

121
2 ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**"DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECANICO PARA
UNA LOCOMOTORA GENERAL ELECTRIC MODELO
SUPER 7."**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
MARTIN SALVADOR VALDEZ ATA

ASESOR: ING. EDUARDO SALAS CORDOVA.

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO.

1998.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

268166



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Desarrollo de un Programa de Mantenimiento Preventivo Mecánico para una Locomotora General Electric modelo Super 7"

que presenta el pasante: Martín Salvador Valdez Ata
con número de cuenta: 8518412-7 para obtener el TÍTULO de:

Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

A T E N T A M E N T E.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 2 de septiembre de 199 R

PRESIDENTE M.en I. Marco Antonio Alarcón Ramírez

VOCAL Ing. Daniel Hernández Pecina

SECRETARIO Ing. Eduardo Salas Córdova

PRIMER SUPLENTE Ing. Enrique Cortés González

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Felipe Díaz del Castillo

[Handwritten signatures and stamps of the board members]



A ti Señor mío.

Te doy las gracias por permitirme nacer y por ser la guía y esperanza en esta etapa de mi vida, tú que me has dado la oportunidad de tener quien me orientará por el camino de la vida para poder terminar mi carrera profesional.

A mis Padres.

Salvador Valdez Corona y Oliva Ata de Valdez.

A quienes me han heredado el tesoro más valioso que pueda dársele a un hijo.

A quienes sin escatimar esfuerzos me han formado y educado.

A quienes la ilusión de su existencia ha sido verme convertido en persona de provecho.

A quienes solo me resta decirles gracias por el apoyo, la confianza y la fé que depositaron en mí durante mi formación, espero corresponder a su confianza, sacrificios y desvelos, y así valorar la educación y cariño que me han dado.

A mi esposa e hijo.

Yolanda y Brian Alexis.

Les doy las gracias por ser el pilar de mi superación, la razón de mi vida y por todo el apoyo moral que en mí han depositado durante mi formación profesional, deseo ser el pilar y la guía de sus vidas, espero corresponderles con mi respeto, confianza y cariño por siempre.

A mis hermanos.

Lupita, Yolis, Rosita, Gaby, Fernando, Marisol, Araceli, Marco Antonio y Nancy.

Les doy las gracias con mi más profundo respeto y cariño por ser el apoyo moral y económico más grande que he tenido para seguir siempre adelante y poder lograr mis metas y objetivos. Gracias a Dios por ser mi familia, les viviré eternamente agradecido.



A mis sobrinos.

Nelly, Jaque, Alex, Lety, David, Gabriel, Biby, Virys, Ivan, y Eduardo.

A todos ustedes que viven su primera etapa de la vida y empiezan a descubrir las maravillas que tiene este mundo, les ofrezco mi cariño y comprensión y el mejor de mis deseos "Siempre disfruten del cariño de sus padres y hermanos". Y en memoria de Aly quien fue todo encanto y ternura, que Dios la tenga en santa gloria.

A mis Familiares.

Salvador, Arturo, Francisco A., Francisco S. Cirilo y Hector.

Les agradezco infinitamente todo el apoyo moral y económico que me han ofrecido para terminar mi formación profesional. Así mismo; les doy las gracias infinitamente a todos ustedes que en mayor o menor grado me han impulsado a seguir siempre adelante y me han orientado con sus consejos para poder lograr hoy está meta.

A mi Asesor de tesis.

Ing. Eduardo Salas Córdova.

Le doy las gracias por el apoyo moral recibido durante todo este tiempo, por sus consejos tan valiosos, por el enorme ejemplo que tengo de sus actos y por la confianza que ha depositado en mí. Deseo expresarle mi más profundo agradecimiento hoy y siempre.

A mis Profesores.

Les doy las gracias por haber tenido paciencia durante mi enseñanza y aprendizaje desde mi niñez hasta mi formación profesional.



ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN.	I
CAPITULO 1.	
GENERALIDADES DE LA LOCOMOTORA SUPER 7.	
1.1. Locomotoras diesel-eléctricas.	1
1.2. Descripción de términos.	4
1.3. Distribución de una locomotora diesel eléctrica.	6
1.3.1. Descripción de la distribución de una locomotora diesel eléctrica.	7
1.4. Elementos de control para el arranque y paro del motor diesel.	10
1.5. Principales sistemas de una locomotora diesel-eléctrica.	11
1.5.1. Sistema mecánico.	12
1.5.2. Sistema eléctrico.	22
1.5.3. Sistema neumático.	27
CAPITULO 2.	
DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DIESEL.	
2.1. Descripción.	50
2.2. Funcionamiento de un motor diesel de cuatro tiempos.	53
2.3. Partes de un motor diesel.	61
2.3.1. Conjunto exterior del motor diesel.	61



ÍNDICE

	Página
2.3.2. Conjunto interior del motor diesel.	66
2.3.3. Elementos de distribución del motor diesel.	74
2.4. Sistemas auxiliares del motor diesel.	79
2.4.1. Sistema de combustible.	79
2.4.2. Funcionamiento.	81
2.4.3. Sistema de lubricación.	81
2.4.4. Funcionamiento.	83
2.4.5. Sistema de agua de enfriamiento.	85
2.4.6. Funcionamiento.	87
2.4.7. Sistema de aire para el motor diesel.	88
2.4.8. Funcionamiento.	89

CAPITULO 3.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

3.1. Introducción.	91
3.2. Procedimiento de trabajo mecánico en revisión trimestral.	92
3.2.1. Recepción/entrega de la locomotora.	92
3.2.2. Motor diesel funcionando (holgando).	93
3.2.3. Motor diesel parado.	95
3.2.4. Conjuntos de potencia.	99



	Página
3.2.5. Servicio a cremalleras de control.	100
3.2.6. Conexiones y mangueras de combustible.	100
3.2.7. Interenfriador.	100
3.3. Procedimiento de trabajo mecánico en revisión semestral.	101
3.3.1. Recepción/entrega de la locomotora.	101
3.3.2. Motor diesel funcionando (holgando).	102
3.3.3. Motor diesel parado.	103
3.3.4. Conjuntos de potencia.	107
3.3.5. Servicio a cremalleras de control.	107
3.3.6. Conexiones y mangueras de combustible.	111
3.3.7. Interenfriador.	111
3.3.8. Inspección interior del motor diesel.	112
3.3.9. Giro del turbocargador.	114
3.3.10. Bombas de inyección de combustible.	114
3.4. Procedimiento de trabajo mecánico en revisión anual.	115
3.4.1. Recepción/entrega de la locomotora.	115
3.4.2. Motor diesel funcionando (holgando).	116
3.4.3. Motor diesel parado.	119
3.4.4. Conjuntos de potencia.	123



	Página
3.4.5. Servicio a cremalleras de control.	132
3.4.6. Conexiones y mangueras de combustible.	134
3.4.7. Interenfriador.	134
3.4.8. Inspección interior del motor diesel.	135
3.4.9. Giro del turbocargador.	137
3.4.10. Bombas de inyección de combustible.	137
3.4.11. Cambio de inyectores.	140
3.4.12. Cambio del interruptor de presión del cárter.	142
3.4.13. Sistema del gobernador de sobrevelocidad.	145
 CAPITULO 4. PRUEBAS.	
4.1. Periodo de asentamiento del motor diesel.	147
 CONCLUSIONES.	 157
 BIBLIOGRAFÍA.	 160



INTRODUCCIÓN

En la actualidad para poder conquistar los mercados industriales, es de vital importancia que toda empresa sea debidamente administrada, a fin de que todos los recursos sean lo mejor aprovechados de una forma equilibrada obedeciendo a una planeación inteligente.

Desafortunadamente en nuestro medio, gran parte de las empresas son manejadas empíricamente, lo cual hace que sean deficientes desde el punto de vista productivo.

Esto se debe a que los puestos de mando están ocupados por personal que se ven limitados por los conocimientos necesarios para llevar a cabo su misión, metas y objetivos.

Por ello el mantenimiento se ha considerado de vital importancia en cualquier tipo de industria, puesto que reduce los costos de reparación, dando como resultado un incremento en la vida útil del equipo e instalaciones, evitando paros innecesarios en la línea de producción.

Es por eso que dentro del proceso productivo, se deberá implantar un sistema competitivo de mantenimiento que apoye la obtención de una elevada producción con excelente calidad, el cual necesariamente deberá apoyarse en un proceso de manutención de la maquinaria, equipo e instalaciones de la forma más económica posible y a largo plazo.

El contenido del presente trabajo, es una propuesta de mantenimiento mecánico preventivo para el motor diesel de una locomotora diesel-eléctrica Super 7, cuyos objetivos básicos son los siguientes:



- Seguridad y eficiencia en la operación del equipo ferroviario.
- Maximizar la vida útil del equipo programada por el fabricante.
- Obtener una excelente calidad en el servicio de mantenimiento.
- Maximizar la disponibilidad de la locomotora en camino.
- Minimización en los índices de fallas, garantizando un incremento en la fiabilidad.
- Preservación de los equipos e instalaciones, minimizando el mal uso y deterioro.

Al aplicar un proceso de mantenimiento preventivo, las funciones y tareas que debe desempeñar el técnico y/o profesional en locomotoras, encargado de ejecutar dichos trabajos de conservación; deberán realizarse de acuerdo a una metodología lógica y estructurada que obliga al establecimiento de una norma técnica que contenga una serie de cartas programables para obtener un mantenimiento normalizado que cumpla con los estándares y necesidades del cliente.



CAPITULO 1

GENERALIDADES DE LA LOCOMOTORA SUPER 7

1.1. Locomotoras diesel-eléctricas.

¿ Que es una locomotora diesel-eléctrica ?

Es un vehículo motor destinado al remolque de trenes, cuya planta motriz consta de un motor diesel acoplado directamente a un generador de corriente eléctrica, pasando dicha corriente a los motores de tracción, que son lo que producen finalmente el movimiento de la unidad.

La ASOCIACIÓN AMERICANA DE FERROCARRILES (A.A.R. por sus siglas en inglés) es la institución encargada de normalizar y regular la operación de los ferrocarriles asociados (Canadá, Estados Unidos de Norteamérica y México), la cual cuenta con una clasificación de las locomotoras diesel-eléctricas, de acuerdo a la disposición de los trucks y ejes motrices, la cual se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de locomotoras (según A.A.R.)

DESIGNACIÓN A.A.R	DISPOSICIÓN ESQUEMÁTICA	DESCRIPCIÓN
B-B	MM-MM	UNIDAD CON 2 TRUCKS, 2 EJES MOTORES POR TRUCK
B-B-B	MM-MM-MM	UNIDAD CON 3 TRUCKS, 2 EJES MOTORES POR TRUCK
1A-A1	1M-M1	UNIDAD CON 2 TRUCKS, UN EJE MOTOR Y UN EJE PORTANTE POR TRUCK.
C-C	MMM-MMM	UNIDAD CON 2 TRUCKS, 3 EJES MOTORES POR TRUCK
2-D + D-2	11-MMMM-MMMM-11	UNIDAD CON 4 TRUCKS, 2 TRUCKS CON 4 EJES MOTORES POR TRUCK, Y 2 TRUCKS CON 2 EJES PORTANTES POR TRUCK, LOS TRUCKS MOTORES ESTÁN ARTICULADOS.

**NOMENCLATURA:**

- (M) EJE MOTRIZ.
- (1) EJE PORTANTE.
- (2) DOS EJES PORTANTES.
- (+) INDICA ARTICULACIÓN.

La clasificación de las locomotoras en Ferrocarriles Nacionales de México (F.N.M.) y nuevos ferrocarriles de iniciativa privada que operan en nuestro país se establece de acuerdo a su clase, donde la clase es un número de identificación de la locomotora según sus características, a continuación se muestran algunos ejemplos y se proporciona la información básica de una de ellas en la tabla 2.

