran las Fig. N° 2-5 tomadas de la Revista Plantas Wartsila 05-2006 Pag. 6 y 7.

Figura N° 2-5. Detector de emisiones de óxidos NO_x y gases de escape.



DeNox (SCR) unit.



Exhaust gas module.

Sistema de arranque por aire comprimido

Es el que abastece el aire comprimido para el arranque de los motores Wartsila.

Como en el caso de los MCI-EC, los equipos principales de este sistema son los compresores de aire, las botellas de almacenamiento, accesorios de regulación, reducción de presión, de seguridad, etc. El aire es proporcionado a la presión de 30 bar,

En lo que se refiere a los motores Wartsila 34 SG, están provistos con válvulas para el arranque neumático ubicados en la cabeza de los cilindros. Las válvulas son operadas por aire desde un distribuidor que está sincronizado con el árbol de levas.

Una válvula de bloqueo del sistema de arranque impide y previene al motor de dicho arranque si o cuando el motor está acoplado al sistema del girador.

Este sistema también suministra mediante derivaciones dos aprovechamientos del aire:

Aire de trabajo o de planta o talleres a la presión de 7-6 bar.

Aire de instrumentación o control a equipos a la presión de 7-6 bar.

Los componentes, equipos, líneas de tuberías, accesorios, instrumentos, etc., de este sistema son exactamente semejantes a los del sistema de arranque por aire comprimido tratado para las MCI-EC.

2.3 El grupo de generación

Se denomina así en este caso al equipamiento principal de la C.T. constituido por el acoplamiento de un MCI con un GST.

El MCI comprende al motor propiamente dicho e incluye a todos los sistemas que se relacionan directamente con él, como son: los sistemas auxiliares principales mecánicos, eléctricos, electrónicos, y a los sistemas auxiliares complementarios. Varios de estos sistemas ya han sido tratados ampliamente.

El motor que se ha seleccionado para conformar cada grupo es el Wartsila 34 SG, 20 V 34 SG, versión año 2006, motor dedicado que funciona, con combustible gas natural con potencia al eje 9000 KW, consumo de calor 7502 KJ/KWh, eficiencia al eje 48%, 750 RPM.

El suministro del combustible G.N. para su funcionamiento proviene y es abastecido de una red de ductos de baja presión.

Desde el punto de vista de construcción en las cámaras de los cilindros está ubicada una pre-cámara de combustión, provista de bujía donde se inicia y produce la combustión de la mezcla aire gas natural.

La existencia de la pre-cámara, la bujía con encendido de alta energía y la mezcla pobre de aire – gas bien dosificado aseguran una combustión completa y estable con la más baja emisión contaminante.

Además en bien y protección del medio ambiente en el sistema de gases de escape se instalan un catalizador para oxidar a los componentes no quemados y a los productos de la combustión. También se instala un Detector de emisiones de óxidos para controlar y comprobar las emisiones como por ejemplo los NOx.

En la actualidad este motor Wartsila 20 V 34 SG, representa el motor a G.N. mas grande del mundo.

En lo que respecta al GST, la otra máquina que conforma el grupo de generación es el que transforma la energía mecánica del motor en energía eléctrica de corriente alterna trifásica, en este caso de 10 KV y 60 HZ.

La selección del generador se decide o determina en base a las características principales de la C.T. y por consiguiente de las características del MCI, de tal manera que el generador sea del tipo y modelo que esté en concordancia con las características de potencia, velocidad, etc., del motor.

Los GST estarán directamente acoplados al MCI serán del tipo de polos salientes, autoventilados, tipo de excitación deberá ser estático (estado sólido) sin escobillas y de diodos rotativos o con transformador de excitación.

Entre las características que tomarán en cuenta los fabricantes para el diseño del generador por ejemplo de los bobinados, etc., serán las condiciones del lugar de la C.T.

En lo que corresponde al GST, este comprende al generador propiamente dicho e incorpora o abarca a los sistemas eléctricos y electrónicos que a continuación se enumeran:

Sistema eléctrico de generación en Media Tensión MT 10 KV, que comprende el GST, cables, celdas de salida, tableros de fuerza o potencia MT. Tablero de la estación del transformador 10 KV-040KV, tablero neutro o tierra TNT, tablero

resistor neutro a tierra RNT, tableros de controles en la consola principal de los componentes de Media Tensión, bandejas, soportes, etc.

Sistema de baja tensión BT 0.40 KV, que comprende las fuentes de generación BT como el Transformador de potencia de 10 KV a 0.40 KV a partir de su salida del secundario incluyendo su tablero de fuerza o potencia.

Grupo electrógeno de pre-arranque (Black-start) y su tablero de fuerza o potencia. Tableros de la estación de auxiliares, tableros de los controles de los componentes BT.

Sistema de alta tensión AT 60 KV-33KV, conformado por el tablero del alimentador, por la estación y transformador elevador de tensión de 10 KV a 60 KV – 33 KV, cables, etc.

Sistemas derivados como: instalaciones en ambientes interiores, red de alumbrado exterior, etc.

Sistemas complementarios vinculados como el sistema de corriente directa DC, conformado por el tablero principal DC, cargador de baterías de 110 VDC, cargador de baterías de 24 VDC, alumbrado de emergencia DC.

Sistemas de protección de puesta a tierra como la instalación de red de protección de tierra profunda, de tierra superficial.

Otras instalaciones como la ubicación e instalación de pararrayos, luces de balizajes, intercomunicadores, teléfonos y comunicaciones inalámbricas.

Estos son los sistemas auxiliares eléctricos y electrónicos que están vinculados o unidos al generador que a la vez éste se acopla al motor y sus sistemas mecánicos conformando la unidad o grupo de generación o unidad de planta de generación.

Cuando el grupo está en operación adquiere o desarrolla valores propios de sus características electromecánicas, así tenemos que el motor Wartsila 34 SG – 20 V 34 SG, se acopla con un generador marca ABB (Asea Brown Boveri) cuyas características están en concordancia con las del motor. Este motor-generador forman la unidad de planta de generación.

La unidad de Planta de generación o grupo de generación accionado por un motor Wartsila 20 V 34 SG (acoplado con un GST Asea Brown Boveri) desarrolla en bornes del generador una potencia eléctrica de 8439 KW, consumo de calor 7737 KJ/KWh, eficiencia eléctrica 46,5%, 720 RPM, 60 HX, factor de potencia $\cos \phi$ 0.8.

Algunas de las ventajas que ofrecen o proponen las plantas Wartsila son:

Requerimiento de gas a baja presión.

Arranque rápido, diez minutos desde el modo de reserva hasta plena carga.

Disponibilidad de la planta gracias a su configuración con varias unidades (grupos), para ofertar y alcanzar potencias mayores multi-unidades.

Alta eficiencia a cargas parciales.

Alta eficiencia en condiciones de grandes alturas sobre el nivel del mar y en ambientes calurosos y secos.

Mínimo consumo de agua en el sistema de refrigeración por radiadores pues funciona, en circuito cerrado.

Mantenimiento programado independiente del número de arranques y paradas.

Inversión paulatina con bajo riesgo que optimiza los ingresos de generación, adquiriendo grupos gradualmente.

Ciclo combinado como opcional.

2.4. Operación del sistema eléctrico de Tumbes

Este sistema es abastecido tanto por la generación termoeléctrica de grupo diesel localizados en CT como por el distribuidor de la zona Electronoroeste, ambos pertenecientes al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional SEIN.

Las centrales termoeléctricas que existen en esta región donde generalmente están ubicadas las subestaciones SE son: CT Las Mercedes, ubicada en el barrio las Mercedes ciudad de Tumbes, provincia de Tumbes. La CT El Charán 2 x 9.34 MW denominado la Nueva Central, ubicada en el Centro Poblado Nueva Esperanza, distrito de La Cruz, provincia de Tumbes.

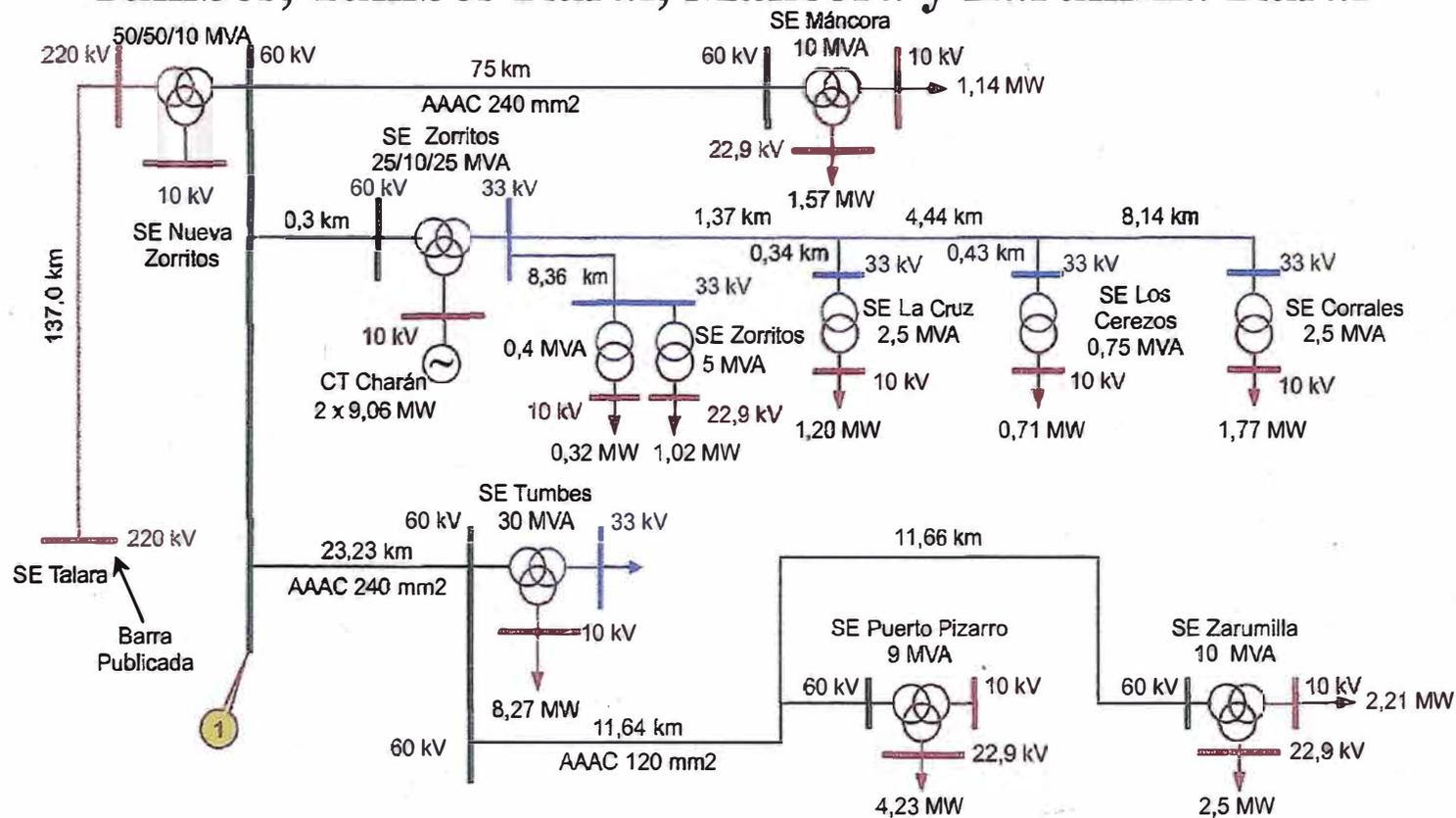
Respecto a la distribución eléctrica primaria y secundaria del SEIN en la Región Tumbes, en la Fig. N° 2-6, se observa que la línea de Transmisión principal es la que sale de la subestación SE Talara de la barra de 220 KV. (CT de Malacas) y llega a la barra de 220 KV de la SE Nueva Zorritos de 50 MVA. De esta misma barra de otros contactos sale o sigue la línea de 220 KV hacia la SE de Machala del vecino país del Ecuador.

SE Nueva Zorritos de 50 MVA

Con transformador de 03 arrollamientos, barras de 220 KV, 60 KV y 10 KV.

- Barra de 220 KV receptora primaria del SEIN e interconexión de la línea a SE de Machala Ecuador.
- Barra de 60 KV con 03 interconexiones:
 - ❖ 1ra. Alimentación principal SEIN hacia la SE Máncora de 10 MVA.

Tumbes, Tumbes Rural, Máncora y Zarumilla Rural



Fuente Osimermin

Figura N° 2-6. Sistema de distribución eléctrica de Tumbes.

Sistema de Distribución Eléctrica:		Empresa de Distribución Eléctrica: Electronoroeste	
		Sector Típico :	
Tumbes	2	Fecha: 12/2007	Pág. 4/6
Máncora	3		
Tumbes Rural	4		
Zarumilla Rural	5		

- ❖ 2da. Interconexión con la SE Zorritos El Charán de 25 MVA, ubicada en el patio de llaves de la CT El Charán.
- ❖ 3ra. Interconexión con la SE Tumbes de 30 MVA, ubicada en el patio de llaves de la CT las Mercedes.
- Barras de 10 KV. Energizada disponible.

SE Zorritos. El Charán de 25 MVA.

Con transformador de 03 arrollamientos, barras de 10 KV, 33 KV y 60 KV.

- Barra de 10 KV. Donde se conectan los cables energizados con tensión de generación de 10 KV de los 02 grupos MaK de la CT El Charán 2 x 9.06 MW,
- Barra de 33 KV. De donde salen 02 líneas:
 - ❖ Una que conecta a la SE Zorritos ciudad a la barra de entrada o primario de 02 transformadores uno de 0.4 MVA con barra de salida 10 KV, 0.32 MW y otro de 5 MVA con barra de salida de 22.9 KV, 1.02 MW.
 - ❖ Otra que conecta con:
 - SE La Cruz de 2.5 MVA con barra de salida de 10 KV y 1.20 MW.
 - SE Los Cerezos de 0.75 MVA con barra de salida de 10 KV y 0.71 MW.
 - SE Corrales de 2.5 MVA con barra de salida de 10 KV y 1.77 MW.

SE Tumbes CT Las Mercedes de 30 MVA.

Con transformador de 03 arrollamientos, barras de 10 KV, 33 KV y 60 KV.

- Barra de 10 KV de salida con 8.27 MW.
- Barra de 33 KV, salida disponible.

- Barra de 60 KV, que suministra a la SE Puerto Pizarro de 9 MVA y SE Zarumilla de 10 MVA.

SE Puerto Pizarro de 9 MVA.

Con transformador de 03 arrollamientos, barras de 10 KV, 22.9 KV y 60 KV.

- Barra de 10 KV disponible.
- Barra de 22.9 KV de salida con 4.23 MW.
- Barra de 60 KV, de interconexión con la SE Zarumilla de 10 MVA.

SE Zarumilla de 10 MVA.

Con transformador de 03 arrollamientos, barras de 10 KV, 22.9 KV y 60 KV.

- Barra de 10 KV, de salida con 2.21 MW.
- Barra de 22.9 KV, de salida con 2.5 MW.
- Barra de 60 KV receptora de interconexión con la SE Puerto Pizarro.

2.5, La CT El Charán de Tumbes

La Nueva Central Térmica Diesel de Tumbes, denominada La CT El Charán de Tumbes 2 x 9.34 MW, está ubicada en el lado izquierdo de la Quebrada del mismo nombre (El Charán), distrito de Zorritos, provincia de Contralmirante Villar, región o departamento de Tumbes.

Esta central se instaló a fines de 1996 y comienzo de 1997, iniciando su operación como sistema aislado, siendo propiedad de Electro Perú S.A.

Desde Octubre del año 2000, que se interconectaron el sistema Interconectado Centro Norte SICN con el Sistema Interconectado Sur SIS pertenece al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional SEIN.

Consta de dos (02) grupos electrógenos conformados cada uno por:

Un MCI Mak Tipo 8 M 601 C, potencia al eje 9340 KW, 400 RPM y demás características mostradas en la Tabla N° 2-1.

Un GST AvK tipo DIGI 81 P/18, potencia aparente nominal a 60 HZ 11266 KVA, potencia activa nominal a 60 HZ 9013 KW, 400 RPM, tensión nominal de generación 10 KV y demás características presentadas en la Tabla N° 2-2.

Los motores Mak-8M601C funcionan interrelacionados con sus sistemas auxiliares principales y complementarios descritos en acápite anteriores. Físicamente los equipos, instalaciones de tuberías, accesorios, instrumentos, etc, que lo conforman están ubicados en determinadas áreas de la CT que se describirán posteriormente.

Respecto a los GST-AvK DIGI 81 P/18 están relacionados con sus sistemas eléctricos y electrónicos tales como sigue:

Sistema eléctrico de generación de Media Tensión MT 10 KV, con sus cables, tableros, transformadores de potencia de 10 KV – 0.40 KV, etc.

Sistema de baja tensión BT 0.40 KV, con cables, tableros, grupo electrógeno de Pre-arranque (Black Star), etc.

Sistema de alta tensión AT 60 KV – 33 KV, con cables, tableros, estación elevadora de 10 KV a 33 KV – 60 KV, etc.

Sistemas complementarios de corriente directa DC, protección de puesta a tierra, etc.

Sistemas derivados en todos los ambientes y locales como los interiores, alumbrado exterior y otros que serán descritos en determinadas áreas de la central.

Ubicación de la central y condiciones del lugar

El departamento o Región Tumbes, primer departamento del norte del país, tiene tres provincias, nombrándolas de norte a sur son: Zarumilla cuya capital es Zarumilla, limita con el vecino país del Ecuador. Al centro está la provincia de Tumbes capital Tumbes y al Sur se encuentra la provincia de Contralmirante Villar cuya capital es Zorritos que limita con el departamento o región Piura.

La nueva C.T. diesel de Tumbes donde se instala la actual ampliación, está ubicada en el lado izquierdo de la Quebrada El Charán, distrito de Zorritos, provincia de Contralmirante Villar, departamento o región Tumbes.

Los principales datos referentes a la ubicación geográfica y características climáticas de este lugar son:

Coordenada geográfica

Longitud	: 80° 36' 35" (Quebrada El Charán)
Latitud	: 3° 38' 38" (Quebrada El Charán)
Altura sobre el nivel del mar	: 20.76 m.s.n.m.
Clima	: cálido, húmedo, semitropical
Temperatura anual promedio	: 25° C.
Temperatura máxima absoluta	: 29° C.
Temperatura mínima absoluta	: 23° C.
Temperatura media anual	: 25° C.
Precipitación pluvial	: Estacional (hasta 600 mm, esporádica)
Humedad relativa	: 86%
Presión atmosférica	: 1080 a 1010 milibar.

Viento de

Ene-Jul-Set-Dic : Rumbo norte.

Agt-Octu : Nor-este, velocidad 6 nudos.

La ciudad de Tumbes tiene como principal acceso la carretera Panamericana, la central está ubicada al lado derecho o Este de la carretera, aproximadamente a 200 m.

La topografía de la zona es relativamente plana, la planta está ubicada en una parte alta, para protegerla de las lluvias y de la quebrada del mismo nombre El Charán. En esta zona existe poca vegetación, son los denominados bosques secos. Las zonas urbanas más cercanas a la central son: El centro poblado Nueva Esperanza a 100 m, y cruzando la Quebrada El Charán hacia el Norte está el distrito de La Cruz y la ciudad del mismo nombre.

Disposición de la Central

La CT El Charán de Tumbes, comprende una superficie de aproximadamente 9000 m², incluida el área de 500 m² de la SE Zorritos de 10/33/60 KV de 25 MVA,

Observando el Plano N° 2-1 Disposición, el Plano N° 2-2 Tratamiento Exterior nos muestran que las partes o zonas de la central son:

La casa de Máquinas con el N° 06-00 de la Leyenda del Plano.

Área tanques de combustible con el N° 05-01 de la Leyenda.

Caseta de bombeo y tratamiento de combustible N° 05-02.

Estructuras soportes tubos de escape N° 05-08.

Bases y equipos de refrigeración N° 05-07.

Base tanque de lodos N° 05-06.

Reservorio apoyado de agua potable N° 05-03. ➤

Equipo hidromecánico de agua potable N° 05-04.

Caseta de bombeo, sistema contra incendios N° 05-05.

Administración y vivienda N° 07-01.

Caseta de vigilancia puerta principal N° 07-02.

Caseta de vigilância puerta posterior camiones cisternas N° 07-03.

Casa de máquinas

Está ubicada en la parte central-Oeste de la CT tiene aproximadamente un área de 888.00 m² y a su lado Oeste está prevista la zona para la futura ampliación.

Comprende las siguientes partes o ambientes:

- La sala de máquinas propiamente dicha, con los dos grupos MaK-AvK 2 x 9.34 MW y sus instalaciones de equipos, tableros, instrumentos, interconectados e interrelacionados con los sistemas auxiliares.
- Zona de servicios auxiliares mecánicos principales.

Donde los componentes e instalaciones están físicamente conectados a alguna parte del motor-generator o a su alrededor como:

- ❖ Íntegramente el sistema de aire de combustión.
- ❖ Primeros tramos de salida de los ductos de gases de escape o productos de la combustión.
- ❖ Tramos intermedio y final de los circuitos de la alimentación de los combustibles D2 y R6 que vienen de la zona de tanques.
- ❖ Íntegramente el sistema de aire comprimido para el arranque.

- ❖ Tramos intermedios y final de los circuitos de agua de refrigeración o enfriamiento que viene del área de Radiadores.
 - ❖ Tramos intermedios y final de los circuitos de aceite de lubricación que vienen de la zona de tanques.
 - ❖ Circuitos de calentamiento y transporte de vapor y condensado.
 - ❖ Totalmente los ventiladores, ductos, extractores del sistema de ventilación forzada de la sala de máquinas.
- Sala de celdas de media y baja tensión. (tableros).
 - Sala de control.
 - Sala de baterías y rectificadores.
 - Área de maniobras, destinado a la carga y descarga de equipos, así como a las labores de mantenimiento.
 - Totalmente el sistema de la grúa puente y equipo de izaje.
 - Grupo electrógeno de Pre-arranque (Black Start).
 - Oficinas.
 - Ambientes e instalaciones de servicios sanitarios.

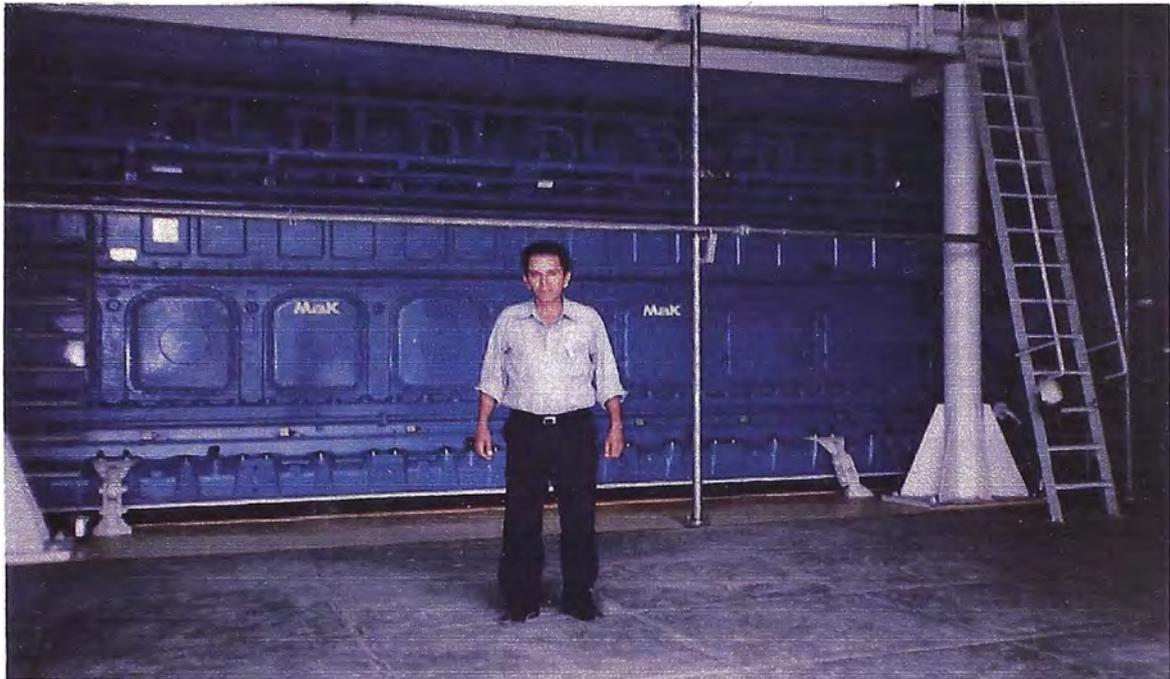
Área tanques de combustibles

Está ubicada en la parte central-Este de la CT. Tiene aproximadamente un área de 535 m², está frente a la casa de máquinas. La rodea un muro perimétrico a su alrededor como precaución a un derrame de aceite lubricante o combustibles.

En esta área se encuentran situados los tanques de almacenamiento de combustibles R6, D2 y de aceite lubricante.

Los tanques de sedimentación y diario de R6. El diario de D2.

FOTOGRAFÍAS 2-1 EN SALA DE MÁQUINAS



MOTOR MaK 8 M 601 C



GENERADOR AvK DIGI 81P/18

FOTOGRAFÍAS 2-2 EN SALA DE MÁQUINAS



SISTEMA AIRE DE COMBUSTIÓN.



SISTEMA AIRE DE ARRANQUE

Caseta de bombeo y tratamiento de combustible.

Situado junto en la esquina Sur-Oeste de la zona de tanques.

Tiene un área aproximada de 90 m², y en ella se encuentran las bombas de transferencia y alimentación de combustible y aceite lubricante. También están ubicados los separadores o purificadores de combustible.

Estructuras soportes de tubos de escape.

Localizada en la parte Sur-Oeste de la CT, abarcando su base un área cuadrada de 90 m². Esta estructura soporta los tramos de ductos verticales o chimeneas de 35 m c/u de altura más tramos horizontales. En las fotografías N° 2-3 se observa partes de esta estructura.

Bases y equipos de refrigeración.

Ubicados juntos a la esquina Sur-Este de la Casa de Máquinas y al este de los soportes de tubos de escape (chimeneas), comprenden un área aproximada de 170 m², donde se encuentran instalados los Radiadores, de tal manera que cada Motor tiene tres (03 Módulos y cada módulo cuatro (04) ventiladores, es decir cada motor tiene doce (12) ventiladores, la parte inferior de los radiadores está a 2.5 m del nivel del suelo. En las fotografías N° 2-3, se observan estas instalaciones.

Base Tanques de lodos.

Situada junto al lado Este de radiadores, donde está instalado el tanque de lodos de 10 m³ de capacidad, con una bomba de vaciamiento de 10 m³ / h y otra de drenaje de 1.5 m³/h.

FOTOGRAFÍAS 2-3 ÁREAS EXTERIORES



SISTEMA DE REFRIGERACIÓN – RADIADORES.



**SISTEMA GASES DE ESCAPE
CALDERO - DUCTO - CHIMENEA**

Reservorio apoyado de agua potable.

Localizado en la parte Sur-este de la CT junto a la Caseta de bombeo y tratamiento de combustibles, encierra un área de aproximadamente 180 m². Tiene una capacidad de 300 m³, construido sobre nivel de piso, de concreto armado, con 12.7 m de largo x 10.18 m de ancho x 3.15 m de alto medidas exteriores. Este tanque es un reservorio de agua contra incendios.

Equipo hidromecánico de agua potable

Ubicado entre el Reservorio de agua y área de tanques, denominado también hidroneumático, es el tanque que está conectado a la red pública de agua potable y a la vez suministra de esta a toda la central.

Caseta de bombeo sistema contra incendios

Situada en la zona Sur-Este de la CT, junto y al lado sur del reservorio. En ella se encuentra instalado el tanque sintético con espuma, así como también una electro-bomba y una moto-bomba perteneciente a los circuitos o redes de agua contra-incendios, que alimenta a todas las instalaciones de la central, especialmente a la casa de máquinas y tanques.

Administración y vivienda

Localizada en la parte Nor-Este de la CT, tiene un área aproximadamente de 222 m² y en ella funcionan las oficinas de administración y la vivienda de ejecutivos y operadores de la CT.

Caseta de vigilancia puerta principal

Ubicada en la parte norte de la CT junto al área de la sub estación elevadora, como su nombre lo indica en ella se encuentra el personal de vigilancia que controla el ingreso y salida de personas y vehículos livianos a la central.

Caseta de vigilancia puerta posterior para camiones cisternas.

Situada en la parte Sur de la CT, junto a la caseta de bombeo contra incendios, aquí se encuentra el personal de vigilancia que controla el ingreso y salida de camiones cisternas con combustible o aceites lubricantes o vehículos pesados a la central.

2.6 Operación y mantenimiento de la CT.

Como en toda planta de generación termoeléctrica para asegurar una operación continua con el mejor rendimiento de las instalaciones de máquinas y equipos la Administración de la CT, imparte instrucciones de servicio que proporcionan advertencias y líneas orientativas para la utilización y aprovechamiento correcto de todas las instalaciones del motor generador.

Se realizan diferentes actividades de servicios desde las más simples como las de limpieza o lubricación hasta las más complejas como el reemplazo de piezas desgastadas, incluso el mismo equipo al final de su vida útil.

En el presente informe se desarrollan y describen las actividades relacionadas a la operación o servicios del Motor MaK-8M601C y de sus sistemas auxiliares mecánicos principales.

Tener presente, los que mejor conocen al motor MaK-8M601C y sus sistemas son sus fabricantes que además estuvieron y dirigieron su instalación e iniciaron la operación de la central, razón por la cual ellos mismos capacitaron y entrenaron al grupo de operadores encargados de la operación y mantenimiento de la CT. Entregando manuales con las instrucciones de estas actividades.

Este personal capacitado y encargado de los trabajos de operación de las instalaciones y del motor deberá siempre tener en cuenta, antes de empezar en labores en su turno de trabajo las INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD, para evitar el peligro de accidentes y muerte del usuario o terceros, las influencias negativas o daños materiales contra el motor e instalaciones y la reducción de la rentabilidad de la CT.

Para la operación y mantenimiento del motor y sus sistemas auxiliares mecánicos, con las tareas y trabajos que corresponden, a continuación se enumeran algunas actividades o puntos importantes que deben tomarse en consideración:

- Características técnicas del motor (ya tratadas en acápites anteriores).
- Instrucciones de operación.
- Instrucciones de seguridad.
- Normas para servicio y puesta en funcionamiento con combustibles.
- Instalación y puesta en funcionamiento con lubricantes.
- Puesta en operación cada uno de los sistemas auxiliares.
- Mantenimiento.
- Reparaciones.
- Herramientas.

Instrucciones de operación

Son las que capacitan, orientan, advierten instrucciones para la puesta en operación de la central. Para garantizar y asegurar un servicio confiable, así como para prevenir, preparar o reiniciar tiempos de parada largos hasta una nueva puesta en funcionamiento.

El personal de servicio deberá trabajar con especial cuidado y seguir las instrucciones técnicas y de seguridad, teniendo el necesario esmero de concentrar su atención a componentes como por ejemplo a los dispositivos de protección y seguridad y ante una decisión de reparación o cambio, consultar con la administración de la CT o con el fabricante.

Después de la primera puesta en operación de la central deberán registrarse todos los datos y trabajos importantes para el motor en un libro de ocurrencias o vigilancia del servicio.

Se deben respetar todos los datos y recomendaciones de las instrucciones de operación así como el cumplimiento de las medidas y plazos para el mantenimiento que el fabricante recomienda.

Deberán observarse siempre las normas indicadas ya que la seguridad de operación y disposición de servicio de las instalaciones y del motor depende en gran medida de la aplicación de servicios correctos, buen tratamiento y minuciosa observación o vigilancia.

Por último, aplicando las recomendaciones dadas, se asegura una larga vida útil con alta rentabilidad a las instalaciones y al motor de la C.T.

A continuación se presentan una relación de instrucciones de servicio del motor:

Instrucciones de seguridad.

Normas para servicio con combustible pesado.

Normas para servicio con combustible liviano.

Normas para servicio con lubricante.

Puesta en marcha del motor.

Puesta en servicio de los sistemas auxiliares.

Puesta en servicio del generador.

Puesta en servicio arranque.

Puesta en servicio toma de carga.

Vigilancia de servicio motor.

Control de características todos los sistemas.

Vigilancia de servicio todos los sistemas.

Vigilancia de servicio con carga parcial.

Puesta fuera de servicio motor-generador, parada.

Medidas para caso de peligro motor-generador.

Conservación motor-generador, corto plazo.

Averías de servicio.

Fallas de funcionamiento, ayudas.

Servicio de emergencia motor.

Instrucciones de seguridad

Tal como lo afirman sus fabricantes, el motor MaK está construido de acuerdo a las actuales o últimos conocimientos técnicos y cumpliendo las reglas reconocidas de seguridad técnica.

Sin embargo, con una dirección manejo incorrecto existe el peligro de accidentes o muerte del usuario o terceros, o influencias negativas sobre las instalaciones u otros daños materiales o reducción de la rentabilidad de la instalación.

Por esta razón Caterpillar-MaK antes que la CT. entre en funcionamiento capacita al personal de servicio que se encargará de estas labores en la operación de la central.

Para todas las medidas de servicio y manejo en la CT, se debe tener en cuenta las normas de prevención de accidentes de las sociedades profesionales e instituciones internacionales y nacionales, como por ejemplo prepararse para ocurrencia de lucha contra incendios, desastres, etc., los cambios y transformaciones que se deseen hacer a la central deben ser consultados a la administración o fabricantes.

Iniciar o dar marcha a las máquinas-instalaciones, sólo si se está seguro de la corrección de la totalidad de las instalaciones de protección y de seguridad, por ejemplo: parada de emergencia, de insonoración, de aspiración, ventilación, etc.

El motor generador instalaciones (máquinas) deben revisarse al menos una vez por turno para comprobar si han ocurrido desperfectos o daños exteriores. Cualquier variación o alteración que ocurra, inclusive el de funcionamiento, debe comunicarse inmediatamente a la sección o persona competente, dicha máquina – instalación debe

pararse en el acto y protegerse contra conexión ulterior. Los daños y desperfectos deben eliminarse sin demora.

Medidas de seguridad para manejo directo del motor

Antes del arranque:

- Comprobar las instalaciones y observar si presenta fallas reconocibles algún instrumento, órgano de control o lámparas indicadoras.
- Limpiar residuos de combustible y aceite producidos por derrames o reboses.
- Verificar que los dispositivos de protección deben estar en su lugar completos y en buenas condiciones.
- Utilizar las protecciones contra ruido.
- Antes de poner en marcha una máquina-instalación hay que cerciorarse de que no haya nadie que corra peligro por la misma en régimen de arranque.
- Llevar los elementos de manejo en posición neutra o en posición de revoluciones mínima (potenciómetro de revoluciones con dispositivos de fijación).

En el arranque:

- Comprobar los instrumentos indicadores.
- Los dispositivos de aspiración y ventilación no deben desconectarse con el motor en funcionamiento.

Mantenimiento

Generalmente el fabricante del motor es el instalador de los grupos, equipos, sistemas y demás componentes de la central, por esta razón y por acuerdo contractual los fabricantes MaK, proporcionaron un Programa o Plan de Mantenimiento en la

CT El Charán de Tumbes. Inicialmente capacitaron y entrenaron al grupo o persona encargado del mantenimiento. Como en toda organización contando con los Jefes o Supervisores y el personal de mando medio de mantenimiento. Esta organización es la encargada de programar, registrar y conservar la información de todo el sistema de mantenimiento de la planta.

Programa o Plan de mantenimiento preventivo del motor MaK

En la actualidad con el nivel de avance de la técnica sin un plan de mantenimiento es imposible un servicio eficiente y económico de los motores de alta potencia y rendimiento.

La capacitación o explicación tiene por misión informar y prevenir al usuario además de la instalación del motor y sus sistemas todo el conocimiento del sistema del mantenimiento, despertando la comprensión de la problemática e importancia del mantenimiento planeado.

El objetivo de este mantenimiento es preservar del desgaste los componentes, reemplazándolos o manteniéndolos antes que aparezca la avería.

Este mantenimiento se apoya esencialmente en la realización de controles dentro de plazos fijos determinado. Estos controles proporcionan los criterios decisivos sobre la necesidad de los trabajos de mantenimiento y del alcance de dichas actividades.

Parámetros utilizados

Los parámetros que se utilizan son:

Datos de desgaste.

Criterios de soluciones.

Controles de funcionamiento.

Sistema de mantenimiento

Este sistema consta de:

Plan regular de trabajos.

Hojas de trabajo y

Plan de mantenimiento (plano sinóptico general)

Plan regular de trabajos

Este plan proporciona una sinopsis rápida de todos los trabajos de reparación, mantenimiento y control que puedan producirse para un período hasta de 48000 horas de servicio.

El plan está dividido en las siguientes medidas:

- De control y vigilancia diarias.
- De mantenimiento y control únicas.

Aquellos trabajos que deberán realizarse después de la primera puesta en operación o puesta en servicio después de grandes trabajos de reparación.

- De mantenimiento periódico

Aquí se resume los trabajos de mantenimiento, reparación y control repetitivos que hay que realizar una vez alcanzado el plazo. Los intervalos indicados son valores medio estadísticos.

- Medidas de mantenimiento no dependientes del tiempo.

Listado de los trabajos que pudieran ser necesarios en el marco de los trabajos a realizar dentro de un plazo o que no estén sujetos a ningún plazo fijo.

Hojas de trabajo

Son instrucciones para los trabajos de reparación, mantenimiento, control y comprobaciones de seguridad, donde se especifica:

Título de la hoja indicando la pieza atendida.

Marca del motor.

Tipo de motor.

Código de la pieza, con cifras indicadas por los fabricantes.

Medida del mantenimiento.

Tipo de actividad.

Horas de servicio.

Plazo de mantenimiento.

Registro del grupo de mantenimiento principal.

En conexión con (código de otras piezas, tres, cuatro, etc)

Personal (Número de personas) / tiempo.

Calificación del personal.

Sistema principal.

Fecha.

Código de información de la pieza en manuales del fabricante.

Idioma

Fecha de emisión

Número de registro.

Página / Números.

Plan de mantenimiento

Un plan sinóptico grande, donde se indican todos los trabajos de mantenimiento periódico, incluyendo los intervalos de grandes trabajos de mantenimiento y que permite comprender de un vistazo todos los sucesos en la máquina y deducir de ellos los distintos grupos y trabajos a realizar en dicha máquina en el futuro. Resulta de gran utilidad colocar el plan sinóptico en un plano colgado en una pared de la oficina de la Administración.