B-23-7
C-30-7
C-30-S7

Donde:

C - 30 - S7

Significa:

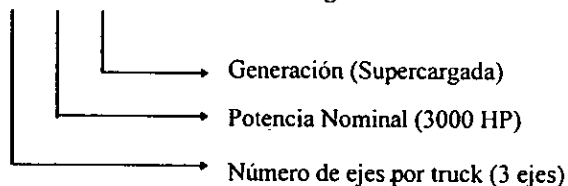


Tabla 2. Información básica de la locomotora diesel-eléctrica C-30-S7.

CONCEPTO	SISTEMA INGLES	SISTEMA METRICO
POTENCIA NETA (HP)	3,000	3,000
TIPO	C - C	C - C
DIMENSIONES PRINCIPALES:		
LONGITUD	67 PIES 3 PULG.	20.50 MTS.
ALTURA	15 PIES 4 PULG.	5.97 MTS.
ANCHURA	10 PIES 3 PULG.	3.92 MTS.
PESO TÍPICO	395,000 LBS.	179,172 KG.
CAPACIDAD DE MATERIALES:		
TANQUE DE COMBUSTIBLE	4000 GAL.	15,140 LTS.
TANQUE AGUA DE ENFRIAMIENTO	350 GAL.	1,324 LTS.
CARTER DE ACEITE DE LUBRICACIÓN	410 GAL.	1,552 LTS.
DEPOSITO DE ARENA	48 PIES-CUB.	1.30 MTS. CUB.



Así mismo, las locomotoras diesel-eléctricas pueden dividirse en tres grupos generales, de acuerdo con el tipo de servicio para el cual fueron diseñadas:

- a) Locomotora de patio.
- b) Locomotora de patio-camino.
- c) Locomotoras de camino.

a) La locomotora de patio: ha sido diseñada para manejar trenes a bajas velocidades, en los patios y terminales ferroviarias es donde tiene su principal aplicación, ya que por el tipo de labor que desarrolla, se requiere mucha fuerza y poca velocidad.

b) La locomotora de patio-camino: esta diseñada para operación sobre vías principales o ramales, ya sea en servicio de carga o pasajeros y también en servicio de patio.

c) Las locomotoras de camino: son las que emplean para grandes recorridos, están destinadas a servicio de pasajeros y de carga.

Otra clasificación existente, es aquella que atendiendo a la forma en que se transmite la potencia suministrada por el motor diesel hasta los ejes, se puede distinguir tres tipos de vehículo motor:

- a) De transmisión mecánica (diesel-mecánico):

Se encuentran comprendidos aquellos vehículos en los que el par motor proporcionado por el motor diesel se transfiere a los ejes motrices de forma mecánica; es decir, mediante sucesivos acoplamientos de piñones y engranes.

- b) De transmisión eléctrica (diesel-eléctrica):

En este tipo quedan incluidos los vehículos en los que el par motor es transmitido a los ejes motrices por medio de motores de tracción eléctricos. Aquí el motor diesel constituye una central térmica para la producción de electricidad.

- c) De transmisión eléctrica (eléctrica):

A esta clasificación pertenecen los vehículos cuya fuente de potencia se transmite de una subestación eléctrica a un transformador reductor de tensión el cual se encarga de transmitir la energía a los ejes motrices por medio de motores de tracción eléctricos.



1.2. Descripción de términos.

Los siguientes términos son adquiridos de la norma que rige la **ASOCIACIÓN AMERICANA DE FERROCARRILES (A. A. R.)** para una mejor familiarización con el contenido de este trabajo.

Potencia nominal para tracción: Es la potencia que el motor diesel entrega al generador principal.

Relación de engranes: Indica el número de dientes del engrane del eje motriz y el número de dientes del piñón del motor de tracción. En un engrane de eje que consta de 74 dientes con un piñón de 18 dientes del motor de tracción, se tiene una relación de engranes de 74:18, esto ocasiona que por cada 74 revoluciones de la armadura del motor, las ruedas motrices giren 18 revoluciones.

Velocidad máxima: La velocidad máxima que puede desarrollar una locomotora en forma segura y eficiente, esta limitada por la relación de engranes y por la velocidad en revoluciones de la armadura del motor de tracción.

Esfuerzo de tracción: Es la fuerza ejercida por una locomotora sobre la vía para el movimiento de un tren.

Fuerza tractiva: Es la fuerza ejercida por un equipo motriz, medida en la rueda de los ejes motrices.

Velocidad mínima: Es la más baja velocidad a que una locomotora puede operar continuamente sin sobrecalentar o dañar los motores de tracción.

Peso sobre ruedas: Es aquella porción del peso total de la locomotora que soportan las ruedas impulsadas por los motores de tracción. En el presente trabajo se considera que todo el peso lo llevan las ruedas motrices y el peso total corresponde al peso de la locomotora completamente abastecida.



Generador principal: Es una maquina eléctrica rotativa, la cual recibe la potencia mecánica del motor diesel y la convierte en energía eléctrica, para ser aplicada a los motores de tracción.

Motores de tracción: Son motores de corriente directa que convierten la energía eléctrica que recibe del generador principal, en energía mecánica para impulsar las ruedas de una locomotora.

Generador auxiliar: Es una máquina eléctrica rotativa, que proporciona la corriente para los aparatos auxiliares, alumbrado y carga de baterías.

Generador excitador: Es una máquina eléctrica rotativa, que proporciona la corriente de excitación para controlar la salida del generador principal.

Carga continua: Es el número máximo de amperes que puede soportar los conductores , del embobinado del motor de tracción en operación continua, sin que se dañe su aislamiento.

Motor de combustión interna: Es una máquina térmica que genera trabajo mediante la combustión dentro de ella, de una mezcla de combustible y aire.

Motor diesel: Es un motor de combustión interna en el que la compresión es lo suficientemente elevada para producir la ignición del combustible.

Turbocargador: Es una unidad, integrada por una turbina y un compresor centrífugo, la cual es accionada por los gases de escape del motor diesel, montados en una flecha común para entregar aire a los cilindros del motor diesel a una presión mayor que la atmosférica.



Compresor de aire: Es una máquina de aire de accionamiento mecánico, la cual va directamente acoplada al cigüeñal del motor diesel, su función es suministrar aire comprimido por la operación de los frenos principalmente, así como también para el equipo auxiliar neumático como son: areneros, motores limpiaparabrisas, corneta de aire y campana de señales.

Equipo de frenos de aire: Es la combinación de diferentes mecanismos operados con aire comprimido, cuyo objetivo primordial es disminuir el movimiento o velocidad de una locomotora o de un tren.

Cilindro de freno: Es un cilindro metálico sujeto al bastidor del truck, que contiene un pistón que es empujado por el aire comprimido para aplicar los frenos.

Truck: Es el conjunto de partes que conforman la estructura para soportar el cuerpo de un carro o locomotora en cada uno de sus extremos, en donde se montan también las ruedas y ejes.

1.3. Distribución de una locomotora diesel-eléctrica.

La estructura básica de una locomotora diesel-eléctrica, esta conformada por las siguientes partes:

- a) Parte frontal: área de la cabina.
- b) Parte central: área del motor diesel.
- c) Parte posterior: área del compresor de aire.
- d) Parte superior: área de radiadores.
- e) Parte inferior: área de trucks.

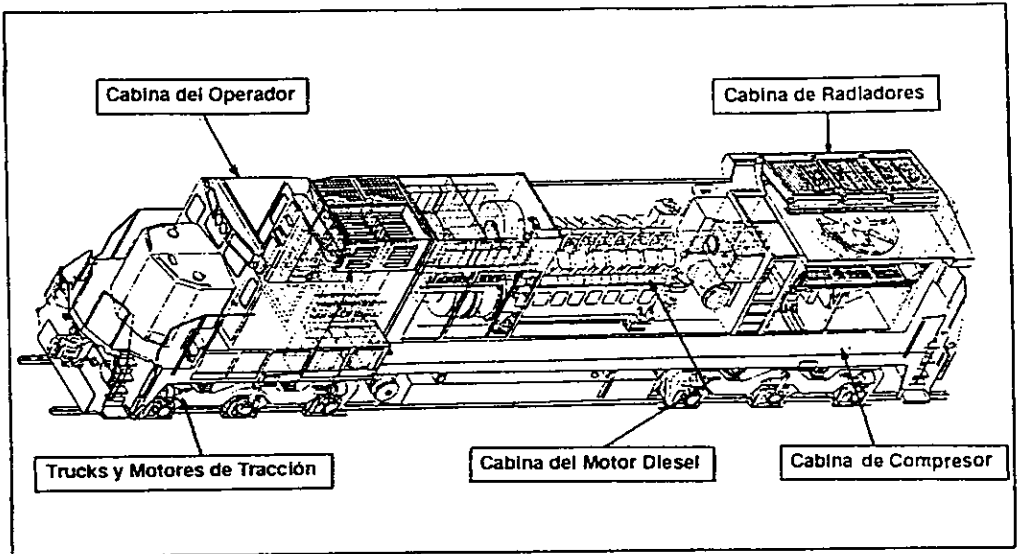


Figura 1. Distribución de una locomotora diesel eléctrica.

1.3.1. Descripción de la distribución de una locomotora diesel-eléctrica.

a) Área de la cabina:

Una cabina es el habitáculo desde el cual el maquinista realiza la conducción de la locomotora, para que esta conducción se óptima, evitando con ello fatigas excesivas, una cabina debe reunir las siguientes características:

- * Aislamiento acústico y térmico respecto al interior y exterior del vehículo. mediante materiales aislantes y cámaras de aire.
- * Visibilidad máxima.
- * Confort.
- * Facilidad de acceso a los mandos de conducción, control y distribución.



La conducción y control de la locomotora se realiza a través de un dispositivo que se ubica en el interior de la cabina de mando y se le denomina "Pedestal de control". La figura 2, muestra un diagrama típico del pedestal de control.

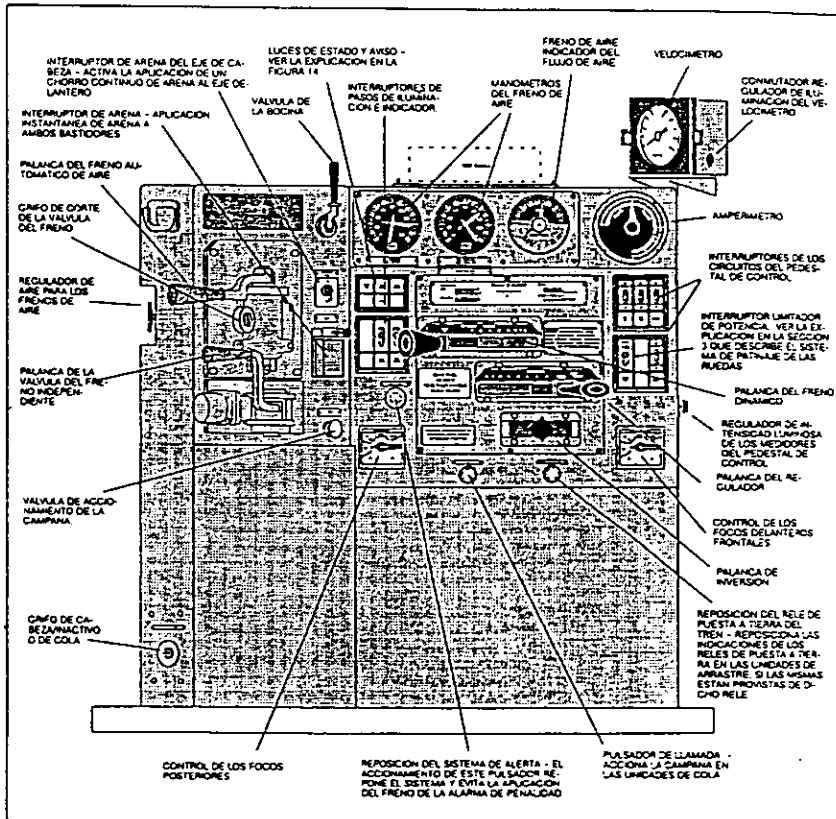


Figura 2. Pedestal de control.

b) Área del motor diesel:

Es el área o compartimento donde se localiza la fuente de energía térmica, el motor diesel.



c) Área del compresor de aire:

En esta área se localiza el compresor de aire, los equipos de freno dinámico y equipo engranado del ventilador.

d) Área de radiadores:

En esta área se localizan los bancos de radiadores, la válvula de control de flujo de agua del sistema de enfriamiento y la cometa de aire.

e) Área de trucks:

Los Trucks son los dispositivos encargados de soportar y llevar consigo los motores de tracción, ejes y ruedas motrices y los aparejos de frenos; virtualmente todas las locomotoras diesel-eléctricas son soportadas sobre 8 o 12 ruedas. Las cuales se montan a presión en el eje y el conjunto gira como una unidad la cual designaremos como mancuerna.