Los trabajos a realizar, en proceso y terminados se indicarán en las casillas previstas para estos fines.

Plan de plazos, motores MaK M 601 y M 601 C con combustibles R6 y D2.

Intervalo	Denominación / trabajo a realizar Medidas de control y vigilancia diarias (mientras no esté automatizado)
Generales	Valores del servicio del motor Con comparación del certificado de aceptación: Revoluciones/potencia
Temperatura	Aceite lubricante Entrada del motor, calentamiento para potencia nominal. Agua de refrigeración Entrada al motor; calentamiento para potencia nominal. Agua de refrigeración Delante del refrigerador del aire de sobrealimentación; después del refrigerado del aire de sobrealimentación. Combustible Delante de la bomba de inyección. Aire de sobrealimentación Delante del refrigerador del aire de sobrealimentación; después del refrigerador del aire de sobrealimentación. Gas de escape Después del cilindro; después del turbocompresor. Aceite de refrigeración de inyectores. Delante de los inyectores.
Presión	Aceite lubricante Cojinete básico o cojinete del árbol de distribución (último) Agua de refrigeración Delante del motor

**Medidas de control y vigilancia diarias
(en tanto no esté automatizado)**

Presión	<p>Combustible</p> <p>Delante de las bombas.</p> <p>Aire de sobrealimentación</p> <p>Delante del refrigerador del aire de sobrealimentación; después del refrigerador del aire de sobrealimentación.</p> <p>Aire de distribución.</p> <p>Aire de arranque.</p>
Sistema de lubricante	<p>Tanque de circulación de lubricante</p> <p>Controles del nivel del aceite</p> <p>Filtro/limpieza.</p> <p>Turbocompresor</p> <p>Controles de nivel de aceite.</p>
Sistemas de agua de refrigeración	<p>Sistemas de compensación</p> <p>Controles de nivel de agua de refrigeración.</p>
Sistemas de combustible	<p>Tanque de diarios</p> <p>Controles del nivel del combustible</p> <p>Filtro/limpieza</p>
Aire de sobrealimentación	<p>Tub. del aire de sobrealimentación</p> <p>Comprobación de drenaje permanente</p>
Aire comprimido	<p>Botellas de aire</p> <p>Purga de agua</p> <p>Filtro de aire comprimido</p> <p>Purga de agua.</p>

Intervalo	Primeras medidas de control y de mantenimiento. Medidas a efectuar después de la primera puesta en operación o puesta en servicio después de reparaciones importantes.
24 h	Filtro doble de combustible Mantenimiento/limpieza Filtro doble de combustible Mantenimiento/limpieza Filtro de lubricante/de seguridad Controles(/limpieza
150 h	Juego de la válvula Controles/ajuste Soporte de balancines Mantenimiento/desmontaje y montaje Elementos de conexión del motor Controles/comprobación Turbocompresor del gas de escape Cambio de aceite Turbocompresor del gas de escape Controles de funcionamiento
600 h	Filtro de aire comprimido Mantenimiento/limpieza.

Intervalo	Medidas de mantenimiento periódicas.
24 h	Turbocompresor del gas de escape Mantenimiento/limpieza
150 h	Dispositivo de giro de válvulas Controles/enjuiciamiento Culata Controles/comprobación
300 h	Turbocompresor del gas de escape Mantenimiento/limpieza
600 h	Leva de Inyección Controles/comprobación Sistema de aire comprimido Controles/comprobación Turbocompresor del gas de escape Mantenimiento/limpieza Sistema de agua de refrigeración Controles/contenido de anticorrosivo Vigilante del cárter del cigüeñal Controles/comprobación

Intervalo	Medidas de mantenimiento periódicas.
1,200 h	Juego de válvulas Controles/ajuste
	Propulsor/control del motor Controles/comprobación
	Respiración de las gualderas Controles/ medida
	Válvulas de seguridad contra explosión Controles/comprobación
	Soporte de eje regulador Mantenimiento/comprobación
	Dispositivo de parada del motor Controles, desmontaje y montaje
	Vigilante del cárter del cigüeñal Controles/comprobación
	Amortiguador de vibraciones Mantenimiento/desmontaje y montaje
	Regulador Comportamiento del regulador/varillaje del regulador

Intervalo	Medidas de mantenimiento periódicas.
3,000 h	Escape de la válvula de cesto
	Controles/desmontaje y montaje
	Engranaje de ruedas
	Controles/medida
	Limitación del llenado de arranque
	Controles/desmontaje y montaje
	Cilindro de parada
	Controles/comprobación
	Rejilla de protección de las turbinas
	Controles/comprobación
	Filtro de lubricante del cilindro
	Mantenimiento/limpieza
	Presostato/controles, ajuste
	Virador
	Mantenimiento/desmontaje y montaje
	Regulador
	Cambio de aceite
	Aparatos de vigilancia
	Comprobar la instalación de alarma y seguridad

Intervalo	Medidas de mantenimiento periódicas.
6,000 h	<p>Escape válvula de cesto Controles/desmontaje y montaje</p> <p>Casquillo guía de la válvula/ anillo rascador de aceite Controles/ Sustitución</p> <p>Válvula de admisión Controles/desmontaje y montaje</p> <p>Cojinete de biela Controles/desmontaje</p> <p>Aros del pistón y ranuras Controles/comprobación</p> <p>Camisa del cilindro Controles/medida</p> <p>Caja de cambios Mantenimiento/comprobación</p> <p>Válvula de arranque Mantenimiento/comprobación</p> <p>Tubería del gas de escape Controles/desmontaje y montaje</p> <p>Tub. del aire de sobrealimentación Controles/comprobación</p>

Intervalo	Medidas de mantenimiento periódicas.
6,000 h	Turbocompresor del gas de escape Mantenimiento/limpieza
	Bomba de inyección Controles/desmontaje y montaje
	Sistema de lubricante Controles/limpieza
	Filtro de seguridad de lubricante Controles/limpieza
	Filtro de aire comprimido Mantenimiento/limpieza
	Interruptor de revoluciones Controles/ajuste
	Regulador de la temperatura de lubricante y agua de refrigeración. Mantenimiento/comprobación
	Vigilante del cárter del cigüeñal Controles/Mantenimiento
	Instalación de med. de revoluciones Controles/comprobación
	Emulsión de aceite anticorrosión Cambio

Intervalo	Medidas de mantenimiento periódicas.
12,000 h	Balancín Mantenimiento/desmontaje y montaje
	Casquillo guía de la válvula/ anillo rascador de aceite Controles/sustitución
	Válvula de admisión Controles/desmontaje y montaje
	Válvula de arranque Mantenimiento/desmontaje y montaje
	Culata Mantenimiento/limpieza
	Cojinete de biela Controles/desmontaje
	Cojinete de cigüeñal Mantenimiento/desmontaje
	Aros del pistón y ranuras Controles/comprobación
	Camisas/controles, medida
	Cojinete del árbol de levas Controles/comprobación
	Accionamiento de válvula inferior Controles/desmontaje y montaje
	Accionamiento de bomba de iny. Controles/desmontaje y montaje

Intervalo	Medidas de mantenimiento periódicas.
12,000 h	Accionamiento de engranajes Controles/medida
	Válvula de distribución Controles/comprobación
	Turbocompresor del gas de escape Mantenimiento/limpieza o Revisión del turbocompresor
	Bomba de inyección Controles/desmontaje y montaje
	Bomba de inyección Controles/ajuste
	Turbo de presión de combustible Controles/desmontaje y montaje
	Distribuidor del aire de arranque Mantenimiento/desmontaje y montaje
	Virador Mantenimiento/desmontaje y montaje

Intervalo	Medidas de mantenimiento periódicas.	
24,000 h	Cojinete de cigüeñal Controles/desmontaje	
	Cojinetes de árbol de levas Controles/comprobación	
	Accionamiento de válvulas inferior Controles/desmontaje y montaje	
	Accionamiento de bombas de inyección Controles/desmontaje y montaje	
	Válvulas de distribución Controles/comprobación	
	Tuberías del gas de escape Controles/desmontaje y montaje	
	Bomba del lubricante Mantenimiento/desmontaje y montaje	
	Amortiguador de vibraciones Mantenimiento/desmontaje y montaje	
	36,000 h	Cojinete de cigüeñal Controles/desmontaje
		Camisa Mantenimiento/desmontaje
Cojinete de ajuste Controles/desmontaje		

Medidas y mantenimiento sin plazos fijo

Soporte de balancines

Mantenimiento/desmontaje y montaje

Culata

Mantenimiento/desmontaje

Cono de la válvula

Reparación/comprobación

Anillo de asiento de la válvula

Reparación/comprobación

Anillo de asiento de la válvula

Reparación/sustitución

Anillo de asiento de valv. de escape.

Mantenimiento/desmontaje y montaje

Culata

Reparación/montaje

Cojinetes

Controles/enjuiciamiento

Cojinetes triple

Controles/enjuiciamiento

Cojinetes ranurado

Controles/enjuiciamiento

Cojinetes de biela

Controles/montaje

Cojinetes de cigüeñal

Mantenimiento/montaje

Cojinete de ajuste

Controles/desmontaje

Pistón

Mantenimiento/desmontaje

Parte superior del pistón

Mantenimiento/sustitución

Medidas y mantenimiento sin plazos fijo

Pernos del pistón

Controles/desmontaje y montaje

Pistón

Mantenimiento/montaje

Camisa

Mantenimiento/montaje

Rueda del árbol de levas

Reparación/desmontaje y montaje

Levas de arranque

Mantenimiento/ajuste

Accionamiento regulador

Controles/desmontaje y montaje

Rueda intermedia-coj. de asiento

Conservación/montaje

Ayuda de arranque hidráulica

Mantenimiento/limpieza

Refrigerador del aire de sobrealimentación

Mantenimiento/limpieza

Bomba de inyección

Reparación/desmontaje y montaje

Válvula de inyección

Mantenimiento/desmontaje y montaje

Válvula de inyección

Mantenimiento/ajuste

Válvula de inyección

Reparación/desmontaje y montaje

Filtro doble del combustible

Mantenimiento/limpieza

Bomba de lubricante

Conservación (comprobación)

Filtro doble de lubricante

Mantenimiento/limpieza

CAPÍTULO 3

AMPLIACIÓN DE LA CT EL CHARÁN, TUMBES

3.0. Introducción

En la CT. con grupos motor-generator cuando se realizan los estudios, la elaboración y ejecución del Proyecto, lo que en realidad se hace es aplicar estas actividades a los componentes principales de la central, es decir al motor, generador y a los sistemas auxiliares.

Por ejemplo, tomando al motor como referencia, observaremos que sobre él recaen los análisis y criterios para la selección de la ubicación de la central, obligándonos o exigiéndonos la elección de un lugar donde hayan vías de comunicación, agua y en nuestro caso combustibles D2 y R6, para la actual CT MaK-Charán y GN para la ampliación Wartsila-Charán, además tomándose en cuenta el impacto sobre el medio ambiente, que van a producir la instalación de estas máquinas.

Un ejemplo de análisis que recae sobre todos los componentes principales es el de distribución, disposición o Lay out de la planta, con la acertada ubicación del grupo motor-generator y una correcta distribución de los sistemas auxiliares de ambos.

Tratándose de una ampliación, todos estos criterios de la Tecnología e ingeniería del proyecto han sido tomados en cuenta, lo que queda es seleccionar una planta gemela con motores alimentados con combustible GN.

Puede conceptuarse la Central Charán como una planta híbrida, cuya primera etapa es la actualmente construida y en funcionamiento, con los dos motores MaK y sus

dos generadores AvK; y la segunda etapa es la futura ampliación con los dos motores Wartsila 34 SG a GN y sus dos generadores ABB.

Descripción de la ampliación

La ampliación de la CT. El Charán de Tumbes, está proyectada para ser instalada en el área prevista en la parte oeste de la actual central. Comprende una superficie aproximada de 1038.00 m². Consta de los siguientes componentes:

Dos grupos motor-generator ubicados en la zona denominada ampliación de la casa de máquinas, conformados por:

- Un MCI Wartsila 20 V 34 SG, de cuatro tiempos, cuatro carreras, veinte (20) cilindros configuración en V, diez (10) a cada lado.

Su potencia al eje es de 9000 KW, consumo de calor 7502 KJ/KWh eficiencia al eje 48%, 750 RPM, y demás características mencionadas en acápites anteriores.

- Un GST ABB, acoplado a la volante del motor, en concordancia con su potencia mecánica, suministrando una potencia eléctrica en bornes del generador de 8439 KW, con factor de potencia 0.8, eficiencia eléctrica del grupo 46.5%, 720 RPM, 60 HZ, consumo de calor 7737 KJ/KWh.
- Los sistemas auxiliares principales y complementarios de los motores Wartsila 20 V 34 SG, de los cuales algunas de sus instalaciones están conectados directamente al motor y ubicados en la casa de máquinas y otros están en áreas o zonas diferentes y contiguas a ellas tales como en el anexo mecánico, zona de radiadores, ductos, gases de escape y chimeneas, área de tanques con lubricante, unidades o estaciones reguladoras de presión y medición de combustible gas natural, aire de combustión, etc.

- Los sistemas auxiliares del generador:

El principal de media tensión MT 10 KV, está conectado y sale del generador, por tanto se inicia en el ambiente de la casa de máquinas y los cables instalados en canaletas nuevas y existentes se dirigen hacia la parte exterior del anexo eléctrico con dirección a la sub-estación elevadora de tensión dejando previamente una conexión derivación para el transformador de baja tensión BT 0.40 KV.

El de baja tensión BT 0.40 KV desde el transformador de 10 KV-0.40KV, con sus tableros, cables instalados en canaletas nuevas y existentes hacia los equipos de los sistemas auxiliares mecánicos.

El de alta tensión AT 60 KV – 33 KV desde el anexo eléctrico hasta la estación elevadora de 10 KV a 33 KV – 60 KV, con cables, tableros, etc.

Los complementarios: de corriente continua CC.CD. baterías y emergencia.

Protección de puesta a tierra.

Los derivados instalados en todas las edificaciones, ambientes de todas las zonas de la ampliación como: instalaciones eléctricas interiores, alumbrado exterior, etc.

Distribución de la ampliación

La ampliación encierra un área de aproximadamente 1038.00 m², observando el Plano N° 3-1. Distribución de la central, nos muestra que está ubicada en la parte oeste de la actual central.

Esta ampliación está concebida por razones del motor principal como una planta Wartsila, pero para conservar simetría y estética se construirá como una central

gemela paralela a la existente de manera que se amplíen en lo posible los ambientes y se prolonguen las instalaciones hacia el componente, equipo o sistema en su ubicación en la futura ampliación.

En el plano N° 3-1 se muestran y enumeran en la leyenda la ubicación de las zonas y equipos de la ampliación,

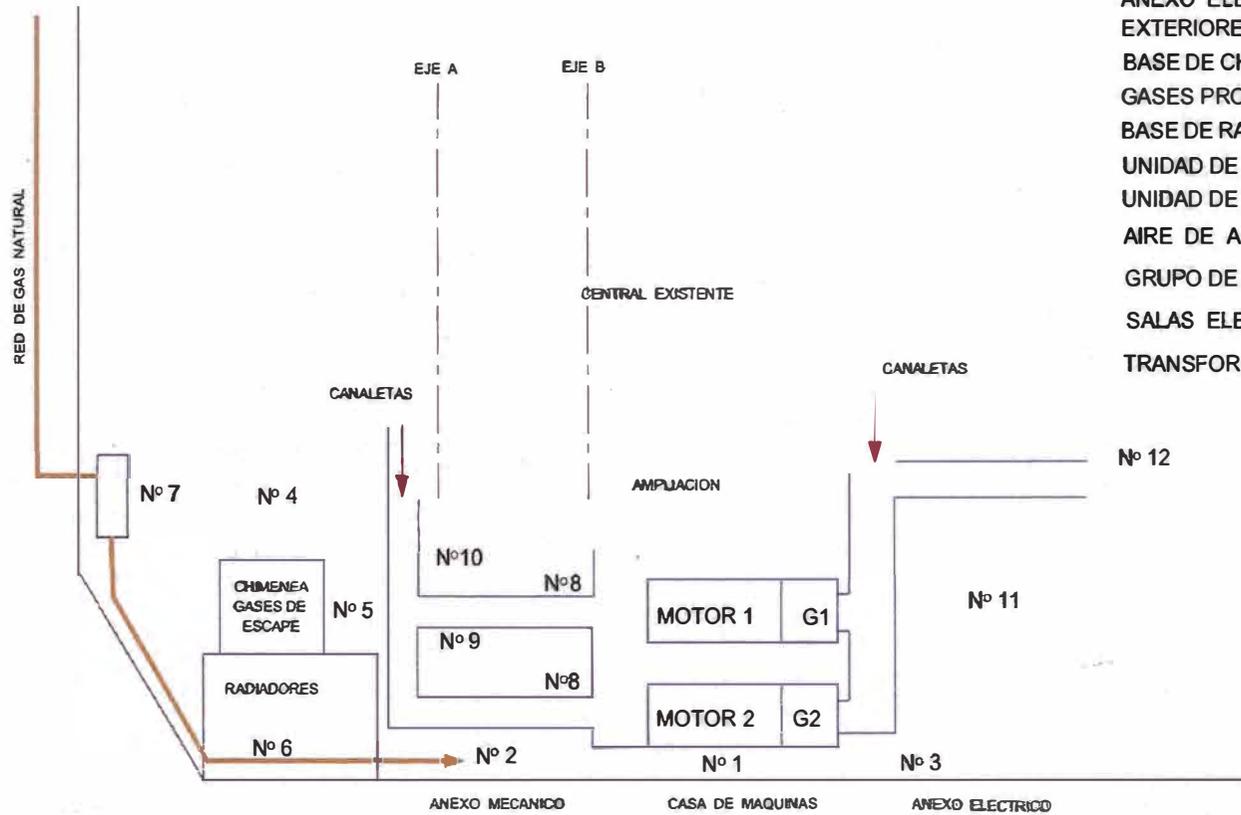
- Casa de máquinas. N° 1
- Anexo mecánico. N° 2
- Anexo eléctrico. N° 3
- Exteriores. N° 4
- Base chimeneas, gases productos de la combustión N° 5
- Base radiadores. N° 6
- Unidad de medición de combustible gas natural N° 7
- Unidad de regulación de GN de cada motor N° 8
- Equipos del Sistema de arranque por aire comprimido N° 9
- Grupo de pre-arranque, Black start N° 10
- Transformador 10 KV/0.40 KV N° 11
- **Casa de máquinas. N° 1**

Es la prolongación de la casa existente hacia el lado oeste de la central, en este ambiente están ubicados los grupos Wartsila-ABB, aquí llegan o salen las instalaciones de las líneas o circuitos de tuberías o ductos de los sistemas auxiliares mecánicos del motor, así como las líneas y circuitos de cables eléctricos del generador.

PLANO N° 3-1 DISTRIBUCION DE LA AMPLIACION

LEYENDA

CASA DE MAQUINAS	N° 1
ANEXO MECANICO	N° 2
ANEXO ELECTRICO	N° 3
EXTERIORES	N° 4
BASE DE CHIMENEAS	
GASES PROD. DE COMBUSTION	N° 5
BASE DE RADIADORES	N° 6
UNIDAD DE MEDICION GN	N° 7
UNIDAD DE REGULACION GN	N° 8
AIRE DE ARRANQUE	N° 9
GRUPO DE PRE ARRANQUE	N° 10
SALAS ELECTRICAS	N° 11
TRANSFORMADOR 10 KV. - 0.40 KV.	N° 12



También se construirá las prolongaciones de los sistemas complementarios mecánicos como:

Las vigas carrileras por donde se desplaza el puente de grúa con su equipo de izaje.

Los equipos de ventilación forzada de la casa de máquinas que refrigeran con aire al generador, motor y ambiente.

Las conexiones o bandejas de recepción de drenajes o lodos del motor y equipos a las líneas de tuberías del sistema del mismo nombre lodos.

Los empalmes a los circuitos de tuberías y equipos de extinción de incendios, otros.

- **Anexo mecánico N° 2**

Es la prolongación del anexo existente hacia el lado oeste de la central, aquí están ubicados equipos, instalaciones de tuberías, accesorios, instrumentos, etc., de todos los sistemas auxiliares del motor, algunos en su parte inicial, otros en su tramo final del circuito. También están construidas bajo nivel del piso las canaletas donde están instaladas las líneas de tuberías de los sistemas auxiliares.

Está instalado en su totalidad el sistema de aire de combustión, desde el filtro hasta su empalme con el motor.

También está íntegramente instalado el sistema de arranque por aire comprimido desde los compresores hasta la conexión con el motor.

Se encuentra ubicado el inicio de los ductos del sistema gases productos de la combustión y en el techo de este ambiente el tramo intermedio compuesto por el silenciador y ductos.

El sistema de refrigeración con los tramos de circuito que ingresan y salen del motor en dirección a radiadores; así como también el circuito del sistema de lubricación que viene del área de tanques y está conectado al separador purificador hasta el empalme con el motor.

El sistema de combustible de GN, la parte comprendida de tubería antes de la unidad de regulación, la unidad y el tramo final hasta la conexión con el motor.

Por último en esta área se encuentra el equipo de pre-arranque o Black start.

- **Anexo eléctrico N° 3**

Ubicado en la parte norte de la ampliación donde se encuentran las siguientes partes:

Sala de control de los dos grupos Wartsila-ABB.

Sala de celdas de media y baja tensión.

Sala de baterías y rectificadores.

Ambientes de cafetería y servicios sanitarios.

- **Exteriores N° 4**

Corresponde a la parte sur de la ampliación y exterior a la casa de máquinas y anexos, donde están:

Base de chimeneas de gases productos de la combustión.

Base de radiadores.

Unidad de medición de GN.

- **Base de chimeneas de gases productos de la combustión N° 5**

Situada en la parte sur de la ampliación, junto a las chimeneas de la central Mak existente. Soporta los tramos de ductos verticales o chimeneas de 35 m de altura y los que vienen y empalman del silenciador ubicados en el techo del anexo mecánico.

- **Base de radiadores N° 6**

Localizada en la parte Sur-Oeste de la ampliación, donde se instalarán los radiadores con sus doce (12) ventiladores por cada motor, cuya parte inferior de los radiadores estarán como mínimo a 2.5 m del nivel del suelo.

- **Unidad de medición de GN N° 7**

Situada en el lugar más alejado de la parte sur de la ampliación, con respecto a los grupos. Aquí la empresa distribuidora del GN, la ubica y la instala con las características de flujo, presión, etc, pedidos por la central. Después de esta unidad los propietarios de la ampliación ejecutarán todas las instalaciones necesarias de esta línea de tubería principal de combustible GN.

- **Unidades de regulación de GN N° 8**

Ubicadas en el área del anexo mecánico lo más cercanas a cada motor, la calidad del material de las tuberías antes mencionadas es de acero al carbono A53 soldable y el tramo después de ellas hasta el motor de acero inoxidable soldable.

Como su nombre lo indica es el equipo que regula el ingreso de GN hacia las pre-cámaras de combustión de los cilindros y hacia la alimentación principal de las cámaras de cada cilindro del motor.

- **Aire de arranque N° 9**

Sistema localizado en el anexo mecánico, ya tratado y descrito en acápite anteriores, cuyos componentes se inician en los compresores hasta la conexión con el motor.

- **Grupo de pre-arranque N° 10**

Localizado en el anexo mecánico, cuya función principal es proporcionar energía eléctrica a los sistemas de pre-arranque del motor y del generador.

- **Transformador 10 KV/0.40KV N° 11**

Situado en la parte exterior lado norte del anexo eléctrico, junto a la canaleta principal que comunica al generador con la Sub-estación elevadora en una derivación hacia el lado oeste.

Recibe la energía del generador a la tensión de 10 KV y la baja a 0.40 KV, alimentando a este nivel de tensión a todos los equipos de los sistemas auxiliares.

3.1. Suministro de combustibles

En los MCI de CT, en la actualidad sólo se pueden utilizar aquellos combustibles que se mezclan rápidamente con el aire de manera que se produzca el encendido y la combustión instantánea, pero no violenta y sin dejar residuos que malogren al motor.

Los combustibles que cumplen casi por completo estas condiciones son los gases y entre ellos el más abundante en la naturaleza y más económico el gas natural (con 80 al 96% de metano CH₄).

Después de estos combustibles gaseosos siguen los líquidos que en el presente casi la totalidad son derivados del petróleo, empleándose en las CT, los motores EC ciclo mixto, con la inyección de los combustibles D2 ó R6.

Los combustibles de los dos motores de la actual central MaK-Charán son el D2 y el R6 (líquidos) y el combustible de los dos motores de la futura ampliación será el GN (gaseoso).

3.1.1. Diesel 2 y Petróleo Residual 6

En la actual CT están operando dos grupos con motores CAT-MaK, que consumen combustible D2 en el arranque y luego se cambia al combustible R6. Es de conocimiento que en los estudios que se realizaron en la selección para definir la ubicación de la central, se tomó en cuenta entre varios criterios la disponibilidad y suministro de combustibles, pues en aquellos años 1996-1997 existía y existe en la actualidad el aprovisionamiento de estos combustibles, es decir la zona norte del país tiene una planta de abastecimiento de estos carburantes, que es la de Petroperú S.A. Planta de Venta, con dirección en la zona industrial Talara Alta , Pariñas, Talara-Piura. También se hace presente que en las pruebas de exploración y explotación que sigue realizando la empresa BPZ Energy extrae diariamente en los yacimientos que no son de gas natural (gases no asociados), petróleo crudo en el orden como mínimo de 2500 barriles diarios, y que es un producto especial de buen rendimiento en destilados altos, de los cuales se obtienen derivados como kerosene y Diesel 2 que serían, de alta demanda en el mercado local, especialmente en la CT actual.

A continuación se presentan algunas características del D2:

- Número de cetano o índice cetánico NC.

Es una medida de la calidad de combustión del D2 que influye en el arranque y aceleración del motor. Mide la cualidad de ignición o auto-encendido de un combustible diesel.

Para determinar el número cetano de un combustible diesel, se establece una comparación entre la calidad del encendido que tiene el combustible y la que tiene la mezcla de referencia formada por dos combustibles, uno es el cetano normal $C_{16}H_{34}$ con $NC = 100$ y el otro el alfa metil naftaleno $C_{11}H_{10}$ con $NC=0$.

Caterpillar exige en motores con sistemas de combustible con cámaras de pre-combustión un índice cetánico mínimo de 35.

En motores de inyección directa un NC mínimo de 40.

Wartsila recomienda a algunos de sus motores diesel un NC mayores a 35.

- Viscosidad.

Es una medida de la resistencia de un líquido al flujo, es la medida de la resistencia que opone el fluido para fluir.

Un combustible con viscosidad incorrecta, sea muy elevada o demasiada baja, puede producir daños en el motor.

Caterpillar recomienda una viscosidad entre 1.4 cST y 20 cST al llegar a los inyectores.

Wartsila recomienda una viscosidad menor desde 11 cST.

- Poder calorífico

El poder calorífico de un combustible se define como la cantidad de calor liberado por este cuando se quema completamente y los productos de combustión son enfriados hasta la temperatura inicial. (Generalmente $25^{\circ} C$).

El poder calorífico es una medida cuantitativa de la energía química liberada por el combustible.

Durante el enfriamiento de los productos de la combustión el agua puede mantenerse en su forma de vapor o llegar a condensarse, de aquí es que resultan los poderes caloríficos:

Poder, calorífico alto o superior HHV, cuando se toma en cuenta o se incluye el calor de condensación del vapor de agua.

Poder calorífico bajo o inferior LHV, cuando el agua en los productos de la combustión se mantiene en su estado vapor.

En este caso de MCI los gases de combustión en la cámara alcanzan temperaturas mayores a los 100°C, por esta razón en los cálculos de rendimiento se trabajan con el Poder calorífico LHV.

Los fabricantes de motores advierten a los usuarios, tengan presente que al adquirir el combustible para su máquina, le proporcione el abastecedor una hoja técnica con las características, donde estén incluidas las sustancias contaminantes.

Algunas sustancias contaminantes son:

Azufre y su % en masa.

Vanadio, ppm.

Agua y sedimentos.

Microorganismos.

Aire en el combustible.

3.1.2. Gas natural estructura Corvina, La Cruz, Zorritos, Tumbes.

En nuestro país, tal como se ha mencionado en acápite anteriores existen yacimientos de GN, sean asociados y no asociados al petróleo, siendo estos últimos los más importantes como es el caso de Aguaytía, en Pucallpa, Ucayali. Camisea en el Cuzco. Malacas en Talara, Piura y en la estructura Corvina, la Cruz, Zorritos, Tumbes, que es el yacimiento que abastecerá de GN a la Ampliación de la CT El Charán de Tumbes.

BPZ Energy es la empresa concesionaria a cargo de la exploración y explotación del Lote Z-1 donde están ubicados los yacimientos de GN, y construirá el gasoducto que transportará el gas desde los dos pozos productores actuales de gas el C X 11-16X de Corvina y el C18X de Piedra Redonda, hasta la Planta de Tratamiento y separación ubicada en el distrito de La Cruz cerca a la CT. El Charán.

Es decir la disponibilidad y suministro del GN, para los motores Wartsila 20V34SG está asegurada, siendo posible ubicar las oficinas y campamentos de la empresa BPZ Energy en La Cruz, Zorritos, Tumbes y las oficinas en la ciudad de Lima en Víctor Andrés Belaunde N° 147 Int. 731, San Isidro Tf. 7080808-4763276.

Seguidamente se exponen y definen algunas de las características generales del gas natural y algunas relaciones en los MCI:

- **Composición**

En su mayor parte está compuesto por metano CH₄ , variando su composición del 80 al 96%. El porcentaje restante está constituido por una mezcla de hidrocarburos

livianos como el gas etano y los de fase líquida a bajas presiones el propano, butano y otros más pesados el pentano, hexano, heptano, otros.

Pero el GN que se utiliza en la industria y por consiguiente como combustible en las máquinas de CT, es el GN seco, que es el metano CH₄ con pequeñas cantidades de etano C₂H₆.

- Densidad.

Su densidad absoluta es de 0.74 kg/m³; 0.68x10⁻³ gr/cm³ su densidad relativa 0.6.

- Relación estequiométrica aire/gas 17.4/1 en Peso.
- Número metano entre 55-80.
- Número octano entre 105-120 Método Motor.
- Número cetano 10.
- Relación teórica de compresión 12 a 1.
- Poder calorífico superior 48 MJ/Kg.
- Poder calorífico inferior 33 MJ/Kg

Los motores Wartsila 20V34SG han sido fabricados para funcionar con GN con las siguientes características: (algunas).

Relación de compresión	12 a 1.
Velocidad	720 RPM, con GST a 60 HZ.
Número metano	> 70
Poder calorífico inferior	≥ 28 MJ/m ³ + 5% ISO 3046.

Caterpillar fabrica un grupo con motor a gas natural CAT G16CM34 y algunas características de él y del GN son:

Potencia continua eléctrica de	5900 KW.
Factor de potencia	08
Velocidad	720 RPM
Número Metano	80
Poder calorífico inferior LHV	35.60 MJ/ m ³

3.2. Generación eléctrica con gas natural

El presente acápite trata de dos tópicos importantes en la temática del sector eléctrico: Primero la actividad de generación eléctrica, donde está ubicada de acuerdo al marco legal, a las estructuras del mencionado sector, al sistema comercial, etc. y el segundo el combustible gas natural en lo que se refiere a su utilización en las máquinas motrices de las CT, a su precio que es clave para equiparar o ganar el mercado eléctrico a las centrales hidroeléctricas.

La generación eléctrica dentro de la estructura del sector está ubicada de acuerdo al marco legal en varias leyes, reglamentos y otras normas del estado, como ejemplo, mencionaré las fundamentales: La Ley de concesiones eléctricas Decreto Ley N° 25844 y sus modificatorias, desde su Artículo 1° la incluye, otros, etc., su Reglamento Decreto Supremo N° 009-93-EM y sus modificatorias desde su Artículo 3°, otros, etc.

En la actualidad la estructura del Sector eléctrico está disgregado en cuatro actividades o funciones: generación, transmisión, distribución, comercialización y están dirigidas o realizadas por empresas independientes.

La generación en este esquema es de tipo competitivo y no regulado. La máquina generadora puede utilizar recursos hidráulicos, térmicos, geotérmicos, eólico, solar, nuclear, etc. Lo que compete al presente informe es el recurso térmico combustible GN. Habiéndose elegido el GN como el combustible que alimentará a la máquina motriz en este caso MCI en la ampliación de la CT de Tumbes, empezaré tratando sobre el uso actual de este gas en el Sector eléctrico, en lo que corresponde a las reservas del gas a la Potencia Instalada de las centrales y la producción de energía de estas.

En nuestro país hay tres zonas con reserva de GN:

- La zona norte, con reservas probadas de 300 BCF y 250 BCF probables extra oficialmente con más de 1 TCF, se encuentra ubicada y operando la CT de Malacas, Talara, Piura, empresa EEPSA con turbinas a gas 159,4 MW y 685.1 GWh.

También en el futuro se ubicaría la ampliación de la CT El Charán, Tumbes, con dos motores Wartsila con 16.9 MW en la Cruz, Zorritos, Tumbes.

- La zona de Aguaytía con reservas probadas de 440 BCF de G.N. donde está ubicada la CT del mismo nombre con dos turbinas a gas con un total de 202.6 MW y 1223.7 GWh, empresa Termoselva.
- La zona de Camisea, con reservas de más de 8,7 TCF de GN, cuyo gasoducto llega a la Región Lima donde están conectadas las CT con turbinas a gas:
 - Ventanilla con 524 MW y 3487.8 GWh , Edegel.
 - Santa Rosa con 281.3 MW y 514.4 GWh, Edegel.
 - Atocongo con 41.8 MW y 3.8 GWh, Atocongo.
 - Kallpa con 190.4 MW y 987.6 GWh, Kallpa.
 - Chilca 1 con 361.8 W y 2560.9 GWh, Enersur

Producción a Diciembre del 2008 resultando una Potencia instalada total y una Producción de energía eléctrica de estas centrales sin incluir la ampliación de la CT de Tumbes igual, a 1761.3 MW y 9463.3 GWh.

De acuerdo al Anexo C1 Principales Centrales Eléctricas 2008 y Anexo C2 Mapa de Potencia Instalada y Producción de energía eléctrica año 2008, se tiene que:

La potencia instalada de CT que consumen combustibles GN representa el 24,6% de la potencia total nacional y la producción de energía eléctrica de estas CT representa el 29,2% de la Producción total nacional.

También en el Anexo C3 Operación del Sector eléctrico, se tienen datos de la Producción de Energía Eléctrica año 2009.

Con relación al mercado eléctrico nacional, se nota que al aparecer el combustible GN, las CT con turbinas a gas que funcionaban con D2 y que estaban como reserva de potencia, en la actualidad están operando con GN, como centrales de base, pues en costos de operación son la segunda alternativa después de las Centrales Hidroeléctricas.

Es importante aclarar que en Tumbes hasta estos momentos no hay centrales hidroeléctricas y la central térmica con GN es una buena alternativa.

3.3 Bases y criterios

La generación eléctrica en el contexto de actividades del sector está ubicada, y conceptuada en normas legales emitidas por el estado, cuyo ente rector en este caso es el Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad.

Como base fundamental en la ley de concesiones eléctricas Decreto Ley N° 25844 y sus modificatorias, está conceptualizada desde sus Artículos 1°, 3°, 4°, 5°, etc.

En el Reglamento de la Ley de concesiones eléctricas Decreto Supremo N° 009-93-EM y sus modificatorias, considerada desde el Artículo 3° y posteriores.

En la Ley del Osinerg Ley N° 26734, en las leyes del Osinergmin, Normas y Resoluciones varias, etc.

De acuerdo a este marco legal en la Ley 25844 en su Artículo 1° dispone y norma: lo referente a las actividades relacionadas con la generación, transmisión, distribución, y comercialización.

Estas actividades podrán ser desarrolladas por personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras. Las personas jurídicas deberán estar constituidas con arreglo a las leyes peruanas.

El Artículo 4° que se requiere autorización para desarrollar las actividades de generación termoeléctrica, que no requiere concesión cuando la potencia instalada sea superior a 500 W, etc.

Desde el punto de vista físico y técnico la generación en este esquema es de tipo competitiva no regulada.

El generador suministra energía en KWh y puede pasar por la transmisión y distribución, llegando a los usuarios libres y a los regulados.

Los generadores tienen el llamado mercado Spot o mercado de generadores donde realizan sus transacciones.

Las transacciones se producen porque los generadores inyectan energía al sistema en las barras de sus centrales y retiran energía de otras barras del sistema para la venta a sus clientes. El balance de lo que ingresan y retiran no es, en general nulo, lo que significa que el generador o está vendiendo o está comprando a otro generador.

3.4 Evaluación técnica de los MCI considerados.

Para el motor MaK 8M601C según la Tabla N° 2-1 se tiene un consumo específico de combustible igual a 201 gr/kWh cuando opera el motor a plena carga entregando una potencia en el eje de 9.34 MW. De donde se desprende que la máquina consume por hora: $0.201 \text{ kg/kWh} \times 9340 \text{ kW} = 1877.34 \text{ kg}$.

Considerando además que el peso específico del combustible Residual 6 es aproximadamente 0.97 kg/litro y que 1 galón equivale a 3.785 litros se tiene:

$$1877.34 \text{ kg} / 0.97 \text{ kg/lit} = 1935.4 \text{ lit} / 3.785 \text{ lit/gal} = 511.33 \text{ galones de Residual 6.}$$

Por otro lado, el Residual 6 tiene en el mercado un precio de 5.12 soles el galón con lo que por hora a plena carga se gasta en combustible:

$$511.33 \text{ galon} \times 5.12 \text{ soles/galón} = 2618 \text{ soles.}$$

Por otro lado para el motor Wartsila 20V34SG se tiene un Heat rate igual a 7737 kJ/kWh operando a plena carga, 60 Hz y 720 RPM y, en las mismas condiciones del motor anterior, cuando este entregue un potencia de 9340 KW el calor requerido por hora resulta igual a:

$$7737 \text{ KJ/KW} \times 9340 \text{ KW} = 72.26 \text{ MM KJ} \times 0.94782 \text{ BTU/KJ} = 68.49 \text{ MM BTU}$$

Considerando, según Fuente de Osinergmin, que el precio del gas natural en el norte del país, en la estructura Corvina se estima en 4.6576 US\$ MM BTU se tiene:

$$68.49 \text{ MM BTU} \times 4.6576 \text{ US\$ / MM BTU} = 319 \text{ US\$} = 943 \text{ soles}$$

(Considerando un tipo de cambio de 1 US\$ = 2,957 soles),

Con estos resultados se tiene un ahorro económico por hora igual a:

$$2618 - 943 = 1675 \text{ soles}$$

Cuando opere en cada grupo un motor Wartsila 20V34SG a GN en lugar de un motor MaK 8M601C con R6.