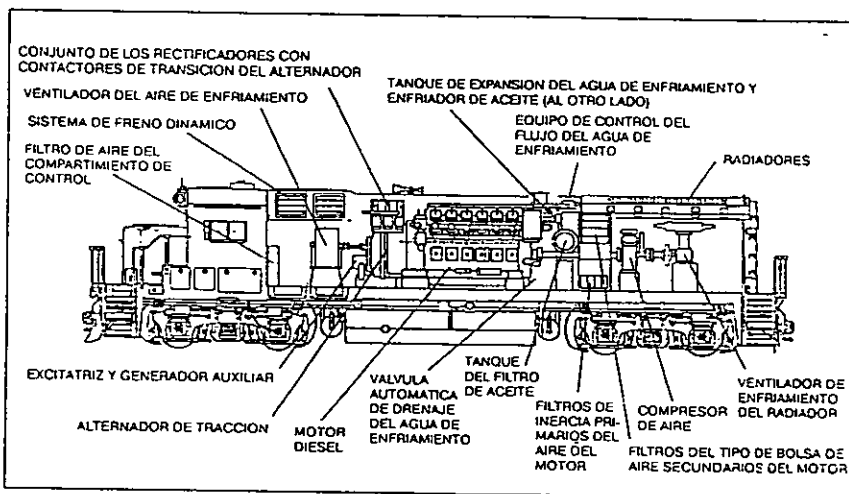


Figura 3. Distribución de componentes principales de una locomotora.



1.4. Elementos de control para el arranque y paro del motor diesel.

Considerando el aspecto eléctrico de la puesta en marcha y paro del motor diesel, éstas operaciones se efectúan mediante interruptores y pulsadores que están ubicados en un panel único o distribuidos entre el pedestal de control y el área de equipos auxiliares.

- Interruptor manual para la puesta en marcha del motor eléctrico de la bomba de combustible, el cual es alimentado por corriente suministrada por las baterías.
- Interruptor manual para establecer los circuitos de los motores eléctricos o del generador principal que, actuando conjuntamente con el inductor de arranque, efectúan en cada caso la puesta en marcha del motor diesel.
- Pulsador de encendido para cerrar los circuitos de alimentación a las electroválvulas de aceleración y de paro.
- Pulsador de parada para interrumpir los circuitos de alimentación a las electroválvulas de aceleración y paro.

La figura 4, le muestra la distribución de los diferentes botones pulsadores e interruptores que integran el tablero de control para arranque y paro del motor diesel.

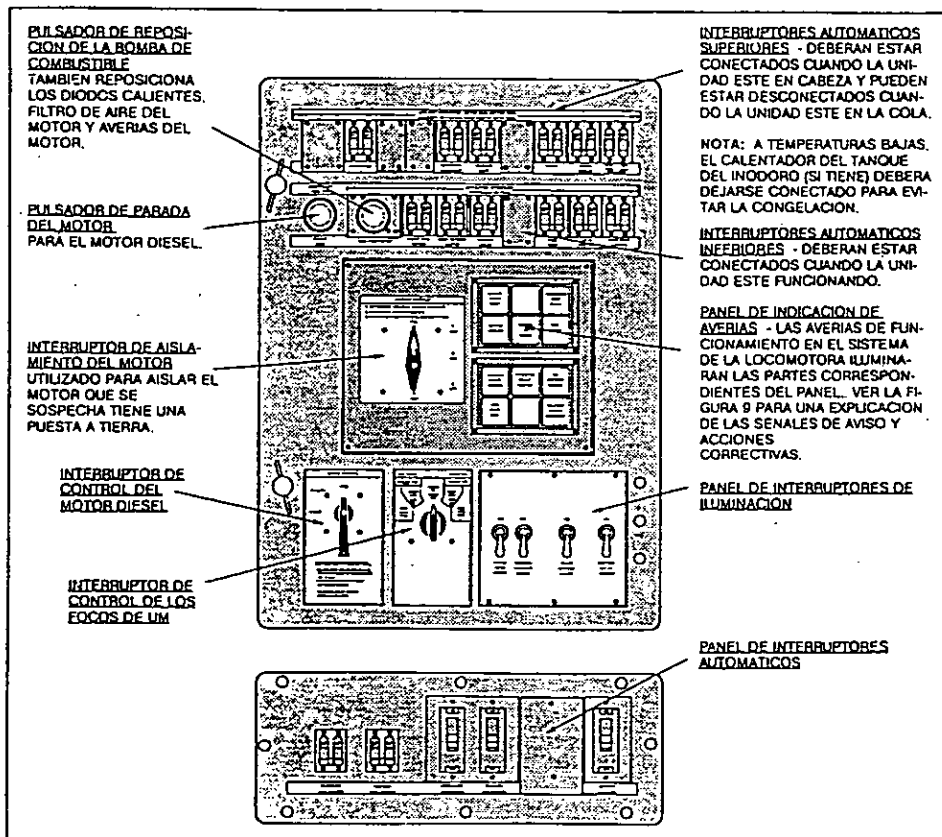


Figura 4. Tablero de control de arranque y paro del motor diesel.

1.5. Principales sistemas de una locomotora diesel-eléctrica.

Una locomotora diesel-eléctrica esta constituida por un gran número de componentes y partes, los cuales se integran en sistemas. A continuación se describen brevemente los principales sistemas y componentes de una locomotora:



SISTEMA MECÁNICO

- i) Motor diesel.
- ii) Equipo mecánico rotativo.
- iii) Truck.

SISTEMA ELÉCTRICO

- i) Equipo eléctrico rotativo.
- ii) Equipo de control.

SISTEMA NEUMÁTICO

- i) Compresor de aire.
- ii) Equipo de frenos de aire 26 L.
- iii) Equipo auxiliar neumático.

1.5.1. Sistema mecánico.

i) **Motor diesel:** General Electric ha desarrollado varios tipos de motores de combustión interna para ser usados en locomotoras diesel-eléctricas de Ferrocarril. La siguiente explicación breve menciona los arreglos principales del motor diesel, en el que cada componente será descrito más a fondo en la siguiente unidad.

Principales componentes del motor diesel.

- * **Bancaña:** Es el bastidor principal del motor diesel, esta fundido en una pieza incluyendo nervios y ángulos de refuerzo. En el se alojan principalmente: el cigüeñal, cilindros, pistones, bielas maestra y articulada, arboles de levas, varillas de empuje, etc.



- * **Cigüeñal:** El cigüeñal es la espina dorsal del motor diesel, convierte la energía producida en el cilindro en movimiento rotatorio. El cigüeñal está endurecido para una larga vida. La superficie de los muñones está rectificada a precisión y todas las superficies de los cojinetes tienen lubricación forzada. Un engrane impulsor montado en el cigüeñal en el lado del extremo del generador principal, impulsa directamente a través de un tren de engranes a los árboles de levas y a través de engranes adicionales al gobernador modulador de control y sobrevelocidad. Un engrane impulsor montado en el extremo libre del cigüeñal está aislado torsionalmente del cigüeñal y a través de este engrane impulsa las bombas de aceite y agua. La flecha de la armadura del generador principal está directamente atornillada a la brida del cigüeñal.
- * **Cojinetes:** Se usan cojinetes reemplazables con ajuste de precisión tanto en muñones principales como en muñones de biela. Los cojinetes tienen respaldos de acero y están recubiertos con materiales antifricción formulados especialmente para evitar daños en la superficie del cigüeñal. El cojinete de la biela de conexión tipo alta compresión se usa en los motores diesel de nueva fabricación.

Los cojinetes de empuje del cigüeñal están localizados en los cojinetes principales números 4, 6 y 8 en los motores de 8, 12 y 16 cilindros respectivamente.

- * **Amortiguador de vibraciones:** La función del amortiguador de vibraciones es amortiguar y controlar la vibración torsional del cigüeñal. Se usa un amortiguador de vibraciones de tipo viscoso, sellado, montado en el extremo libre del cigüeñal en motores de 12 y 16 cilindros. El motor de 8 cilindros usa 2 amortiguadores redondos sellados y atornillados juntos.



- * **Árbol de levas:** Los motores diesel de las locomotoras diesel-eléctricas emplean dos árboles de levas seccionados, fabricados de acero forjado, los cuales sirven para operar las válvulas de admisión, escape del motor y las bombas de inyección de combustible; estas flechas están montadas en el bastidor en cada lado del motor y son impulsadas por medio de engranes directamente del cigüeñal. Cada árbol de levas esta hecho de secciones individuales maquinadas con precisión las cuales se conectan entre si con birlos y tuercas.
- * **Conjunto de biela de conexión:** Este conjunto consiste fundamentalmente de una biela de conexión maestra y una articulada. Estas bielas están hechas de acero forjado, la biela articulada esta atornillada a un perno ajustado en la biela de conexión maestra . La biela de conexión maestra esta sujeta al rededor del cigüeñal por una brida atornillada.
- * **Conjunto de potencia:** Es el conjunto que proporciona la potencia al cigüeñal, en el se alojan el cilindro del conjunto, pistón, bielas e inyector de combustible. Esta fabricado de una fundición de fierro con la cabeza de acero, la cual es removible, sujeta sódidamente contra la parte superior de la chaqueta por el cilindro de conjunto. Los asientos para la válvulas de admisión y escape están hechos de aleación de acero y son una parte integral de la cabeza del conjunto. El conjunto de potencia esta fijado al bastidor del motor diesel por medio de cuatro tornillos localizados en las esquinas inferiores de la chaqueta del conjunto.
- * **Cilindros del conjunto:** Es un elemento del motor diesel dispuesto en la bancada perpendicularmente al eje del cigüeñal, en cuyo interior tiene lugar la combustión del combustible, son enfriados por agua, fabricados de fierro fundido centrifugado. El extremo superior del cilindro asienta contra la cabeza del conjunto en dos juntas concéntricas. El extremo inferior esta sellado con la chaqueta del conjunto con tres anillos " O ". El cilindro esta instalado en el interior de la chaqueta del conjunto con un ajuste preciso y fijo en su posición por 8 tornillos a través de un anillo sujetador. Los motores diesel de producción actual usan cilindros cuya cara o superficie interior esta endurecida y usan anillos cromados.