CAPÍTULO 4

INVERSIÓN, COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

4.0 Introducción

En este punto presento los costos de capital de la ampliación de la Central Térmica El Charán de Tumbes, tomando como referencia costos específicos de capital. De igual manera se ha seguido el mismo criterio para estimar los costos de operación y mantenimiento.

4.1 Inversión

El diseño modular y estandarizado de este tipo de máquinas (grupos con MCI), los hace muy competitivos comparados con otras unidades de generación. Las inversiones específicas que se utilizan se muestran en la Tabla N° 4-1.

Tiene la ventaja de que el plazo de entrega es mucho más corto y por consiguiente también reduce el costo de capital. La inversión específica afecta los costos del capital linealmente por cada unidad de energía producida.

Un factor muy importante que determina los costos del capital es el número de horas de funcionamiento. Si una unidad está operando sólo 50% del tiempo, los costos del capital se doblan comparados con un funcionamiento del 100% del tiempo para la misma carga. En este caso se tomó consideraciones de plena carga.

Tabla N° 4-1

COSTOS ESPECIFICOS DE CAPITAL PARA LA AMPLIACION DE LA CT EL CHARAN, TUMBES
--

Características de Costos	Caterpillar G3516 LE	Wartsila 20V34SG	Wartsila 20V34SG
Capacidad Eléctrica Nominal (KW)	3000	5000	8000
Costos Especificos (US\$/kW)			
Equipos			
Paquete de Generador	400	450	525
Recuperador de Calor	65	40	23
Interconexión Eléctrica	22	12	6
Total de Equipos	487	502	554
Trabajo y Materiales	216	200	190
Total de Capital	703	702	744
Proyecto y Construcción	95	95	95
Ingeniería y Pagos	41	41	41
Contingencias del Proyecto	25	25	25
Intereses	55	55	55
Costo total de la Planta	919	918	960

En la Tabla N° 4-2, que sigue se presenta los costos de capital, donde se aprecia que para el motor Wartsila 20V34SG la inversión total en equipos alcanza la suma de 4 432 000 de US\$, los trabajos a realizar y materiales ascienden a 1 520 000 US\$, haciendo un total (incluida la ingeniería) de 7 680 000 de US\$ por unidad de generación, como se instalarían 2 grupos este monto asciende a: 15 360 000 US\$.

Tabla N° 4-2

COSTOS DE CAPITAL PARA LA AMPLIACION DE LA CT EL CHARAN, TUMBES	
Características de Costos	Wartsila 20V34SG
Capacidad Electrica Nomial (kW)	8,000
Costos de Capital (US\$)	
Equipos	
Paquete de Generador	4,200,000
Recuperador de Calor	184,000
Interconexión Eléctrica	48,000
Total de Equipos	4,432,000
Trabajo y Materiales	1,520,000
Total de Capital	5,952,000
Proyecto y Construcción	760,000
Ingeniería y Pagos	328,000
Contingencias del Proyecto	200,000
Intereses	440,000
Costo total de la Planta	7,680,000

4.2 Costos de operación y mantenimiento

Los costos por mantenimiento son bajos por la aplicación de las horas de trabajo regulares que esta tiene con el personal de la zona, además por la existencia de la buena relación con el proveedor.

Por la estandarización existente, el plantel de mantenimiento no necesita tener una gran especialización. El número de repuestos a disponer y la variedad de los mismos se ha optimizado. Como resultado de esto es más económico el stock cuantas más unidades disponga la central de generación (2 en este caso).

El Mantenimiento Programado y no Programado de los motores puede alcanzar un 4% del tiempo; esto lleva a una disponibilidad del 96%. El fabricante recomienda que el mantenimiento programado tiene que ser llevado a cabo durante 3% del tiempo, esto significa que el personal de mantenimiento se ocupa de todas las unidades en las horas de trabajo normales. Para efectos de determinar el costo de O&M se considerará el dato de fabricante estimado en 5.046 US\$/MWh.

El mantenimiento de estos motores normalmente se lleva a cabo en oportunidad de cumplir una cantidad de horas de funcionamiento. La incidencia del número de arranques no es representativa como en otras tecnologías (turbinas a gas o duales) por lo que resulta más conveniente en operación cíclica.

Como se tiene al año 365 días x 24 horas/día= 8 760 horas de donde las horas disponibles resultan igual a 8 760 x 0.96=8 409 horas incorporando el factor de carga se tiene en promedio 8 409 horas x 0.79 = 6 643 horas de operación.

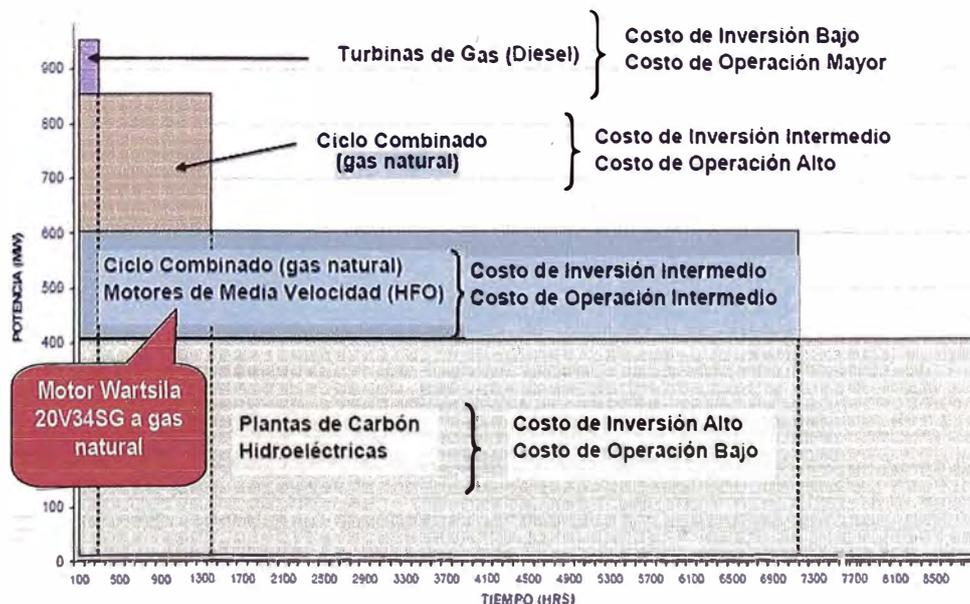
El costo derivado de O&M resulta así:

$$6\,643 \text{ horas} \times 5.046 \text{ US\$/MWh} \times 2 \times 8 \text{ MW} = 536\,329 \text{ US\$ al año.}$$

4.3 Análisis de resultados

En la Figura 4-1 se presenta la cobertura de energía de un sistema centralizado de generación, se indica que las unidades Warsila correspondiente a la ampliación entrarán a operar con gas natural en media base durante aproximadamente 6 643 horas.

FIGURA 4-1



De los resultados obtenidos se tiene una Inversión anualizada (costo de capital, CF) de: $2 \times 7.68 / (1 + 0.12)^{20} = 1.59$ millones de US\$ al año. Incorporando el costo variable (CV) es decir el debido a O&M, $CV = 0.536$ millones de US\$ se tiene un costo total (CT) igual $1.59 + 0.536 = 2.13$ millones de US\$ al año.

En la anualización se ha considerado una tasa de 12% y una vida útil del motor de 20 años.

CONCLUSIONES

1. El sector eléctrico peruano es un sector intensivo en capital y necesita de un plazo más largo para recuperar las inversiones. Al ser la empresa de generación El Charán de propiedad de Electroperú y existiendo gas natural en la zona de Estructura Corvina, la atención de energía al Sistema Interconectado resulta ventajoso.
2. La demanda de energía en la zona ha llevado a contemplar la ampliación con unidades del tipo Motor a Gas Natural. Se requiere unos 2.13 millones de US\$ de inversión en generación al año para sostener estos requerimientos.
3. El mercado eléctrico en Tumbes es relativamente nuevo, y hay un potencial de generación a nivel mayorista. Un mercado interesante resulta el sur ecuatoriano dado que opera a 50 HZ en tanto el lado peruano está a 60 HZ.
4. Del estudio se desprende que se debe facilitar el financiamiento de nuevos proyectos que tiendan a hacer uso del gas natural.
5. Con la ampliación de la planta Wartsila a gas natural se facilita y ofrece la posibilidad de operarla con dos combustibles, sea por disponibilidad o por precios.

6. Tomando al grupo de generación como unidad de configuración, proporciona una excelente disponibilidad de planta en cuanto al número e incremento de unidades, favoreciendo una inversión paulatina con bajo riesgo que optimiza los ingresos de generación.
7. Los grupos de la ampliación con MCI a GN tienen arranque rápido, diez minutos desde modo reserva (stand by) hasta plena carga lo que favorece una rápida atención de carga.
8. Los MCI a GN de la ampliación no presentan exigencias de presiones especiales del gas de suministro, sólo requieren gas de baja presión del ducto de entrega del distribuidor.
9. Se observa que el consumo de calor (heat rate) para 50 HZ es igual al de 60 HZ sin embargo la potencia eléctrica en bornes es mayor para 50 HZ (como ejemplo en el lado ecuatoriano), sin embargo allí no hay gas natural, lo que origina una ventaja comparativa significativa para las inversiones en el lado peruano.

RECOMENDACIONES

1. Establecer una política energética que propicie el desarrollo del potencial gasífero en la zona norte del país.
2. Debe propiciarse un Plan de intervención a nivel de la demanda local.
3. Programa de ahorros de energía (eléctrica).
4. Hay que fortalecer el Plan de Intervención a nivel de la oferta (Reserva):
5. Establecer acuerdos relacionados a potencia disponible y preparar programas de uso.
6. Firmar contratos de suministro a precios negociados. (Incluyendo a la exportación con países vecinos).

BIBLIOGRAFIA

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. ARGUIMBAU FRANCISCO | Combustibles y combustión. |
| 2. CARDICH CHÀVEZ J. | Proyectos de centrales termoeléctricas. |
| 3. CATERPILLAR INTERNATIONAL | Manuales varios |
| 4. COLTAZAR PEDRO F. | Documental del Perú Tumbes. |
| 5. EL PERUANO | Diário |
| 6. HAYWOOD R.W. | Análisis Termodinámico de Plantas Eléctricas. |
| 7. KATES EDGAR | Motores Diesel y de gas de alta compresión. |
| 8. KRUPP-MaK | Manuales vários. |
| 9. LUKANIN V.N. | Motorers de combustión interna. |
| 10. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS | Ley de concesiones eléctricas, Reglamento boletines, otros. |
| 11. MIRALLES DE IMPERIAL | Características, pruebas, vibraciones, motores diesel. |
| 12. MIRALLES DE IMPERIAL | Sistemas complementários e instalaciones motores diesel. |
| 13. OBERT EDWARD F. | Motores de combustión interna. |
| 14. OBERT EDWARD F. | Termodinámica. |
| 15. OSINERGMIN | Boletines vários. |
| 16. PATRAKHALTSEV NICOLAI | Conversión de motores gasolineros a gas. |
| 17. PEZZANO PASCUAL | Construcción de motores térmicos. |
| 18. SANTO POTESS E. | Centrales eléctricas. |
| 19. SCHUK HUGO | Motores de combustión interna. |
| 20. WARTSILA FINLAND OY | Manuales varios. |
| 21. ZORRILLA ARENA S. | Guia para elaborar la tesis. |

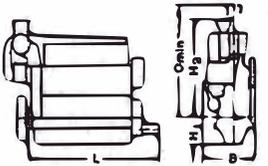
ANEXO A
MOTORES MaK

ANEXO A1

CARACTERÍSTICAS DE MOTORES MAK

Änderungen vorbehalten - Subject to change - 284.101 - 07 - CR - CMA3

Krupp Mak Maschinenbau GmbH
P.O. Box 9009 · D-24157 Kiel · Phone 431-399501 · Telefax 431-3995157

Type	Marine Application								Dimensions							Stationary Application							
	Reference conditions: Air temperature: 45°C Air pressure: 1 bar Cooling water temperature at charge air cooler inlet: mean 32°C, max. 38°C													Weight without flywheel	Weight of standard flywheel	Conditions without derating: ¹⁾ Air temperature: 45°C Air pressure: 1 bar Cooling water temperature at charge air cooler inlet: mean 32°C, max. 38°C							
	Rating		Speed	Mean eff. pressure	Mean piston speed	Stroke	Cylinder bore	Swept volume	L	B	H ₁	H ₂	O _{min}			50 cycl.				60 cycl.			
	kW	HP	rpm	bar	m/s	mm	mm	l	mm	mm	mm	mm	mm	l	l	kW	rpm	bar	m/s	kW	rpm	bar	m/s
8 M 601 C	10000	13600	425	22.3	8.5	600	580	1268	9280	3327	1083	4132	4330	142.0	3.9	10000	428	22.1	8.56	9340	400	22.1	8.0
6 M 601 C	7500	10200	425	22.3	8.5	600	580	951	7500	3327	1083	3854	4330	105.0	3.9	7500	428	22.1	8.56	7000	400	22.1	8.0
8 M 552 C	6000	8160	500	21.8	8.67	520	450	661	6865	2340	880	3847	3620	74.0	2.0	6000	500	21.8	8.67	6000	514	21.2	8.9
6 M 552 C	4500	6120	500	21.8	8.67	520	450	496	5565	2340	880	3325	3620	60.0	2.0	4500	500	21.8	8.67	4500	514	21.2	8.9
16 M 32	7040	9570	750	20.8	10.5	420	320	541	7200	2800	1220	3300	2800	80.0	1.4	7680	750	22.7	10.5	7380	720	22.7	10.1
12 M 32	5280	7180	750	20.8	10.5	420	320	405	5850	2800	1220	3120	2800	63.0	1.4	5760	750	22.7	10.5	5530	720	22.7	10.1
9 M 32	3960	5380	600	22.8	9.6	480	320	347	6160	2220	1026	2920	3000	48.0	1.4	3960	600	22.8	9.6	3960	600	22.8	9.6
8 M 32	3520	4790	600	22.8	9.6	480	320	309	5630	2220	1026	2920	3000	44.0	1.4	3520	600	22.8	9.6	3520	600	22.8	9.6
6 M 32	2640	3590	600	22.8	9.6	480	320	232	4570	2220	1026	2700	3000	34.0	1.4	2640	600	22.8	9.6	2640	600	22.8	9.6
9 M 25	2700	3670	750	23.5	10.0	400	255	184	5217	2129	927	2426	2400	27.0	1.0	2700	750	23.5	10.0	-	-	-	-
	2610	3550	720	23.7	9.6	400	255	184	5217	2129	927	2426	2400	27.0	1.0	-	-	-	-	2610	720	23.7	9.6
8 M 25	2400	3260	750	23.5	10.0	400	255	163	4787	2129	927	2426	2400	24.0	1.0	2400	750	23.5	10.0	-	-	-	-
	2320	3150	720	23.7	9.6	400	255	163	4787	2129	927	2426	2400	24.0	1.0	-	-	-	-	2320	720	23.7	9.6
6 M 25	1800	2440	750	23.5	10.0	400	255	123	3927	2129	927	2120	2400	18.0	1.0	1800	750	23.5	10.0	-	-	-	-
	1740	2360	720	23.7	9.6	400	255	123	3927	2129	927	2120	2400	18.0	1.0	-	-	-	-	1740	720	23.7	9.6
9 M 20	1710	2320	1000	24.2	10.0	300	200	85	4165	1420	680	1800	1910	13.8	0.3	1710	1000	24.2	10.0	-	-	-	-
	1530	2080	900	24.1	9.0	300	200	85	4165	1420	680	1800	1910	13.8	0.3	-	-	-	-	1530	900	24.1	9.0
8 M 20	1520	2060	1000	24.2	10.0	300	200	75	3835	1420	680	1800	1910	12.7	0.3	1520	1000	24.2	10.0	-	-	-	-
	1360	1840	900	24.1	9.0	300	200	75	3835	1420	680	1800	1910	12.7	0.3	-	-	-	-	1360	900	24.1	9.0
6 M 20	1140	1550	1000	24.2	10.0	300	200	57	3175	1420	680	1800	1910	10.2	0.3	1140	1000	24.2	10.0	-	-	-	-
	1020	1380	900	24.1	9.0	300	200	57	3175	1420	680	1800	1910	10.2	0.3	-	-	-	-	1020	900	24.1	9.0

General definition of engine ratings: ISO 3046/1 and DIN 6271

Engines of the MA 453 C series on request

¹⁾ Conditions without derating for HF-operation below 32°C air temperature

Mak Engine Program

**Diesel Engines
1020-10 000 kW**

M 20

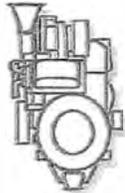
200 mm Ø
1020-1710 kW



Reference: 320
325 000 kW

M 25

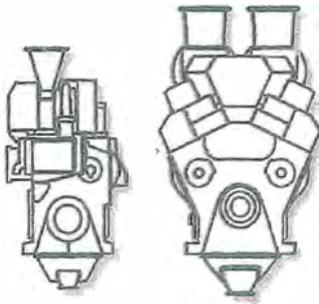
255 mm Ø
1740-2700 kW



Introduction
into the market
1996

M 32

320 mm Ø
2640-7680 kW



Reference: 145
500 000 kW

M 552 C

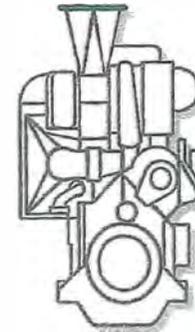
450 mm Ø
4500-6000 kW



Reference: 760
2 700 000 kW

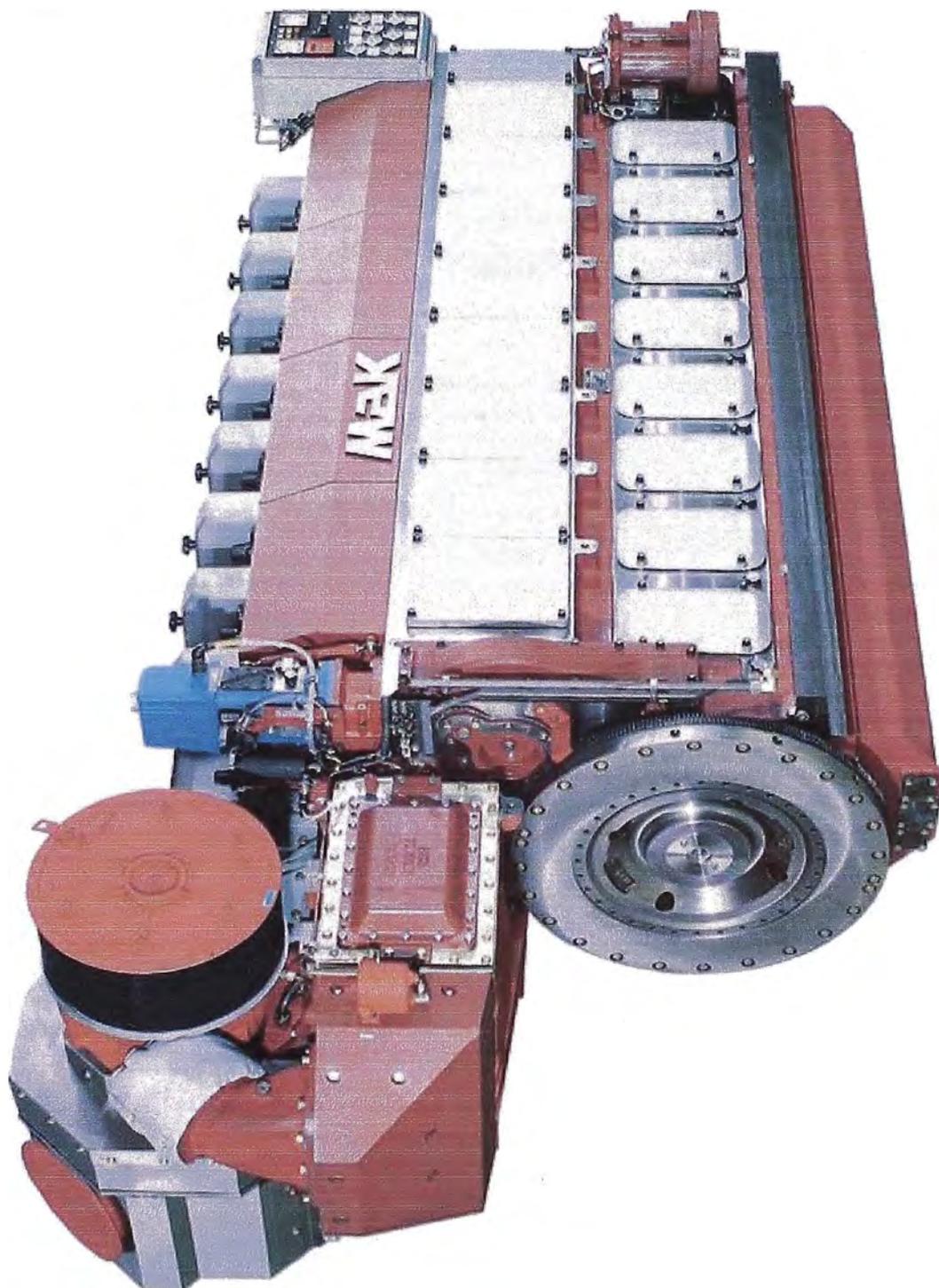
M 601 C

580 mm Ø
7500-10 000 kW



Reference: 185
1 350 000 kW

ANEXO A3
MOTOR CAT MaK



ANEXO B

MOTORES WARTSILA

ANEXO B1

CARACTERÍSTICAS MOTORES WARTSILA 34 SG



The Paramo Pump Station for Oleoducto de Crudos Pesados, Ecuador, is equipped with six Wärtsilä 12V32LN pump sets.

Gas engines

WÄRTSILÄ 34SG

Technical data	750 rpm	9L34SG	18V34SG	28V34SG
Shaft power	kW	4050	7200	9000
Shaft power	hp	5430	9655	12069
Heat rate	kJ/kWh	7502	7502	7502
Shaft efficiency	%	48	48	48

Dimensions and weight (engine without liquids)				
Length	mm	7086	8206	9276
Width	mm	2207	3233	3233
Height	mm	3571	4348	4139
Weight (dry)	tonne	44	76	89

Technical data is based on mechanical output at shaft, including engine-driven pumps, ISO conditions and LHV. Tolerance 5 %.

ANEXO B2

CARACTERÍSTICAS MOTORES WARTSILA 34 SG

Gas power plants

Gas engines		WÄRTSILÄ 34SG			
Technical data 50 Hz/750 rpm		Unit	9L34SG	16V34SG	20V34SG
Power, electrical	kW	3888	6970	8730	
Heat rate	kJ/kWh	7817	7753	7737	
Electrical efficiency	%	46.1	46.4	46.5	
Technical data 60 Hz/720 rpm					
Power, electrical	kW	3758	6737	8439	
Heat rate	kJ/kWh	7817	7753	7737	
Electrical efficiency	%	46.1	46.4	46.5	
Dimensions and weight (gross weight)					
Length	mm	10937	11692	12666	
Width	mm	2550	3233	3300	
Height	mm	3856	4348	4646	
Weight	tonne	81	115	137	

Heat rate and electrical efficiency at generator terminals, including engine-driven pumps, ISO 3046 conditions and LHV.
Tolerance 5%. Power factor 0.8. Gas Methane Number >80.

Dual-fuel engines		WÄRTSILÄ 32DF		
Technical data 50 Hz/750 rpm		Unit	16V32DF	16V32DF
Power, electrical	kW	6080	6080	
Heat rate	kJ/kWh	8074	8201	
Electrical efficiency	%	44.6	43.9	
Technical data 60 Hz/720 rpm				
Power, electrical	kW	5819	5819	
Heat rate	kJ/kWh	8074	8201	
Electrical efficiency	%	44.6	43.9	
Dimensions and weight (gross weight)				
Length	mm	11318	11318	
Width	mm	3454	3454	
Height	mm	4364	4364	
Weight	tonne	102	102	

Heat rate and electrical efficiency at generator terminals, including engine-driven pumps, ISO 3046 conditions and LHV.
Tolerance 5%. Power factor 0.8. Gas Methane Number >80.
(*) In LFO mode.

ANEXO B3

CARACTERÍSTICAS MOTORES WARTSILA 50 DF



The engine hall of the Astara power plant in Azerbaijan comprises 10 x Wärtsilä 20V34SG generating sets.

		WÄRTSILÄ 50DF	
Technical data 50 Hz/5000 rpm		18V50DF	18V50DF ^{*)}
Power, electrical	kW	16621	16621
Heat rate	kJ/kWh	7616	8184
Electrical efficiency	%	47.3	44.0
Technical data 60 Hz/4512 rpm			
Power, electrical	kW	16621	16621
Heat rate	kJ/kWh	7616	8184
Electrical efficiency	%	47.3	44.0
Dimensions and weight (approximate)		Dimensions	
Length	mm	18404	18404
Width	mm	5140	5140
Height	mm	6277	6277
Weight	tonne	379	379

Heat rate and electrical efficiency at generator terminals, including engine-driven pumps, ISO 3046 conditions and LHV.
Tolerance 5%. Power factor 0.8. Gas Me han Number >80.
*) In LFO mode.

ANEXO B4

CARACTERÍSTICAS MOTORES WARTSILA VASA 32 GD

VERSION AÑO 2006

Mechanical drives

Dual-fuel engines

WÄRTSILÄ

Vasa 32GD

Technical data	750 rpm	6B62GD	8B32GD	9B32GD	12V32GD	16V32GD	18V32GD
Shaft power	kW	2250	3280	3375	4500	6000	6750
Shaft power	hp	3017	4400	4526	6035	8046	9052
Heat rate	kJ/kWh	7849	7849	7849	7849	7849	7849
Shaft efficiency	%	45.9	45.9	45.9	45.9	45.9	45.9

Dimensions and weight (engine without auxiliaries)							
Length	mm	5083	6113	6603	5686	6860	7420
Width	mm	1993	2034	2034	2310	2585	2585
Height	mm	3480	3847	3871	3721	4001	4031
Weight (dry)	tonne	28	38	42	41	56	59

Technical data is based on mechanical output at shaft, including engine-driven pumps, ISO conditions and LHV. Tolerance 5 %.

WÄRTSILÄ

32DF

Technical data	750 rpm	6L32DF	8L32DF	12V32DF	16V32DF
Shaft power	kW	2100	3150	4200	6300
Shaft power	hp	2816	4224	5632	8448
Heat rate	kJ/kWh	7970	7970	7970	7889
Shaft efficiency	%	45.2	45.2	45.2	45.6

Dimensions and weight (engine without auxiliaries)					
Length	mm	5083	6603	5686	7420
Width	mm	1993	2034	2310	2585
Height	mm	3480	3871	3721	4031
Weight (dry)	tonne	28	42	41	58

Technical data is based on mechanical output at shaft, including engine-driven pumps, ISO conditions and LHV. Tolerance 5 %.

ANEXO B5

CARACTERÍSTICAS MOTORES WARTSILA VASA 32 GD

VERSION AÑO 2004

Oil and gas industry

Dual-fuel engines

		WÄRTSILÄ Vasa 32GD		
Technical data	750 rpm	12V32GD	16V32GD	18V32GD
Shaft power	kW	4500	6000	6750
Shaft power	hp	6035	8040	9052
Heat rate	kJ/kWh	7941	7941	7941

Dimensions and weight (engine without liquids)				
Length	mm	5685	6860	7420
Width	mm	2310	2585	2685
Height	mm	3721	4001	4031
Weight	tonne	42.5	58	61.4

		WÄRTSILÄ 46GD		
Technical data	750 rpm	12V46GD	16V46GD	18V46GD
Shaft power	kW	11700	15600	17550
Shaft power	hp	15690	20920	23535
Heat rate	kJ/kWh	7768	7768	7768

Dimensions and weight (engine without liquids)				
Length	mm	10210	12410	13670
Width	mm	4530	4530	5350
Height	mm	5160	5160	5160
Weight	tonne	166	214	237

Technical data is based on Mechanical output at shaft, including engine-driven pumps. ISO conditions and LHV. Tolerance 5 %

ANEXO B6

CARACTERÍSTICAS MOTORES WARTSILA 32 DF y 34 SG

		WÄRTSILÄ	32DF
Technical data	750 rpm	18V32DF*	
Shaft power	kW	6300	
Shaft power	hp	8448	
Heat rate	kJ/kWh	7790	

Dimensions and weight (engine without liquids)		
Length	mm	7371
Width	mm	3454
Height	mm	3554
Weight	tonne	61.4

* running on gas.

Gas engines

		WÄRTSILÄ	34SG		
Technical data	750 rpm	12V34SG ¹⁾	16V34SG ²⁾	18V34SG ²⁾	20V34SG ²⁾
Shaft power	kW	4140	7200	6210	9000
Shaft power	hp	5552	9655	8328	12069
Heat rate	kJ/kWh	7620	7505	7620	7505

Dimensions and weight (engine without liquids)					
Length	mm	5733	8206	7371	9276
Width	mm	3142	3233	3454	3233
Height	mm	3424	4348	3554	4139
Weight	tonne	42.5	76	61.4	89

1) Based on W321.N engine
2) Based on W32 engine

Technical data is based on Mechanical output at shaft, including engine-driven pumps, ISO conditions and 1 HV. Tolerance 5 %.

ANEXO B7

CARACTERÍSTICAS MOTORES WARTSILA 32 y 46

WÄRTSILÄ 32

Technical data	750 rpm	6L32	9L32	12V32	16V32	18V32	20V32
Shaft power	kW	2760	4140	5520	7360	8280	9200
Shaft power	hp	3700	5550	7400	9870	11100	12069
Heat rate	kJ/kWh	7849	7849	7849	7678	7678	7545

Dimensions and weight (engine without liquids)

Length	mm	5267	7086	6837	8206	8766	9276
Width	mm	2207	2207	2870	3296	3296	3233
Height	mm	3421	3571	3595	3595	3595	4139
Weight	tonne	30	44	54	63	70	89

WÄRTSILÄ 46

Technical data	500 rpm	12V46	16V46	18V46
Shaft power	kW	11700	15600	17550
Shaft power	hp	15690	20920	23535
Heat rate	kJ/kWh	7442	7442	7442

Dimensions and weight (engine without liquids)

Length	mm	10601	12801	13580
Width	mm	4532	5350	5350
Height	mm	5164	5488	5490
Weight	tonne	166	214	237

Technical data is based on Mechanical output at shaft, including engine-driven pumps, ISO conditions and LHV. Tolerance 5 %.

ANEXO B8

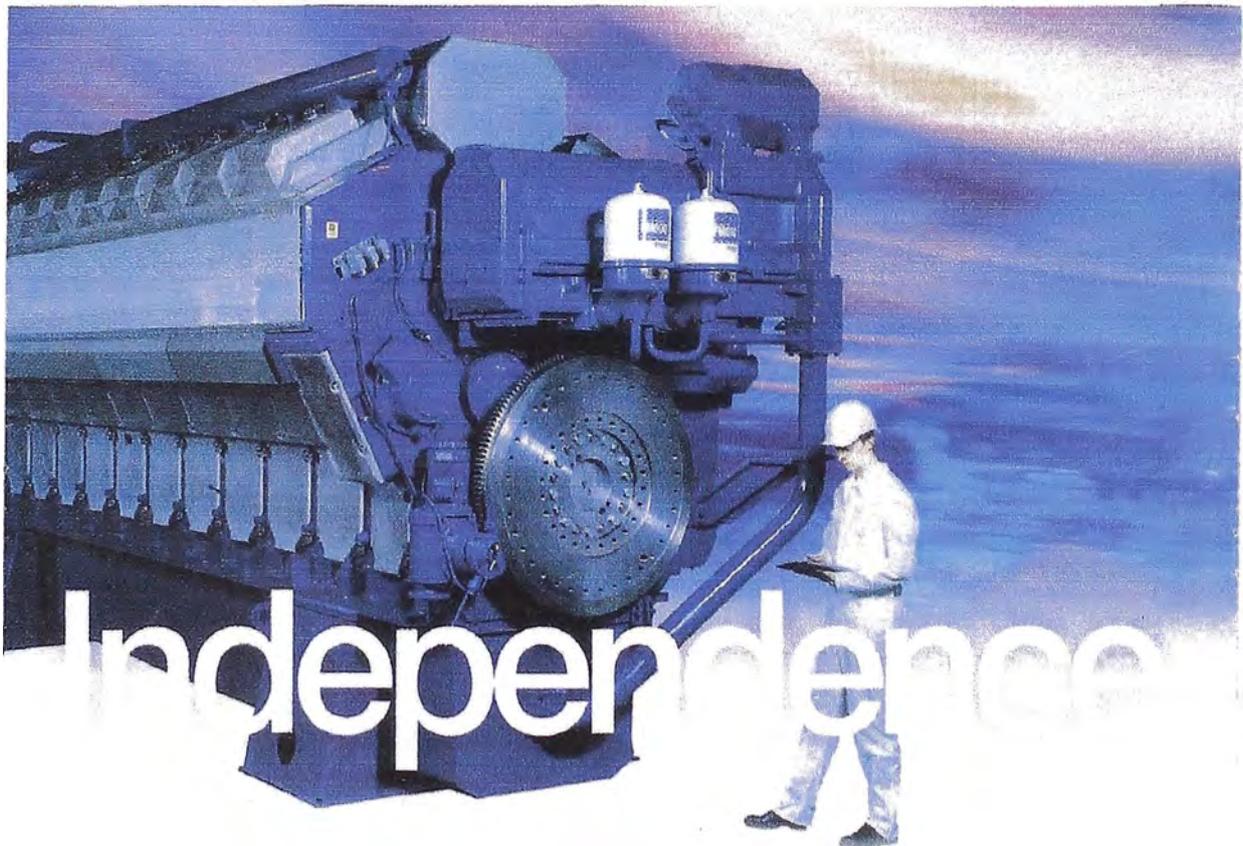
MOTOR WARTSILA A GAS NATURAL

El mundo está en constante evolución. Lo que se consideraba suficientemente bueno algunos años atrás, hoy podría ya no serlo.

Una planta a gas Wärtsilä está siempre en la justa medida...

Wärtsilä se ha lanzado a la conquista del mercado de las grandes plantas de energía a gas, con el objeto de atraer a las compañías distribuidoras de electricidad dándoles la posibilidad de trabajar en forma descentralizada. A través de su moderno y amplio portafolio de productos y contando con el motor a gas más grande del mundo, 9 MW Wärtsilä 20V34SG, y también el mayor motor dual, 17 MW Wärtsilä 18V50 DF, estamos listos para competir!

Las plantas de energía basadas en la tecnología Wärtsilä pueden proporcionar una excelente rentabilidad, son 100% confiables y al mismo tiempo son totalmente independientes de perturbaciones externas.