- * **Pistón:** El pistón es el elemento que se desliza dentro del cilindro, cuya función es realizar la compresión del combustible. La producción actual de motores diesel usa pistones de dos piezas: La corona de acero esta hecha para formar parte de la cámara de combustión en la parte superior y para formar los pasajes de aceite para enfriamiento en la parte inferior y esta atomillada a una falda de aleación de aluminio.

En el diseño actual de motores diesel para locomotora usa tres anillos: dos anillos de compresión y un anillo de control de aceite. Los pistones están lubricados y enfriados por aceite, el cual es forzado a pasar a través de orificios perforados en las bielas de conexión, perno del pistón y la cavidad bajo la corona del pistón.

- * **Bombas de inyección de combustible:** Es la encargada de aumentar la presión del combustible para la inyección, suministra con precisión la cantidad de combustible a ser inyectada y entrega el combustible en el momento adecuado a la cámara de combustión. Esta montada en la parte superior de cada conjunto de potencia.
- * **Inyector:** En el centro de cada conjunto de potencia, esta montado un inyector conectado a la bomba de inyección de combustible por una línea de alta presión. El combustible es forzado a través de pequeños orificios en la tovera del inyector, los cuales atomizan el combustible a un rocío muy fino y en forma simétrica para una combustión adecuada.
- * **Gobernador modulador para el control del motor diesel:** El motor diesel esta equipado con un gobernador modulador de velocidad electrohidráulico, el cual contiene un reostato para el control de carga y esta montado internamente. El gobernador modulador mantiene la velocidad deseada del motor a cualquier carga regulando la posición de las cremalleras de combustible y la excitación del generador principal. El gobernador modulador tiene su propia fuente de abastecimiento de aceite y una bomba de aceite, la cual suministra la presión necesaria para regular la operación del gobernador modulador.



- * **Turbocompresor:** El turbocompresor de una locomotora diesel-eléctrica, se encarga de introducir aire fresco a los conjuntos de potencia aproximadamente a 2 veces la presión atmosférica. Está montado en la parte superior de la cubierta del extremo libre del motor diesel y es impulsado por los gases de escape del mismo. El turbocompresor es lubricado y enfriado por los sistemas de lubricación y enfriamiento del motor diesel.

- * **Interenfriadores:** El motor diesel está equipado con dos interenfriadores, los cuales son pequeños radiadores montados en cada lado del motor. Están conectados entre el turbocargador y cada uno de los múltiples de admisión. Parte del agua del sistema de enfriamiento fluye a través de los tubos del interenfriador y el aire comprimido del turbocargador pasa a través de las láminas disipadoras del núcleo, el agua absorbe el calor del aire de tal manera que el aire entregado a los conjuntos de potencia está ligeramente arriba de la temperatura del agua de enfriamiento del motor.

- * **Múltiples:** Los múltiples de admisión de aire están montados en la parte externa de cada banco de conjuntos de potencia. Cada múltiple está integrado por secciones para facilitar su alineamiento y agilizar los trabajos de conservación del motor diesel.
El múltiple de escape está integrado por secciones para facilitar su alineamiento y agilizar los trabajos de conservación del motor diesel, está montado en la "V" que forma el motor.

- * **Filtros de aceite lubricante:** En el sistema de aceite lubricante se cuenta con un depósito para filtros, el cual va montado exteriormente en el motor diesel para filtrar impurezas y materias extrañas del aceite lubricante. Los motores diesel de producción actual cuentan también con un colador de malla gruesa ubicado en la succión, el cual está montado en el centro del cárter.



- * **Sistema de aire:** El aire que entra al motor diesel, es utilizado para llevar a cabo la combustión dentro de los conjuntos de potencia, pasa a través de los filtros primarios y después por los filtros secundarios. Después de esto, el aire es conducido al turbocargador el cual lo envía al motor diesel.

- * **Sistema de lubricación:** El aceite lubricante se hace circular a través del motor diesel por medio de una bomba de aceite de engranes, montada en la cubierta del extremo libre del motor diesel, impulsada por un engrane auxiliar desde el cigüeñal. Cuenta con una válvula de alivio para proteger la bomba contra presión excesiva. Se usa un interenfriador de aceite de tubos de agua montado exteriormente para bajar la temperatura que el aceite adquirió al enfriar a los pistones y otras partes del motor diesel.

- * **Sistema de combustible:** El combustible es bombeado a través del sistema por una bomba de transferencia de combustible, esta montada externamente y es impulsada por un motor eléctrico. La bomba transfiere el combustible del tanque de combustible de la locomotora a través de un colador, filtro de combustible y tubería de reparto a cada una de las bombas de inyección. El excedente de combustible regresa al tanque a través de una válvula reguladora de presión. Cerca de la bomba de transferencia de combustible se encuentra instalada una válvula de alivio que sirve para proteger el sistema contra presión excesiva.

- * **Sistema de enfriamiento:** El agua se hace circular a través del sistema de enfriamiento por una bomba de agua, la cual esta montada en la cubierta del extremo libre del motor diesel y es impulsada por engranes desde el cigüeñal a través de un engrane vulcanizado. El agua de enfriamiento es forzada a través del motor, turbocompresor, interenfriador de aceite e interenfriadores para disipar el calor del motor diesel. La locomotora está equipada con dos bancos de radiadores donde el agua es enfriada por el aire impulsado por el ventilador de radiadores.

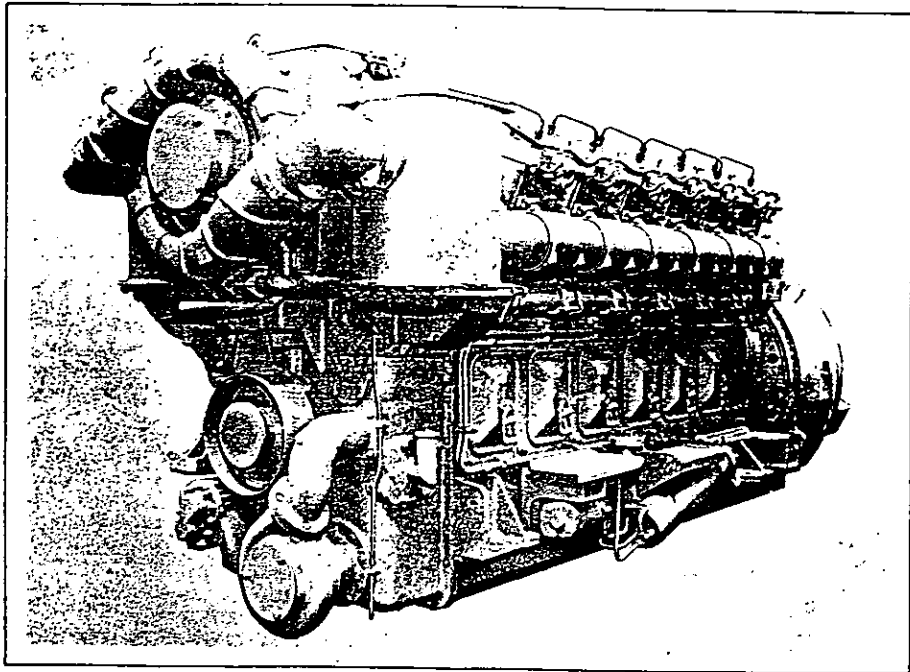


Figura 5. Vista delantera del motor diesel.

ii) Equipo mecánico rotativo.

- * **Ventilador soplador:** Es un ventilador centrífugo de entrada sencilla que suministra aire para enfriamiento del equipo, presurización del comportamiento y ventilación de la cabina principal. Este es impulsado por el motor diesel y está conectado directamente a la toma de fuerza del generador principal por medio de un cople flexible.

Su función específica es proporcionar la cantidad adecuada de aire para enfriamiento de los motores de tracción, controles y equipo de control eléctrico.

A continuación la figura 6, muestra el ventilador soplador del equipo.

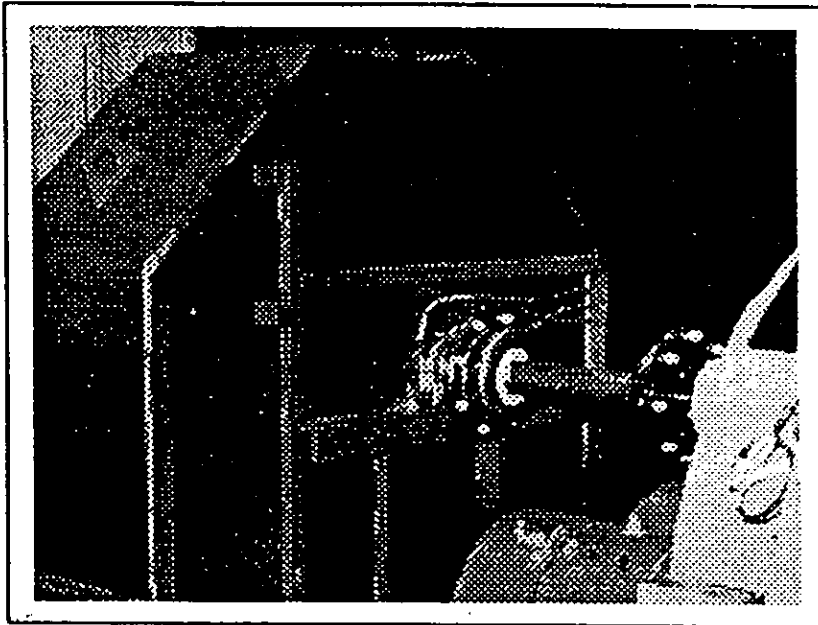


Figura 6. Ventilador soplador.

- * **Ventilador de radiadores:** Es un ventilador de tipo abanico que suministra aire para el enfriamiento del agua del motor diesel. Su función específica es proporcionar la cantidad adecuada de aire a los bancos de radiadores de agua y mantener la temperatura de operación del motor diesel en un rango de $71.11^{\circ}\text{C} - 76.67^{\circ}\text{C}$ ($160^{\circ}\text{F} - 170^{\circ}\text{F}$).

A continuación la figura 7, muestra el componente mecánico rotativo, ventilador principal de radiadores.

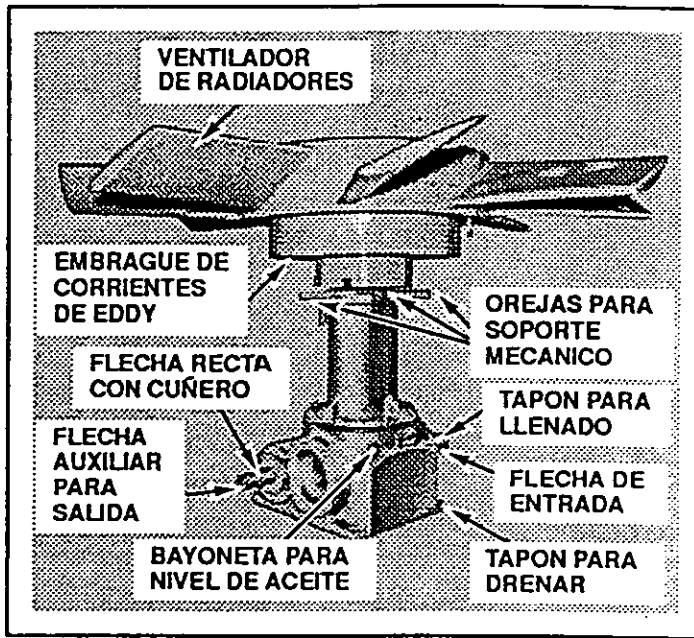


Figura 7. Ventilador principal de radiadores.

. iii) **Truck:** Es el conjunto que soporta todo el peso de la locomotora, dicho conjunto, se localiza por debajo de la locomotora y sirve como vehículo rodante para transportar la locomotora, además da alojamiento a todos los componentes de tracción.

Componentes principales del truck.

- * **Travesero:** Se encuentra en el centro del truck extendido transversalmente, en el cual se soporta todo el peso de la locomotora mediante eslabones y un plato de centro, de manera que permanezcan libres para oscilar una distancia limitada de un lado a otro, con el fin de amortiguar los choques laterales.



- * **Plato de centro:** El plato de centro del truck soporta el peso de la locomotora y permite que los trucks giren, el conjunto del plato de centro consiste en dos partes: la porción de la plataforma y la porción del truck, las cuales están equipadas con una placa y un anillo de desgaste de fibra reemplazable.
- * **Bastidor:** El bastidor del truck es una estructura casi rectangular, el cual es de una sola pieza fundida en acero que descansa sobre los resortes helicoidales y que tienen como fin contener todos los órganos para el movimiento de la locomotora.
- * **Resortes helicoidales:** Los resortes helicoidales son elementos que soportan la estructura de la locomotora y cuyo fin es evitar el brincoteo de las ruedas, se encuentran asentados en las cajas motrices de los baleros.
- * **Caja motriz:** La caja motriz es una carcasa cuadrada donde se alojan los baleros de eje, los cuales son del tipo de cojinete de bolas, la caja motriz esta fija al amortiguador, y su función es evitar daños al eje motriz.
- * **Amortiguador:** Este amortiguador se conoce como amortiguador hidráulico vertical, tiene la finalidad de mantener a la locomotora estable en sus movimientos oscilatorios, los cuales son debidos a las imperfecciones de las vías o de la topografía del terreno.
- * **Placas de desgaste:** Estas placas de desgaste son de acero y se encuentran en el bastidor y travesero del truck, su función es limitar el movimiento longitudinal del travesero.
- * **Placas de desgaste del pedestal:** Estas placas de desgaste son de material nylatrón, su función es limitar el juego longitudinal de la caja motriz y el excesivo desgaste del pedestal.

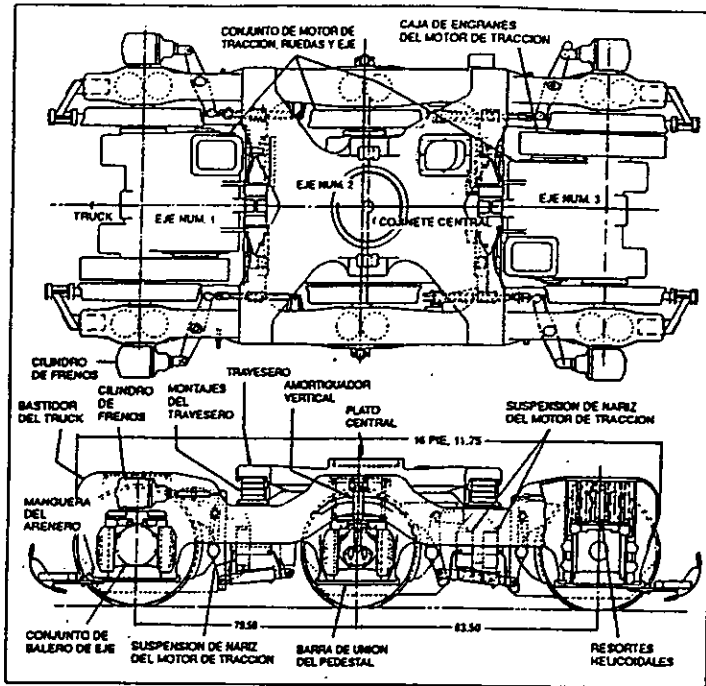


Figura 8. Esquema de un truck de tres ejes.

1.5.2. Sistema eléctrico.

i) **Equipo eléctrico rotativo:** Este equipo eléctrico está constituido básicamente por los siguientes componentes:

- * **Generador principal:** El generador principal puede definirse como una máquina rotativa de excitación compuesta o múltiple, cuya función es suministrar energía a los motores de tracción. El generador principal puede producir corriente continua o alterna. En el primer caso está constituido por un dinamo y en el segundo caso por un alternador.



- * **Generador auxiliar:** El generador auxiliar puede definirse como una máquina rotativa que proporciona la corriente para los aparatos auxiliares. Una locomotora dispone de uno o dos generadores auxiliares en función de la potencia que deba suministrar el generador principal.
- * **Generador excitador:** El generador excitador puede definirse como una máquina rotativa que proporciona la corriente de excitación para controlar la salida del generador principal.

El inducido de estos generadores auxiliar y excitador, esta accionado directamente por el cigüeñal del motor diesel, mientras que la alimentación del inductor es diferente, según posea uno o dos generadores auxiliares.

La figura 9, muestra el equipo eléctrico rotativo: generador principal, auxiliar y excitador respectivamente.

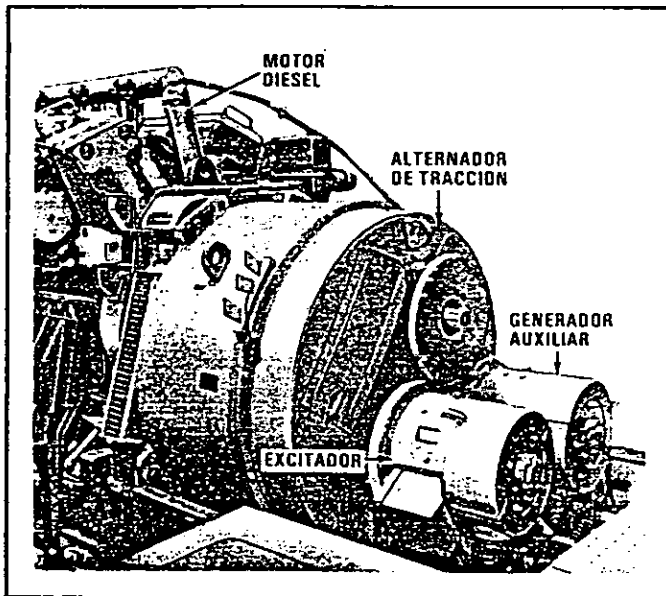


Figura 9. Generador principal, auxiliar y excitador.



- * **Motor de tracción:** Son motores de corriente continua, alimentados por la corriente que suministra el generador principal.

Generalmente se monta un motor de tracción por cada eje motor, sobre el que actúan por acoplamiento el piñón solidario al eje del inducido del motor, y una corona dentada en el eje interiormente a las ruedas, ambos engranes están protegidos por una caja de engranes (tolvas), que contiene lubricante para engrasar y amortiguar su acoplamiento.

El calor producido durante el funcionamiento de los motores de tracción se disipa por circulación forzada de aire canalizado por medio de fuelles de hule hasta los motores de tracción a través del ventilador soplador, el cual es accionado por impulsión directa del motor diesel.

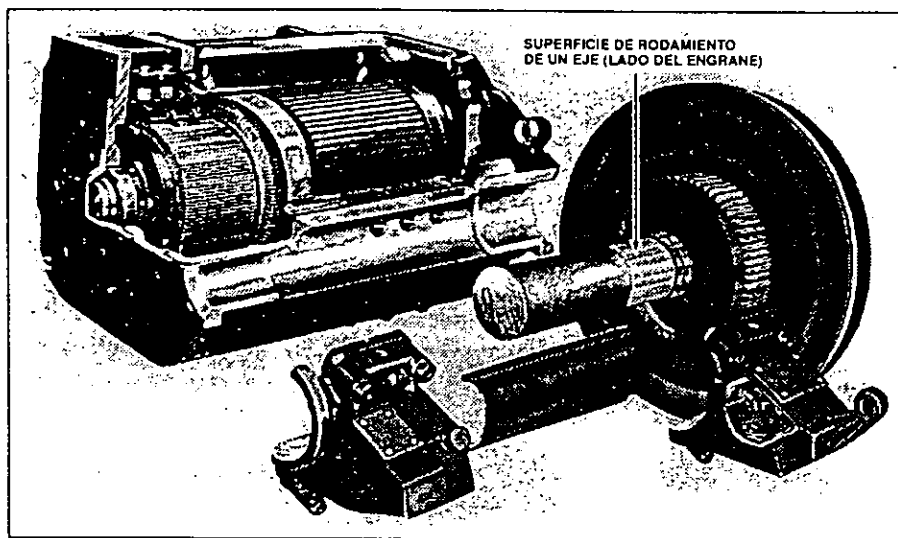


Figura 10. Motor de tracción.



ii) Equipo de control.

- * **Gobernador modulador de control:** El motor diesel esta equipado con un gobernador modulador de velocidad electrohidráulico, cuya función principal es la de controlar la velocidad del motor diesel y la carga para que sean proporcionales a las presiones reales del sistema de lubricación y de enfriamiento por agua, este dispositivo opera cuando hay baja presión en dichos sistemas a través de los dispositivos de disparo del gobernador de control por baja presión de aceite lubricante y baja presión de agua. Los cuales al registrar un valor bajo de presión en el gobernador, este hará que se pare el motor diesel y no sufra daños severos en sus componentes.

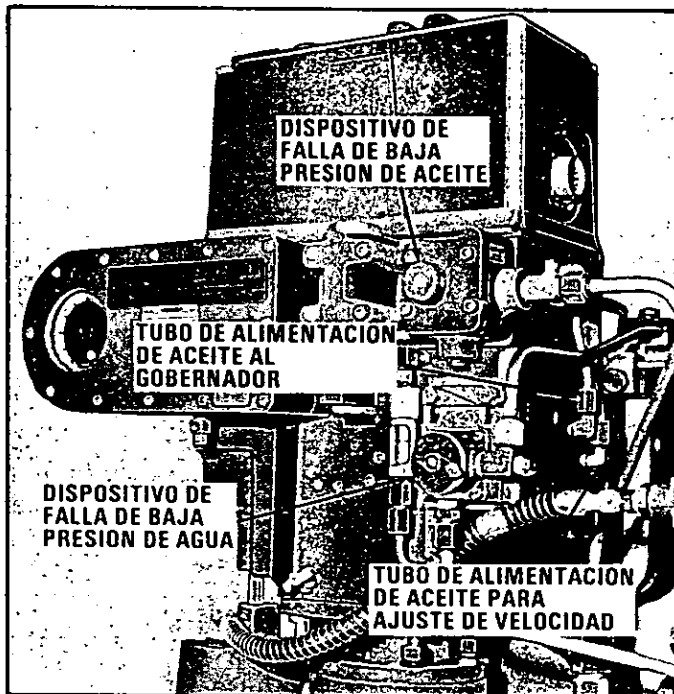


Figura 11. Gobernador modulador de control.



- * **Gobernador de sobrevelocidad:** En los motores diesel se ha incorporado un sistema de protección por sobrevelocidad. Este dispositivo opera al presentarse una condición de sobrevelocidad, que hace que se extienda el eslabón de sobrevelocidad en el mecanismo para controlar el combustible, esto coloca a las cremalleras de las bombas de combustible en cero; es decir, en posición de parar. Su función principal es proteger al motor diesel y que este no sufra daños severos cuando se presenta una sobrevelocidad.