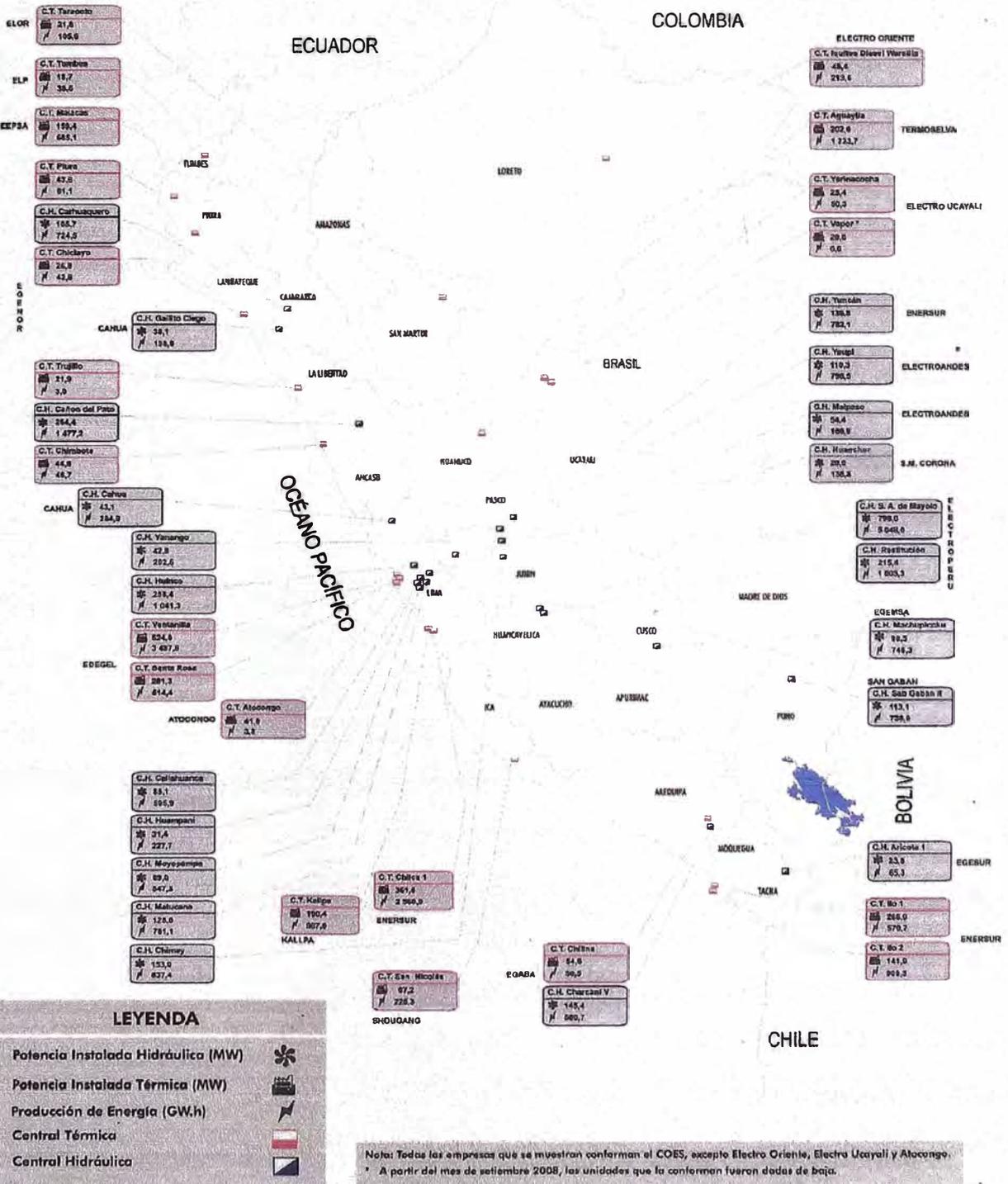


ANEXO C

VARIOS

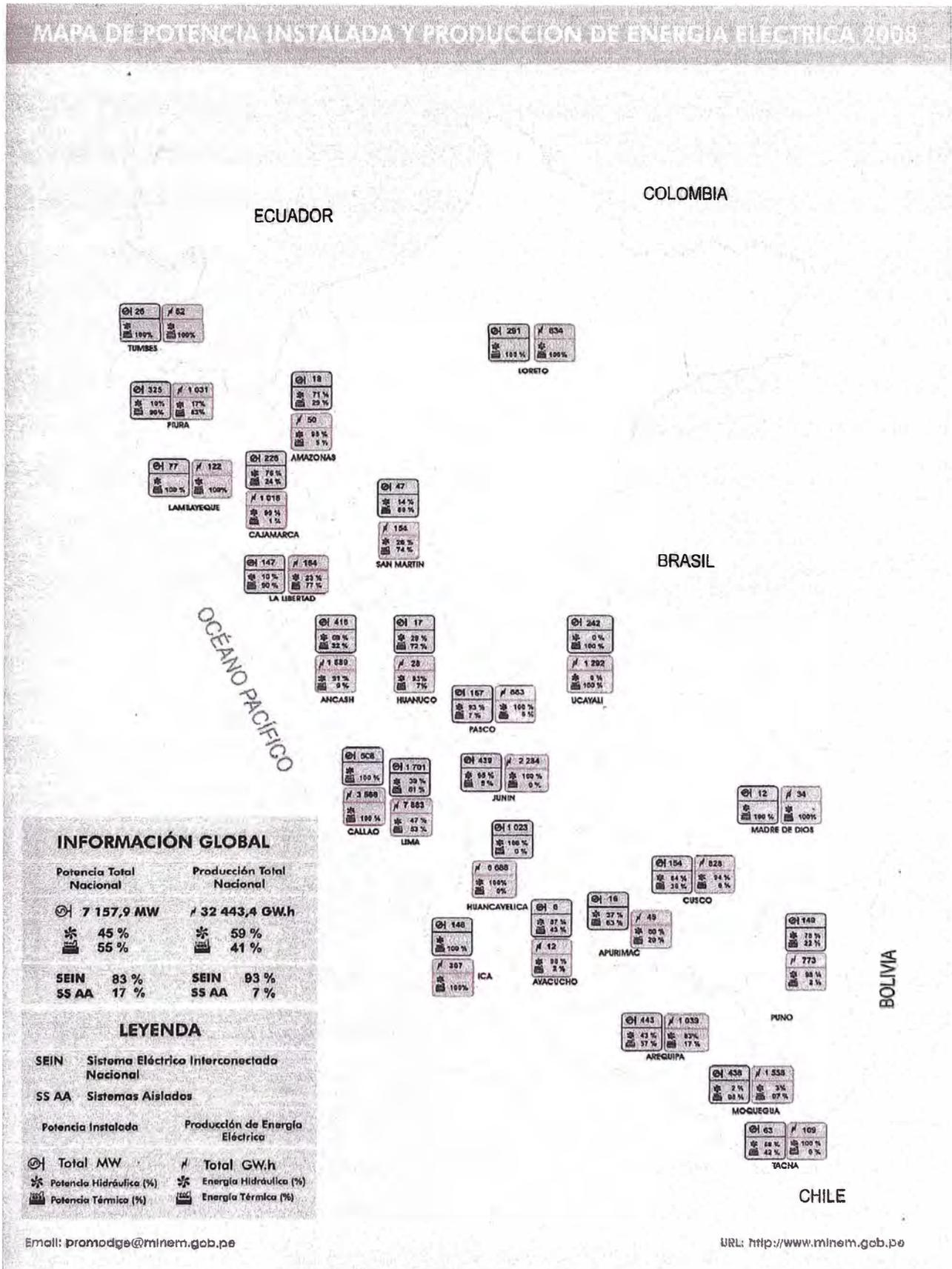
ANEXO C1

PRINCIPALES CENTRALES ELECTRICAS 2008



ANEXO C2

MAPA DE POTENCIA INSTALADA Y PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA 2008



INFORMACIÓN GLOBAL

Potencia Total Nacional	Producción Total Nacional
7 157,9 MW	32 443,4 GW.h
45 % Hidráulica	59 % Hidráulica
55 % Térmica	41 % Térmica
SEIN 83 %	SEIN 83 %
SS AA 17 %	SS AA 7 %

LEYENDA

SEIN	Sistema Eléctrico Interconectado Nacional
SS AA	Sistemas Aislados
Potencia Instalada	Producción de Energía Eléctrica
Total MW	Total GW.h
Potencia Hidráulica (%)	Energía Hidráulica (%)
Potencia Térmica (%)	Energía Térmica (%)

ANEXO C3



INTRODUCCIÓN

El presente boletín muestra los principales indicadores de la Operación del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), basado en la información alcanzada al OSINERGMIN por el Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES), correspondiente al mes de DICIEMBRE del 2009.

Salvo indicación expresa en contrario, los valores de potencia se indican en MW, y los valores de energía en GW.h.

Los costos marginales han sido calculados con el tipo de cambio venta del último día útil del mes de diciembre (TC = 2,891 S/ / US\$). Asimismo, los valores calculados para los costos marginales, están referidos a la Barra Santa Rosa 220 KV.

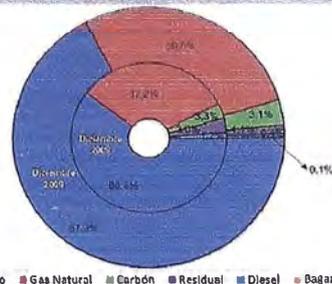
La Potencia Firme, es la potencia que puede suministrarse en cada unidad generadora con alta seguridad de acuerdo a lo que define el Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas, según la ÚNICA disposición complementaria modificatoria de la Ley 28832.

Producción de Energía en el SEIN

Producción de Energía Eléctrica por Tipo de Fuente de Energía

Fuentes de Producción	Año	IV Trimestre				Acumulado Dic-2009			
		I Trimestre	II Trimestre	III Trimestre	Octubre				
Hidroeléctrica	Hidro	2009	5 144,1	4 782,1	4 046,2	1 460,6	1 550,2	1 792,4	18 751,7
	2008	3 307,9	4 502,4	3 755,4	1 466,7	1 428,8	1 499,0	18 010,2	
	2009	1 912,4	2 215,7	2 720,1	994,6	773,6	744,6	0 261,1	
Termoeléctrica	Gas Natural	2008	1 709,1	2 382,0	2 737,5	853,0	648,4	802,4	9 312,9
	2009	192,0	181,3	292,6	82,9	68,0	81,7	929,1	
	2008	124,9	223,3	298,8	90,4	90,0	81,6	908,3	
Residual	2009	112,1	166,1	242,2	65,3	72,3	28,3	679,2	
	2008	120,0	191,7	122,2	64,4	67,6	74,8	684,6	
	2009	24,3	18,9	82,7	25,0	48,0	10,5	184,3	
Renovable	Diesel	2008	40,3	54,9	190,4	28,6	7,0	30,8	341,8
	2009	0,0	0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	
	2008	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Periodo 2009		7 385,5	7 331,1	7 383,8	2 541,4	2 536,0	2 699,2	29 097,3	
Periodo 2008		7 302,7	7 337,2	7 434,4	2 593,8	2 441,5	2 489,3	29 958,7	
Variación 2009/2008		0,7%	0,4%	-0,6%	-0,3%	5,9%	8,8%	0,6%	

Producción del SEIN por Tipo de Combustible Diciembre 2009/2008



En diciembre, la producción total de energía en el SEIN se incrementó en 6,9% respecto al mismo mes del año 2008. La producción termoeléctrica se efectuó principalmente sobre la base del Gas de Camisea, cuya participación en la producción mensual se incrementó de 4,9% en el mes que se inició la explotación de este yacimiento (septiembre 2004) a 24,0% correspondiente al presente mes.

La producción de energía hidráulica del SEIN, durante el mes de diciembre, muestra un predominio con 67,3% del total de la energía producida, ha aumentado su participación en 7,0% respecto al mismo mes del año anterior y ha aumentado su participación en 2,0% en lo que va del año. Con relación al mes anterior, se observa un aumento en la participación hidráulica debido a una mayor disponibilidad del volumen de agua en las lagunas de Junín y de Edeget.

ANEXO C4



Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Electricidad

INFORMATIVO DGE N° 5 MAYO 2005

El Sistema Eléctrico Interconectado Nacional – SEIN, abasteció de energía eléctrica a Ecuador hasta superar la situación de emergencia en Machala.

El día 19 de mayo de 2005 se presentó una falla en el transformador 132/66 kV de la SE Machala, por lo que la provincia de EL Oro, Ecuador, quedó sin suministro eléctrico. Para superar esta situación el Presidente del Ecuador, Dr. Alfredo Palaco, solicitó al Presidente de la República Dr. Alejandro Toledo, el suministro eléctrico desde el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, utilizando la línea de interconexión Zorritos-Machala. Asimismo, designó una delegación de su país, conformada por funcionarios del sector eléctrico ecuatoriano para tratar las condiciones de este suministro con los representantes del Ministerio de Energía y Minas del Perú.

La delegación del Ecuador fue atendida en el despacho del Vice Ministro de Energía, con la participación de un grupo de funcionarios y representantes del Ministerio, OSINERG, COES y REP. En dicha reunión la delegación del Ecuador expuso la situación de emergencia suscitada y se trataron los aspectos relacionados a las condiciones de suministro requerido para atender el servicio eléctrico a la provincia de El Oro, estimándose una máxima demanda de entre 60 y 80 MW por un plazo de cinco días, empujable como máximo en dos días. Se convocó a Electrop Perú S.A., empresa que, dada la emergencia planteada, aceptó asumir el suministro temporal con las garantías económicas ofrecidas por TRANSELECTRIC.

Esta exportación de electricidad a Ecuador se desarrolló bajo el marco de la normativa peruana, con garantía de la cobertura de todos los costos incurridos en el suministro.

La delegación del Ecuador, en reunión de trabajo con los representantes del Ministerio de Energía y Minas, OSINERG y COES, informó el 26 de mayo que la situación de emergencia había sido superada con la instalación de un transformador de repuesto en la SE Machala, debido a lo cual el Centro de Control del COES reportó que a las 15:41 h de dicho día se había concluido exitosamente con las maniobras de desconexión de Machala del SEIN.

Este evento ha permitido probar a la línea de transmisión de 220 kV Zorritos – Machala en condiciones de operación normal con resultados favorables. Asimismo ha permitido flexibilizar la posición de la Delegación Ecuatoriana respecto a temas regulatorios pendientes, por lo que se prevé la próxima suscripción de los Acuerdos Operativo y Comercial entre CONELEC, GENACE y COES.

Finalmente, la delegación del Ecuador expresó, a nombre de su Gobierno, el agradecimiento al Gobierno del Perú, y en particular al Ministerio de Energía y Minas, al COES y a ELECTROPERÚ S.A por la diligente y oportuna provisión del servicio eléctrico a la provincia de El Oro.



L.T. Zorritos – Machala – 220 kV

Estudio para la fijación de las horas de regulación y la probabilidad de excedencia mensual para efectos de evaluación de la potencia firme hidráulica

En el marco del Artículo 110° - literal d) del Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas se establece que el Ministerio de Energía y Minas fijará las Horas de Regulación (HR) y la Probabilidad de Excedencia Mensual (PEM) para efectos de la evaluación de la Potencia Firme Hidráulica, dependiendo de las características propias de cada sistema eléctrico y de la garantía exigida a los mismos.

Con base en el Estudio realizado por la DGE, se elaboró el Proyecto de Resolución Ministerial que fija las HR y PEM, el cual fue pre-publicado en la página Web del MEM, a fin de recibir los aportes de las diversas instituciones relacionadas con el subsector, para los ajustes respectivos. Sobre la base de los resultados, el Ministerio de Energía y Minas establecerá las Horas de Regulación y Probabilidad de Excedencia Mensual para el periodo mayo de 2005 a Abril de 2009. En la gráfica se muestra la evolución de la Potencia Firme total, notándose que con los valores actuales de PEM y HR es posible atender la Máxima Demanda anual prevista en el periodo de estudio.



A continuación se detallan las conclusiones del Estudio:

- Con los valores vigentes de Horas de Regulación (7 horas) y Probabilidad de Excedencia mensual (95%), la Máxima Demanda anual del SEIN podría ser atendida con el equipamiento actual y con el nuevo que se considera será instalado en el periodo de Estudio.
- Se ha determinado que la Potencia Garantizada de las centrales hidráulicas alcanza su valor máximo con PEM inferiores al 95%, y también se ha determinado que la energía generable calculada sobre la base de los criterios de volumen inicial y final del PR-N° 26 del COES, aseguran la cobertura de la demanda de la energía en el periodo de Estudio. Por lo cual se recomienda que la Probabilidad de Excedencia mensual se mantenga en 95%.
- Asimismo se ha determinado que los mayores requerimientos de capacidad de generación del SEIN se dan a partir de las 17:00 horas por lo que se recomienda que el periodo de Horas de Regulación sea fijado en 7 horas (de 17:00 a 24:00 horas). Sin embargo, la normalidad no precisa que éstas sean establecidas como un intervalo definido de tiempo; en consecuencia, se fijará sólo la magnitud de las Horas de Regulación.

Dirección General de Electricidad

ANEXO C5

InfoSinergmin

Aracati y Sao Gonzalo do Amarante, municipios en el estado de Ceará, en el nordeste de Brasil. El crédito forma parte de una línea abierta por el gobierno brasileño para incentivar el desarrollo de energías alternativas. Esta financiación eleva a alrededor de 697,7 millones de dólares el total de recursos que el BNDES ha cedido para la construcción de siete diferentes parques de generadores de energía eólica. (Fuente: *Lawyer, Brasilia, 11.nov.09*)

Ecuador hace frente a su crisis eléctrica con importaciones de Perú y Colombia

Falta de infraestructura en el sector eléctrico desató nueva crisis

La crisis eléctrica en Ecuador, que obligó a declarar el sector en emergencia y a racionar el suministro, resucitó un viejo problema de este país. Un déficit en la generación por falta de infraestructura, que desata crisis cíclicas desde 1992, la prolongada sequía y el menor abastecimiento por parte de Colombia crearon la actual coyuntura, obligando a realizar cortes de hasta ocho horas diarias en todo el país. Si bien esta situación no es nueva para los ecuatorianos, que han debido soportar seis periodos de racionamientos desde 1995. El gobierno ecuatoriano declaró en emergencia el sector eléctrico por 60 días. El decreto de emergencia garantiza la importación de combustibles para las plantas térmicas y el desembolso de recursos. Los niveles críticos de la hidroeléctrica de Paute precipitaron la emergencia, ya que su producción se redujo a 35% de la demanda total, cuando en condiciones normales es de 60%. El presidente ecuatoriano Rafael Correa confió en que la situación esté «controlada» en 10 días gracias a acuerdos con Colombia y Perú para aumentar la exportación y al montaje de una central térmica provista por un país que no especificó. El suministro colombiano pasará de 1 200 a 3 mil megavatios/hora por día, mientras que Perú reactivará las exportaciones con 1 200 megavatios/hora por día, según un preacuerdo alcanzado entre dichos países. (Fuente: *Yaboo LaPrensaGráfica, Quito, 10 y 18.nov.09*)

México se estaría quedando sin petróleo

Presidente Calderón afirma que la reforma energética se debió realizar 20 años atrás

El presidente mexicano Felipe Calderón afirmó que el petróleo del país azteca «se está acabando» y consideró que ese problema es «muy serio». La producción petrolera mexicana en los campos petroleros en aguas poco profundas del país cayó dramáticamente en los últimos años y el país aún no ha comenzado a explotar sus reservas potenciales en aguas profundas. El líder de los mexicanos dijo que «tenemos un problema muy serio en México. El problema más serio que tenemos ahora en finanzas públicas es que se nos está acabando el periódico». Asimismo, añadió que «las decisiones que se tomaron apenas el año pasado con la reforma en materia de energéticos se debieron haber tomado hace 10 o 20 años. La verdad es que el petróleo se está acabando por no haber tomado las decisiones a tiempo». El presidente mexicano dijo, sin embargo, que está seguro que el próximo año se estabilizará la plataforma de producción petrolera. (Fuente: *Admundo, México D.F., 25.nov.09*)

China afronta fuerte escasez de gas por crudo invierno

Severas medidas de emergencia se adoptaron para hacer frente a la escasez

La creciente demanda de gas, motivada por las bajas temperaturas de las últimas semanas causó una escasez de este recurso en las regiones centrales y orientales de China. Sin embargo, la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma

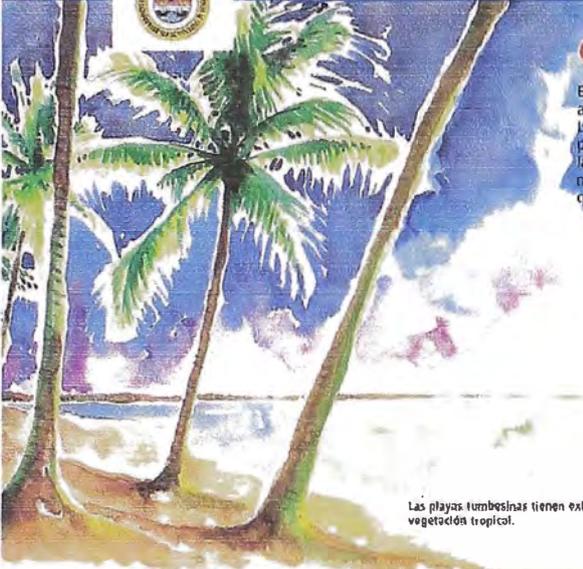
ANEXO C6

INFORMACIÓN GENERAL DE LA REGIÓN TUMBES



Tumbes


35



UBICACIÓN

Está ubicado en la costa norte del país. Limita al norte con el océano Pacífico; al sur, con Piura y Ecuador; al este, con Ecuador; al oeste, con el océano Pacífico.

La geografía del departamento de Tumbes es la más interesante y pintoresca de la costa del Perú, no sólo por encontrarse en la zona de transición entre la parte ecuatorial tórrida y los desiertos costeros, sino por la extraordinaria configuración de sus costas. En su litoral se observan ciertos movimientos de marea que no se presentan tan nitidamente en otros lugares. Los manglares contribuyen a la formación de llanuras, que han ganado terreno al mar y tienen gran riqueza ecológica.

Creación: 25 de noviembre de 1942
Superficie: 4.657 km²
Latitud sur: 3°23'24"
Longitud oeste:
 Entre meridianos 80°18'21" y 81°2'20"
Densidad demográfica:
 41 Hab. / km², aproximadamente
Población:
 Total: 188.718
 Hombres: 99.693
 Mujeres: 89.025

Capital de departamento: Tumbes.
 Altura de la capital: 7 msnm.
Provincias: Tumbes, Contralmirante Villar, Zarumilla.
Número de distritos: 12.
Clima: Semitropical. La temperatura en la ciudad de Tumbes es más cálida y lluviosa que en el resto de la costa peruana, con abundante vegetación. La temperatura media en Zorritos es de 24°C, con una mínima de 15°C y una máxima de 35°C.

Las playas tumbesinas tienen exuberante vegetación tropical.

TRANSPORTE

Aeropuerto: En Tumbes.

GEOGRAFÍA

Ríos más importantes
Tumbes y Zarumilla.

Islas
Tumbes, Cucaracha, Correa, Matapalo, Roncal.

Abras
Laurcano (a 370 msnm) y Canzalillo (a 3.850 msnm), en Contralmirante Villar.

HISTORIA

Durante la época preinca dominaba la zona la cultura Tumpis, cuyos integrantes fueron grandes navegantes y talladores. Pachacútec los sometió a su dominio y, quizá después del año 1400, fue Huayna Cápac quien convirtió parte de este territorio en un centro de operaciones militares y foco de expansión. Por lo tanto, mandó construir caminos, viviendas, palacios y templos. Tiempo después, en 1528, los españoles arribaron a las tierras tumbesinas. Tras la segunda llegada de Pizarro a Tumbes, en 1532, los europeos se toparon con la feroz resistencia de los indígenas dirigidos por el curaca Chilimasa, quien murió en la famosa Batalla de los Manglares. Luego, Pizarro mandó erigir una cruz en el lugar denominado Esteros La Chepo; fue hecha con madera de cocobolo, con una altura de 1,53 metros, y aún hoy se puede ver en la biblioteca municipal del distrito De la Cruz. El 7 de enero 1821, Tumbes altivamente proclamó su independencia.

ECONOMÍA

La agricultura ha mejorado con la irrigación de Puyango-Tumbes. Se cultiva arroz, soya, plátanos, maíz, yuca, camote, frejol, limón, cacao, tabaco y algodón. Las principales crianzas son caprinos, porcinos y la piscicultura.

En los manglares existe una rica fauna para la alimentación local: langostinos, conchas negras (único lugar del país en donde viven estos deliciosos moluscos) y caracoles. Existe una gran actividad comercial en la frontera con Ecuador.

En cuanto a minería, su suelo es rico en petróleo, sobre todo en la zona de Zarumilla. También produce gas, carbón, sal, yeso. La industria está centrada en la congelación de langostinos y pescado para exportación. Cuenta con la central térmica de Tumbes, con 12.4 MW de capacidad de generación.



Ave frigate de los manglares y la costa de Tumbes.

El Santuario Nacional Manglares de Tumbes es un área protegida. Es un lugar único, en donde se unen las aguas del mar y el río. Las enormes y extrañas raíces de los mangles (árboles) y los hilos que cuelgan de sus copas forman un ambiente ideal para la vida de aves, nutrias, cocodrilos, cangrejos, peces, etc.

TURISMO

El territorio de Tumbes ofrece extensos desiertos que alternan con valles pintorescos y fecundos. Uno de sus principales atractivos lo constituyen sus hermosas playas de arena blanca y aguas templadas. Destacan Puerto Pizarro, Playa Hermosa, Caleta de la Cruz, Santa Rosa, Zorritos y Punta Sal.

Por otro lado, tiene sorprendentes manglares, esto es, bosques acuáticos con aves multicolores, reptiles y invertebrados. La zona debe su nombre a la planta mangle, que crece en la región de los esterios (entre los ríos Tumbes y Zarumilla), es muy resistente a la salinidad y de cuya corteza se obtiene el tanino. Allí sobresalen la Isla de Pájaros y la Isla del Amox, lugares verdaderamente preciosos. Asimismo, el Bosque de los Manglares de Tumbes, con más de 75 mil hectáreas de paisajes paradisíacos, y la Fortaleza de los Tumpis, a 5 kms de la capital tumbesina, son grandes atractivos turísticos, aunados a la gentileza de su gente.

EDUCACIÓN

Colegios públicos y privados
Total : 410
Educación Inicial : 146
Educación primaria : 185
Educación secundaria : 79

Universidades
Universidad Nacional de Tumbes.



Punta Sal es un balneario de aguas cálidas y hermoso paisaje.





DESDE OCTUBRE DE 2006 PROVEERÁ 70 MILLONES DE PIES CÚBICOS

BPZ exportará gas a Ecuador

► Empresa opera en el zócalo continental de Tumbes

SETENTA millones de pies cúbicos diarios de gas natural exportará la empresa BPZ Energy a Ecuador desde octubre de 2006, informó Rafael Zoeger, representante de la empresa estadounidense que opera en Tumbes.

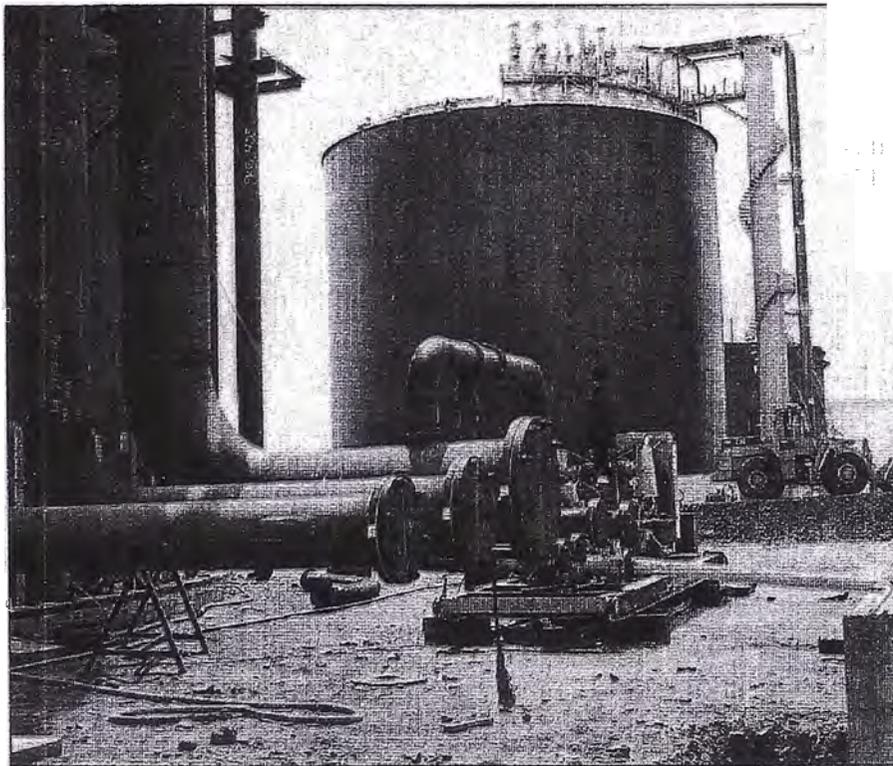
La compañía comenzará en julio del próximo año a extraer gas en el zócalo continental de Tumbes, que tiene reservas probables de cuatro trillones de pies cúbicos, aproximadamente la tercera parte de Camisea, manifestó a la agencia *Andina*.

"Sabremos con más exactitud las reservas probadas cuando se inicien los trabajos de exploración de nuevos pozos", anunció Zoeger.

Esta empresa estadounidense, asociada con capitales peruanos, opera el lote Z-1, ubicado en el mar, y el lote 19, situado en tierra, ambos en la Región Tumbes, donde explora con una inversión de 100 millones de dólares.

En la etapa inicial se exportarán 30 millones de pies cúbicos diarios de gas natural a tres empresas ecuatorianas generadoras de electricidad que trasladarán sus plantas térmicas a la frontera con el Perú para recibir el gas.

Paulatinamente, la producción aumentará hasta alcanzar los 100 millones de pies cúbicos diarios en octubre de 2006, de los cuales 70 millones serán exportados a Ecuador y los 30 mi-



• El gas que extraerá BPZ Energy equivale a la tercera parte de Camisea,

liones restantes serán para el consumo nacional.

La próxima semana la empresa il-

lustrará a escala internacional la compra de los equipos para construir una central térmica a gas natural, que ge-

nerará 150 megavatios de energía, la que se interconectará al sistema eléctrico peruano.

Mineras deberían aumentar sus PAMA

El ministro de Energía y Minas, Glodomiro Sánchez, afirmó que las empresas mineras que obtuvieron mayores ingresos el año pasado, debido al significativo incremento de los precios de los metales, podrían aumentar sus aportes al desarrollo de los diversos programas ambientales.

"La implementación de programas de responsabilidad social debe incorporar mayores compromisos por parte de las empresas en el área de influencia donde ellas se desempeñan", comentó.

Aseguró que el año pasado casi todas las empresas mineras obtuvieron ganancias, lo que les posibilitaría aportar un poco más para los programas de derecho ambiental.

No obstante, Sánchez recordó que en materia de responsabilidad social las inversiones que efectúan las empresas mineras son voluntarias.

"Todos queremos tranquilidad y paz social. Lo que buscamos con ello es asegurar la gobernabilidad. Por eso, una mayor interacción de las empresas como medios sociales resulta fundamental para conseguir estos objetivos", precisó.



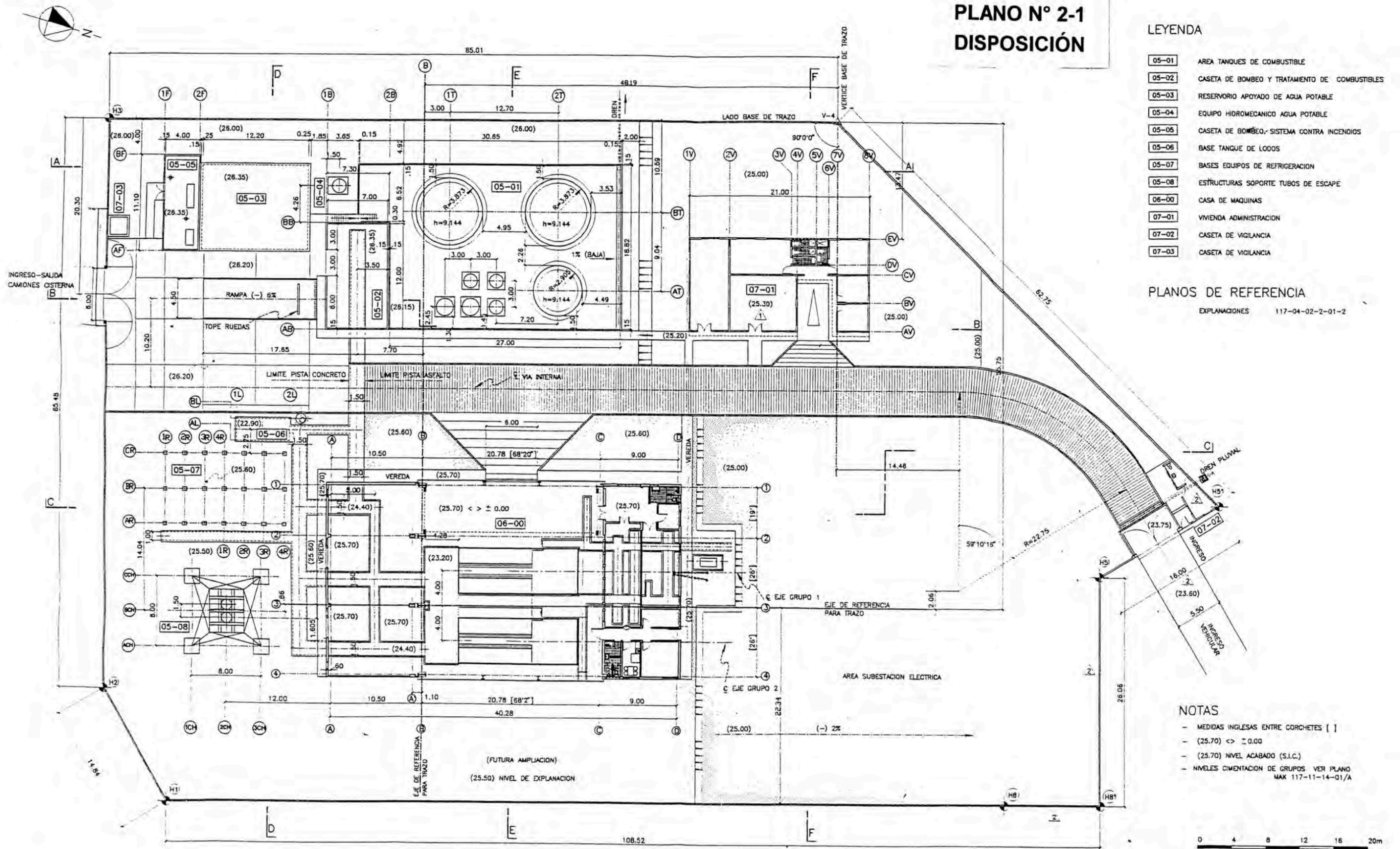
PLANO N° 2-1 DISPOSICIÓN

LEYENDA

- [05-01] AREA TANQUES DE COMBUSTIBLE
- [05-02] CASETA DE BOMBEO Y TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLES
- [05-03] RESERVOIRIO APOYADO DE AGUA POTABLE
- [05-04] EQUIPO HIDROMECANICO AGUA POTABLE
- [05-05] CASETA DE BOMBEO SISTEMA CONTRA INCENDIOS
- [05-06] BASE TANQUE DE LODOS
- [05-07] BASES EQUIPOS DE REFRIGERACION
- [05-08] ESTRUCTURAS SOPORTE TUBOS DE ESCAPE
- [06-00] CASA DE MAQUINAS
- [07-01] VIVIENDA ADMINISTRACION
- [07-02] CASETA DE VIGILANCIA
- [07-03] CASETA DE VIGILANCIA

PLANOS DE REFERENCIA

EXPLANACIONES 117-04-02-2-01-2



NOTAS

- MEDIDAS INGLESAS ENTRE CORCHETES []
- (25.70) <> ± 0.00
- (25.70) NIVEL ACABADO (S.I.C.)
- NAVELES CIMENTACION DE GRUPOS VER PLANO MAX 117-11-14-01/A

APTO PARA CONSTRUCCION

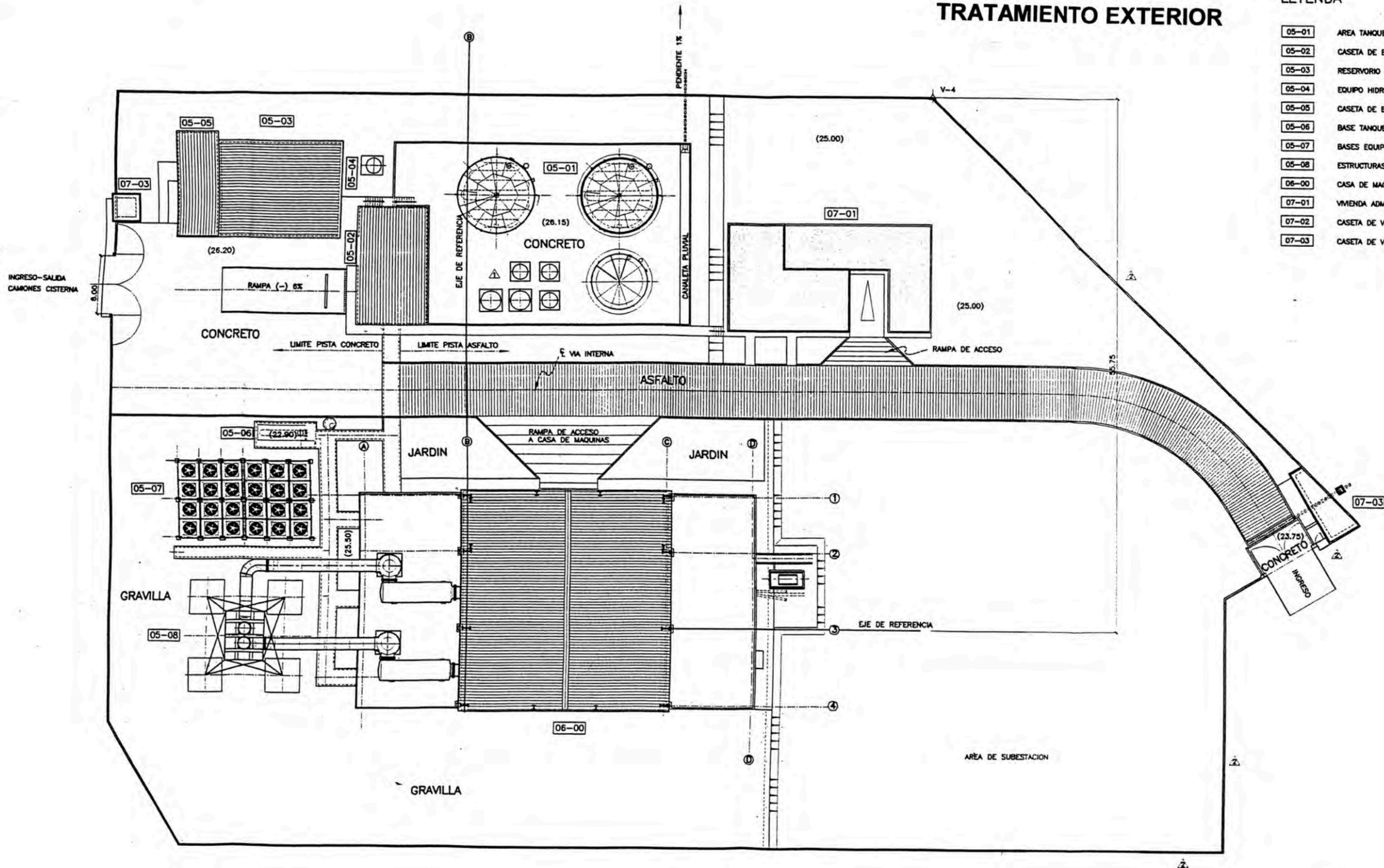
PROYECTO-Nº	DIRECTOR
RECORD-Nº	CACTUNIBS/C
	1998 FEB
	ORILLAS AGP77
	APRIL 12 OCT 78

117-04-01-1-01

PLANO N° 2-2 TRATAMIENTO EXTERIOR

LEYENDA

- 05-01 AREA TANQUES DE COMBUSTIBLE
- 05-02 CASETA DE BOMBEO Y TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLES
- 05-03 RESERVORIO APOYADO DE AGUA POTABLE
- 05-04 EQUIPO HIDROMECANICO AGUA POTABLE
- 05-05 CASETA DE BOMBEO, SISTEMA CONTRA INCENDIOS
- 05-06 BASE TANQUE DE LODOS
- 05-07 BASES EQUIPOS DE REFRIGERACION
- 05-08 ESTRUCTURAS SOPORTE TUBOS DE ESCAPE
- 06-00 CASA DE MAQUINAS
- 07-01 VIVIENDA ADMINISTRACION
- 07-02 CASETA DE VIGILANCIA
- 07-03 CASETA DE VIGILANCIA



APTO PARA CONSTRUCCION		lectroperu s.a.	
PROYECTO-N°	DIRECTOR	ESTACION	C.T. TUMBES
RECORD-N°	CA/CRIMBES/CT-111.888	INSTRUMENTACION	
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
INGENIERO	INGENIERO	INGENIERO	INGENIERO
APROBADO	APROBADO	APROBADO	APROBADO
DISEÑO		DISEÑO	
117-04-07-1-01		117-04-07-1-01	