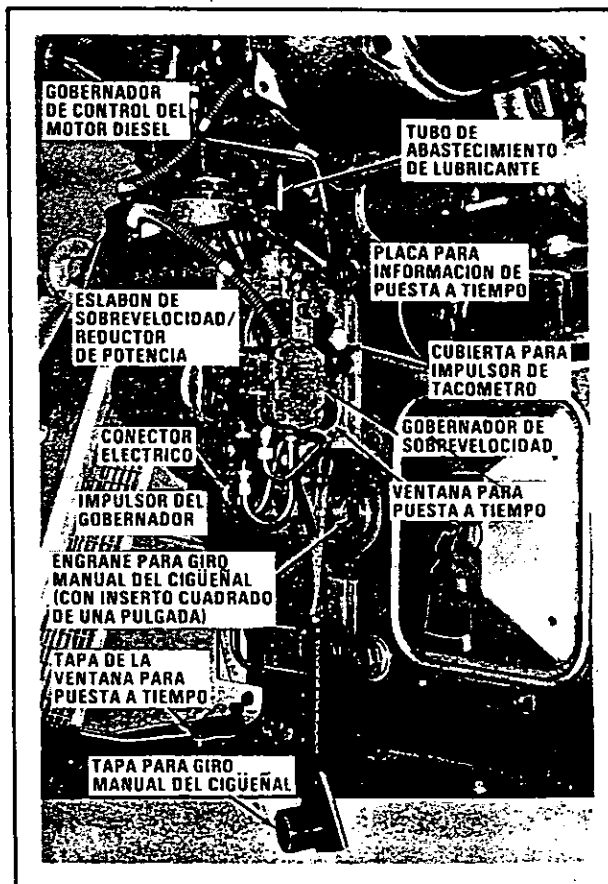


Figura 12. Gobernador de sobrevelocidad.



1.5.3. Sistema neumático.

Su función principal es proporcionar la cantidad de aire suficiente para controlar la velocidad del tren y de la locomotora. También se utiliza el aire comprimido para mando y control de algunas operaciones auxiliares.

El aire comprimido que se utiliza en una locomotora diesel-eléctrica, se obtiene en las condiciones deseadas mediante el compresor de aire para posteriormente almacenarlo en depósitos para su utilización.

i) Compresor de aire: El compresor de aire utilizado en las locomotoras General Electric, es una máquina alternativa accionada por el cigüeñal del motor diesel mediante un acoplamiento, consta de tres cilindros, de dos etapas y es enfriado por agua:

La 1a. etapa de compresión: es realizada por dos cilindros de baja presión montados de manera angular a ambos lados del compresor sobre el cárter.

La 2a. etapa de compresión: es realizada por un cilindro de alta presión montado verticalmente sobre el cárter del compresor.

Consta también de un interenfriador, el cual es enfriado por agua, realiza su función a medida que pasa el aire comprimido de la 1a. Etapa para bajarle su temperatura, por lo que hace más eficiente la 2a. Etapa de compresión.

Principales componentes del compresor de aire.

- * **Cigüeñal:** Es el principal elemento del compresor de aire, esta directamente acoplado al motor diesel y por lo tanto gira a las mismas revoluciones, convierte la energía producida en el cilindro, en aire comprimido. El cigüeñal esta fabricado de acero forjado, la superficie de los muñones esta rectificada a precisión en el cual se acoplan las bielas que dan movimiento a los pistones. Dichos pistones aspiran aire filtrado de la atmósfera y lo comprimen para su posterior utilización.



- * **Cabeza de cilindro:** Cada cabeza de cilindro (dos de baja presión y una de alta presión), contiene una válvula de succión y una válvula de descarga. Arriba de cada válvula de succión va montada una válvula descargadora. Las válvulas de succión y de descarga están montadas en unas cavidades en la cabeza del cilindro, cuya función es abrir y cerrar de acuerdo al ciclo de trabajo del compresor de aire.
- * **Cilindros:** Un cilindro es un elemento del compresor de aire, el cual está fabricado de hierro fundido maquinado y rectificado a precisión para eliminar cualquier irregularidad en las paredes del cilindro, el extremo superior del cilindro asienta contra la cabeza del cilindro. Da alojamiento al pistón y bielas de conexión.
- * **Pistón:** Es el elemento que se desliza dentro del cilindro, cuya función es realizar la compresión del aire, los pistones de baja y alta presión están impulsados por bielas de conexión, las cuales giran alrededor de un muñón común en el cigüeñal. Los pistones usan cuatro anillos: tres de compresión y uno de control de aceite.
- * **Bielas de conexión:** La biela de conexión está fabricada de acero forjado, está sujeta al perno del pistón por medio de un tornillo el cual es asegurado en su lugar por medio de un alambre candado, a su vez va sujeta alrededor del cigüeñal por una brida atornillada (tapa del cojinete).
- * **Bomba de aceite:** El compresor de aire utiliza una bomba de aceite tipo engrane y es impulsada directamente por el cigüeñal, su función consiste en tomar aceite del cárter del compresor para lubricar y enfriar las partes móviles del compresor de aire.
- * **Válvula de desahogo de lubricante:** Es un tipo de válvula, la cual está provista de un acumulador de aceite para reducir las pulsaciones de lubricante, opera cuando hay un exceso de presión en el sistema de lubricación. La presión a la cual se ajusta es de 18 a 20 lbs./pulg.², si rebasa esta presión la válvula de desahogo opera y manda el exceso de aceite lubricante al cárter.



- * **Válvula de succión:** El conjunto de la válvula de succión consiste de una placa la cual sostiene los 6 resortes, tiene un disco interior y uno exterior y el asiento de la válvula. El conjunto esta unido por un tornillo de asiento. En la válvula los resortes están abajo de los discos y mantienen a estos contra el asiento de la válvula. Su función es abrir y permitir la admisión de aire.
- * **Válvula de descarga:** El conjunto de la válvula de descarga consiste de una placa la cual sostiene los 9 resortes, tiene un disco interior y uno exterior y el asiento de la válvula. El conjunto esta unido por un tornillo de asiento. En la válvula los resortes están arriba de los discos manteniendo a los discos contra el asiento de la válvula. Su función es abrir y permitir la descarga del aire comprimido hacia la tubería y los depósitos principales de la locomotora.
- * **Válvula descargadora del compresor:** Esta válvula esta montada sobre la válvula de succión en los cilindros de baja y alta presión. El descargador de pistón tipo resorte esta diseñado para limitar el empuje total, el cual será ejercido sobre la placa y disco de la válvula de succión. La función de esta válvula es mantener abierta a la válvula de succión para que el compresor de aire trabaje en vacío y no comprima más.
- * **Válvula unidireccional de succión:** Esta válvula se localiza en la parte inferior de la bomba de aceite, es cargada por un resorte tipo disco, su función es evitar es la cavitación, ya que si cavita no proveerá suficiente flujo de aceite para la lubricación adecuada en altas R.P.M. o en servicios a bajas temperaturas.
- * **Interenfriador:** El interenfriador es de tipo radial (consta interiormente de tubos radiales) se compone de dos cavidades: una de aire y una de agua. Para los conjuntos de baja presión (LP) el enfriamiento es por aire y para el interenfriador el enfriamiento es por agua.
- * **Filtro de aceite:** El sistema de lubricación cuenta con un filtro de aceite montado exteriormente en el compresor, su función es filtrar impurezas y materias extrañas del aceite lubricante. El filtro deberá ser cambiado durante el cambio de aceite del compresor de aire.



- * **Filtros de aire:** Es muy importante el filtrado de aire en la admisión para la vida útil del compresor, los filtros son de papel microporoso, van alojados en un portafiltro, uno en cada extremo del compresor. La finalidad del filtrado del aire es que entre lo más limpio de impurezas al compresor de aire.

El control de la producción del compresor de aire, se realiza mediante un circuito auxiliar de protección formado por:

- Un interruptor automático de presión máxima y un manómetro.
- Una electroválvula controlada por el interruptor automático de presión.
- Una válvula manual, que en caso de avería efectúa el trabajo del circuito auxiliar de protección.
- Una válvula de seguridad para evitar sobrepresión en el circuito automático.

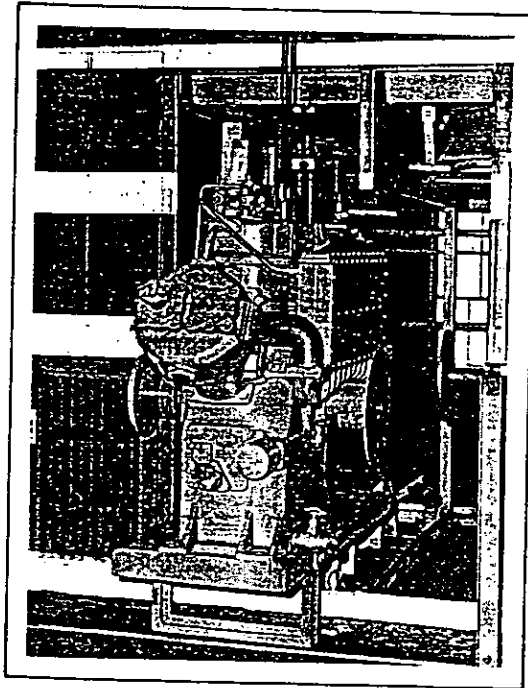


Figura 13. Compresor de aire.



ii) Equipo de frenos de aire 26-L.

El equipo de freno automático 26-L, cuenta con todas las características que se requieren para el servicio de una locomotora diesel-eléctrica, incluyendo control de seguridad, control de sobrevelocidad, interconexión para freno dinámico y protección por división del tren. Este equipo está preparado para operar en múltiple con otras locomotoras diesel-eléctricas.

Componentes principales del equipo de frenos de aire 26-L.

* Válvula automática de freno 26-C.

Por medio de esta válvula el maquinista esta en aptitud de:

- a) Iniciar manualmente las aplicaciones y aflojes de freno automático en la locomotora y el tren.
- b) Aplicaciones y aflojes del freno independiente en la locomotora, independientemente de los frenos del tren.

La válvula automática 26-C es una válvula autorrecubridora , operada por cuatro levas. que funciona para desarrollar o disipar la presión del depósito equilibrante en forma proporcional al grado del movimiento que se le da a la manija de la válvula de freno con respecto a su cuadrante. A su vez, la presión del tubo de freno se desarrolla y escapa por medio de la acción de la válvula relevadora autorrecubridora que es operada por medio del aire a presión del depósito equilibrante conservando en el tubo del freno la misma presión que existe en el depósito equilibrante.

La válvula automática 26-C esta montada en un soporte para tubos en el que se hacen todas las conexiones de los tubos. Las conexiones de los tubos se identifican numéricamente de la siguiente manera:

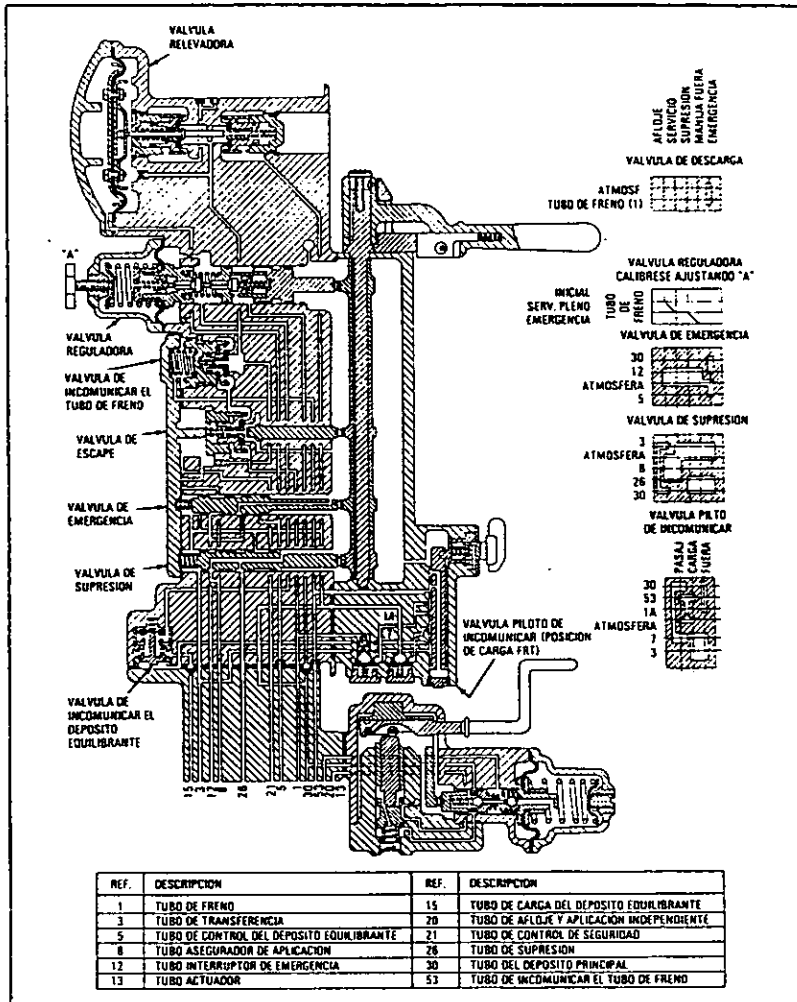


Figura 14. Válvula automática de freno 26-C.

La válvula de freno 26-C está dispuesta para montarse en el tablero de tal manera que solo aparezcan las posiciones de operación de la manija. La manija tiene seis posiciones dispuestas de izquierda a derecha como se muestra en la figura 15.

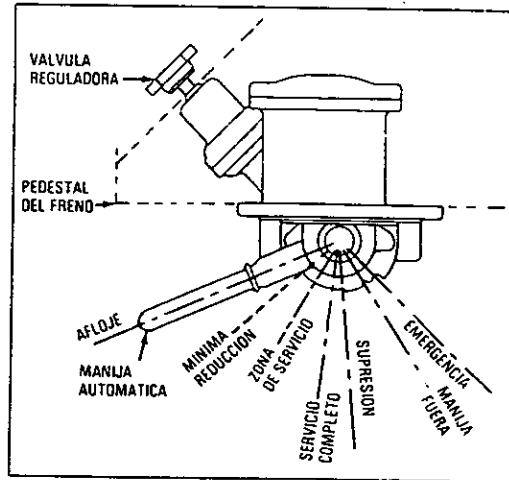


Figura 15. Posiciones para la manija de la válvula de freno 26-C.

1. **Posición de afloje:** Esta posición sirve para cargar el equipo y aflojar los frenos de la locomotora y el tren. Esta posición se establece cuando se coloca la manija de la válvula de freno a la extrema izquierda del cuadrante.
2. **Posición de reducción mínima:** Se obtiene una ligera aplicación de servicio como resultado de una reducción de 6 a 8 psi (0,422 a 0,563 kg./cm²) en el tubo de freno. Esta posición se establece colocando la manija de la válvula de freno contra la primera muesca del cuadrante a la derecha de la posición de afloje.
3. **Posición de servicio:** Esta posición se establece en un sector que abarca la manija cuando se mueve hacia la derecha a partir de posición de afloje. Cuando la manija se encuentra a la extrema derecha de este sector, se dice que esta en la posición de **servicio pleno** y se obtiene de esta manera una aplicación de freno de servicio completo.



4. **Posición de supresión:** Además de que esta posición proporciona una aplicación de **servicio completo** al igual que cuando la manija de la válvula de freno se coloca en la posición de servicio, también se obtiene la supresión del control de sobrevelocidad y el control de seguridad. Esta posición se establece cuando se pone la manija contra la segunda muesca del cuadrante, a la derecha de la posición de **afloje**.
5. **Posición quitar la manija:** En esta posición la manija puede quitarse. También en esta posición debe colocarse la manija cuando se trata de unidades guiadas operando en múltiple o locomotoras remolcadas, "muertas" en el tren. Esta posición se localiza en la primera muesca del cuadrante a la derecha de la posición de **supresión**. Esta posición puede usarse para reducir presión en la tubería de freno en exceso al lograrse una reducción, con la manija de la válvula del freno en la posición de **servicio pleno**.
6. **Posición de emergencia:** Esta posición debe utilizarse cuando se hacen aplicaciones de emergencia en los frenos con la válvula de freno, y se localiza a la extrema derecha del cuadrante.

La válvula consiste en dos porciones principales: La porción automática para regular la presión del tubo del freno que controla los frenos de la locomotora y el tren y la porción independiente. Esta última, es una válvula de freno independiente SA-26 autorrecubridora para aplicar y aflojar los frenos de la locomotora, independientemente de los frenos del tren y para aflojar una aplicación del freno automático en la locomotora, independientemente de los frenos del tren.

La válvula automática de freno 26-C, esta constituida por las siguientes válvulas:

Válvula relevadora: Esta válvula es operada por un diafragma que establece una presión en el depósito equilibrante y al mismo tiempo en el tubo de freno. Esta válvula es capaz de abastecer o descargar la presión del tubo de freno, durante las aplicaciones de freno automático.



Válvula reguladora: Esta válvula es accionada por una leva de servicio que esta sujeta al árbol de levas de la manija de la válvula automática. Sirve para regular la presión que se desarrolla en el tubo de carga del depósito equilibrante, a través de una válvula aplicadora de freno P-2A, la presión del depósito equilibrante se reduce lo suficiente para producir una aplicación de servicio pleno.

Válvula de incomunicar el tubo de freno: Esta válvula interrumpe el flujo de aire que va de la válvula relevadora al tubo de freno, en los casos siguientes:

- a) Una aplicación de los frenos en emergencia.
- b) Cuando se coloca la válvula piloto de corte en la posición "FUERA".
- c) Durante la operación de los dispositivos auxiliares de protección cuando se divide el tren.

Válvula de escape: Esta válvula es accionada por una leva que opera conjuntamente con el árbol de levas de la manija de la válvula automática, en la posición de emergencia, con el objeto de producir una rápida caída de presión en el tubo de freno.

Válvula de emergencia: Esta válvula es accionada por una leva integrada al árbol de levas de la manija de la válvula automática cuando ésta se coloca en la posición de emergencia. La válvula tiene dos funciones: suministra aire del depósito principal al tubo 12 para la operación de interruptores de potencia de los areneros y otras funciones auxiliares que son necesarias para una EMERGENCIA.

Válvula de supresión: Esta válvula es operada por medio de una leva que, a su vez es accionada por el árbol de levas de la manija de la válvula automática y suministra aire del depósito principal al tubo 26 en las posiciones de SUPRESIÓN, QUITAR MANIJA Y EMERGENCIA. Esta válvula previene las aplicaciones de control de sobrevelocidad y control de seguridad, también funciona para restablecer la válvula de freno, antes de aflojar las aplicaciones auxiliares.



Válvula de incomunicar el depósito equilibrante: Esta válvula está dispuesta para permitir la operación de trenes cuyos carros emplean equipos de afloje directo. La válvula se conserva siempre abierta en todas las posiciones de la manija de la válvula de freno y por lo tanto los frenos pueden aflojarse completamente en la posición de AFLOJE.

Válvula piloto de incomunicar: Esta válvula proporciona la función de llave de cabeza doble, se utiliza para comunicar e incomunicar la válvula de freno cuando se desee. Tiene tres posiciones: CARGA, FUERA y PASAJEROS.

*** Válvula de freno independiente SA-26.**

Es una válvula de freno independiente autorrecubridora, exclusiva de la locomotora. La cual consta de una posición de afloje y una zona de aplicación. Cuando se aplica el freno de la locomotora con la válvula independiente SA-26 se debe mover la manija a la zona de aplicación (hacia la derecha) y cuando se afloje mueva la manija hacia la izquierda.

Para efectuar un afloje independiente después de una aplicación de freno automático, presione la manija de la válvula independiente, hacia abajo.

La figura 16, muestra esquemáticamente las posiciones de la válvula independiente "SA-26".

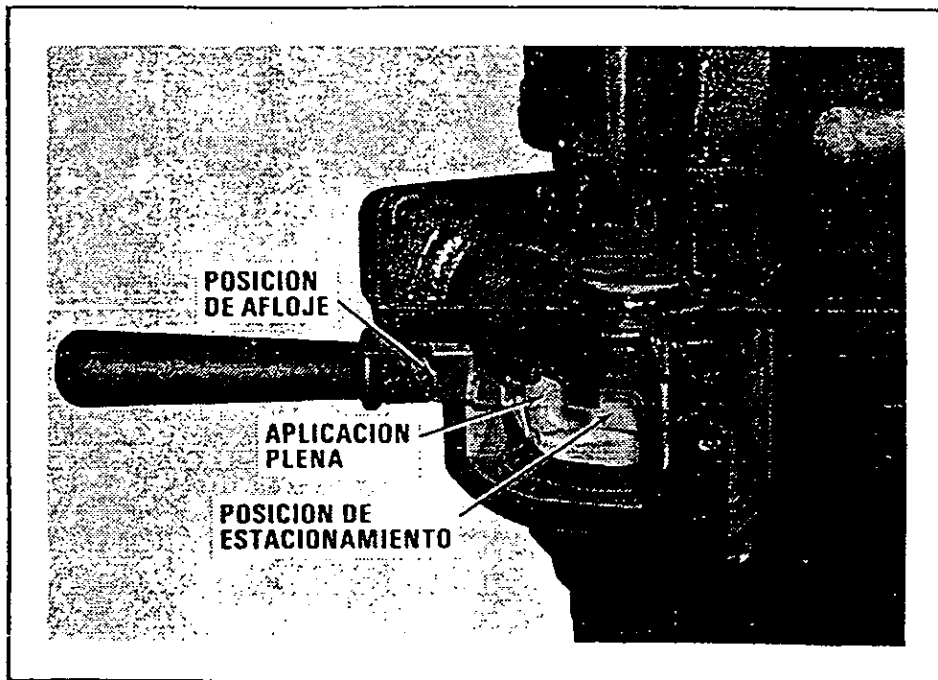


Figura 16. Válvula de freno independiente SA-26.

* **Válvula de control 26-F.**

La válvula de control 26-F, es una válvula de control de tipo automático que consta de un soporte para tubos en el cual se hacen todas las conexiones de los mismos, una porción de servicio y una porción de afloje rápido. La porción de servicio responde a las magnitudes de las reducciones del tubo del freno durante aplicaciones de SERVICIO y EMERGENCIA, con el objeto de desarrollar presiones en el cilindro de freno que estén de acuerdo a las condiciones de presión que se establezcan en el tubo del freno y el depósito de control.



La válvula de control 26-F, esta montada en un soporte para tubos en el que se hacen todas las conexiones de los tubos. Las conexiones de los tubos se identifican numéricamente de la siguiente manera:

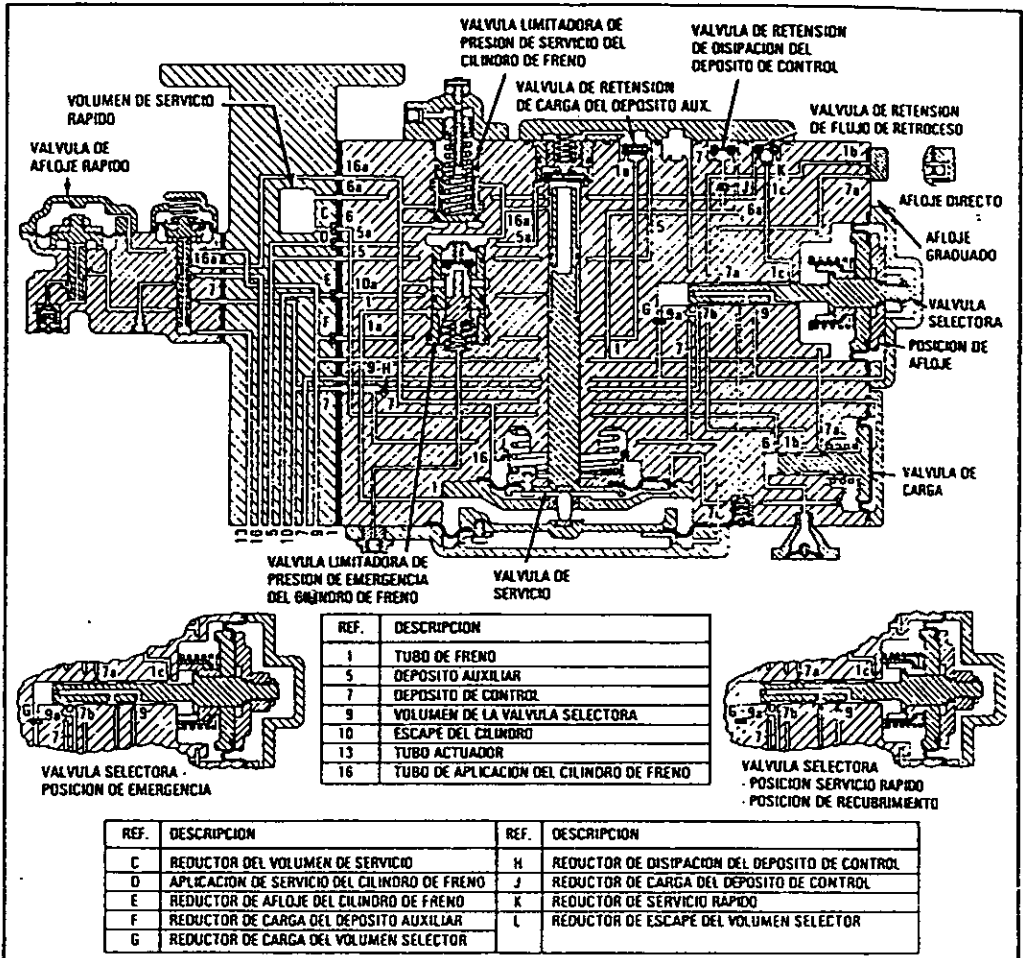


Figura 17. Válvula de control 26-F.

La válvula de control 26-F, consta de dos porciones de servicio las cuales a continuación se explicaran brevemente:



Porción de servicio: Esta porción contiene una válvula de servicio de carrete accionada por dos diafragmas; seleccionados apropiadamente de acuerdo al desarrollo de presión del cilindro de freno y operados por la reducción de presión en el tubo de freno con referencia a la presión del depósito de control. El elemento de aplicación y afloje controla el flujo del aire que va del depósito auxiliar al tubo de control de la válvula relevadora y de ésta a la atmósfera.

Siempre que ocurre una reducción el tubo del freno, el conjunto de la válvula de servicio se mueve hacia arriba haciendo sello con la válvula de aplicación para cerrar el escape y abrir la válvula de aplicación. El elemento de la válvula de servicio de carrete, también sirve para que escape por la válvula de control, la presión del tubo de control de la válvula relevadora, siempre que aumente la presión del tubo del freno. La relación de área de los diafragmas, junto con la disposición mecánica de los resortes en la porción de servicio de la válvula, hace posible el funcionamiento estable del freno automático. Cuando se desarrolla la presión apropiada en el cilindro del freno, este mecanismo también facilita la operación satisfactoria con otros sistemas de control del freno automático.

La porción de servicio incluye una válvula de carga que funciona para incomunicar el aire que va del volumen de servicio rápido a la atmósfera, y también incomunica la disipación del aire del depósito de control al tubo del freno, durante de afloje graduado de la válvula de control.

Porción de afloje rápido: La porción de la válvula de afloje rápido de la válvula de control 26-F, está diseñada para permitir el afloje independiente de una aplicación de freno automático desarrollada por la porción de servicio. Cuando se presiona hacia abajo la manija de la válvula del freno independiente, la presión desarrollada en el tubo actuador (13) en la válvula de freno fluye por el conducto (13) de la válvula de control, originando de este modo la operación del diafragma pequeño y el conjunto de la válvula de carrete en la porción de la válvula de afloje rápido. El movimiento de este diafragma y de la válvula de carrete interrumpe y descarga a la atmósfera la presión del aire desarrollada en el tubo de aplicación de servicio hacia la válvula relevadora. Esta aplicación evita la reaplicación de los frenos sobre el afloje de la manija de la válvula del freno independiente.



* Válvula relevadora tipo J-1.

La válvula relevadora tipo J-1, la cual se muestra en la figura 18, es de alta capacidad operada por un diafragma de autorrecubrimiento que consiste de un pistón y un vástago empacado con un anillo "O" y una válvula de retención de hule de doble asiento. La función de la válvula es suministrar y expulsar la presión de aire en el cilindro de freno durante las operaciones de aplicación y afloje. Esta válvula esta diseñada para desarrollar y disipar el aire a presión de los cilindros de freno a la presión que recibe en su o sus diafragmas.

La válvula relevadora tipo J-1, cuenta con la característica de ser autorrecubridora y compensadora de fugas en los cilindros de freno. Esta montada sobre un soporte para tubos en el cual se hacen todas las conexiones para tubería, estas se identifican numéricamente de la siguiente manera:

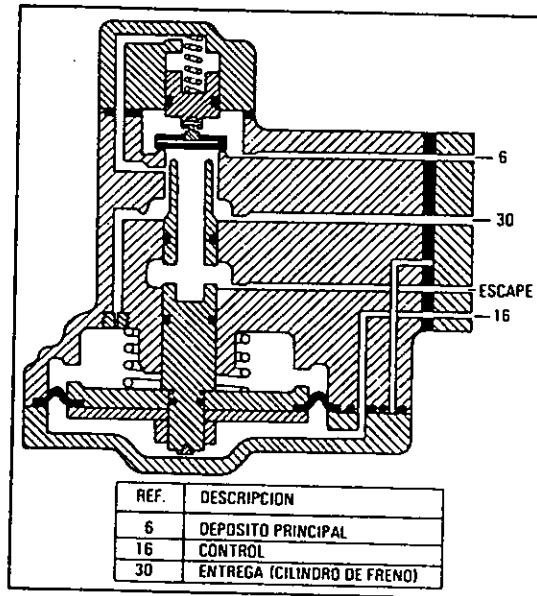


Figura 18. Válvula relevadora tipo J-1.



La operación de la válvula consiste en suministrar presión por el tubo de control de servicio (16) que esta en la parte inferior del diafragma de la válvula relevadora y el pistón haciendo que ambas piezas se muevan hacia arriba, esto causa que la válvula de retención de hule se mueva de su asiento para que el aire del depósito principal (6) se comuniquen con el ducto (30) y pueda pasar libremente hasta los cilindros de freno y se produzca una plena aplicación de servicio.

A continuación se muestra en la tabla 3, los diferentes modelos de válvulas relevadoras tipo J-1.

Tabla 3. Modelos de válvulas relevadoras tipo J-1.

TIPO	(%) APLICACIÓN	VALOR DE LA APLICACIÓN	OBSERVACIONES
J-1	100 %	45 LBS./PULG. ²	1 DIAFRAGMA
J-1-4-14	140 %	63 LBS./PULG. ²	2 DIAFRAGMAS (AMPLIFICADORA)
J-1-6-16	160 %	72 LBS./PULG. ²	2 DIAFRAGMAS (AMPLIFICADORA)
J-64-B	--	31 LBS./PULG. ²	3 DIAFRAGMAS (REDUCTORA)

*** Válvula de aplicación de freno P-2A.**

La característica de control de seguridad y control de sobrevelocidad se obtiene mediante la válvula de aplicación de freno P-2A. Esta válvula funciona automáticamente en respuesta a los dispositivos de descarga de control de seguridad (válvula de pedal D-1) y control de sobrevelocidad (válvula electromagnética de sobrevelocidad OSV) para producir una plena aplicación de servicio.

Cuenta con un depósito de 110 pulgadas cúbicas el cual proporciona un tiempo de 6 a 8 segundos para que el maquinista pueda restablecer el pedal D-1 o disminuir la velocidad, pasando ese tiempo la válvula opera ocasionando tres causas:



1. Asegura la aplicación comunicando el conducto (10) con el (8) para desalojar aire a la atmósfera a través del escape de emergencia de la válvula 26-C.
2. Opera el interruptor neumático de control (PCS) para cortar la potencia y freno.
3. Provoca una plena aplicación de servicio tanto en la locomotora como en el tren.

La válvula de aplicación de freno P-2A, está integrada por una válvula de carrete controlada por un diafragma, una válvula de sobre reducción, una válvula de control de afloje y una válvula de supresión. Esta montada sobre un soporte para tubos en el cual se hacen todas las conexiones de tubería, las cuales se identifican numéricamente de la siguiente manera en la figura 19.

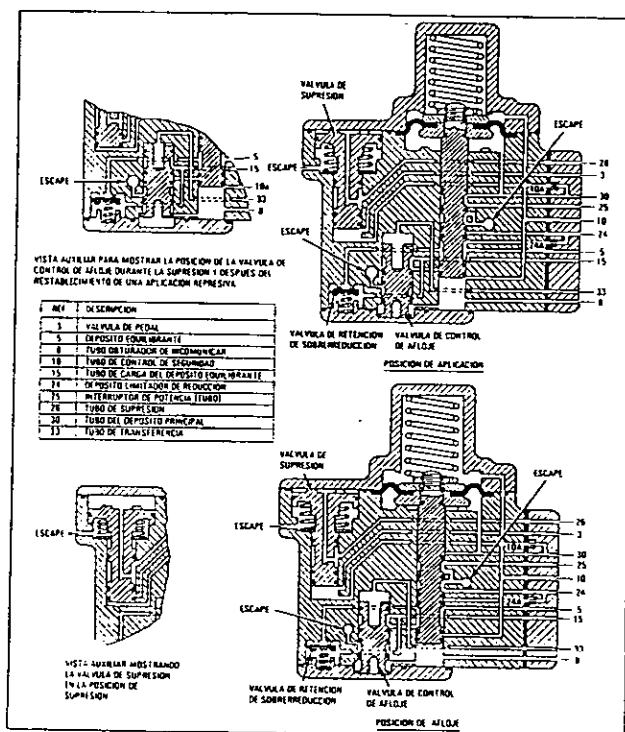


Figura 19. Válvula de aplicación de freno P-2A.



Esta válvula opera cuando se provoca un desequilibrio ya sea por control de seguridad D-1 o por control de sobrevelocidad, comunicando el conducto (30) con el (25) donde el aire se dirige al PCS para mandar la señal al motor diesel para que trabaje en holgar, al mismo tiempo hay un arenamiento automático. Por lo que en respuesta a este desequilibrio de presiones lo que se provoca es una plena aplicación de servicio.

* **Válvula piloto de incomunicar carga A-1.**

Para contar con la característica de protección por división de tren o emergencia se incluye una válvula piloto de incomunicar carga A-1; durante la operación normal del freno la válvula estará en su posición normal de afloje y el aire del depósito principal estará presente en la cámara (A) debajo de la cabeza del pistón de incomunicar para sostenerlo en su posición superior como se muestra en la figura No. 19. La cámara (B) que esta debajo de la válvula de carrete del pistón de incomunicar estará conectada al escape por el conducto (53) y por el escape de la válvula piloto A-1 de la válvula de freno 26-C. La cámara (C) que esta arriba del pistón de incomunicar y el conducto (9) están comunicados al escape por el conducto de la válvula de carrete del pistón actuador y el reductor de tiempo de arenamiento automático. Por el conducto (1) llega la presión a la cámara (D) del pistón actuador y fluye a través del reductor del pistón a la cámara (E), teniendo en ambas cámaras (D y E) presiones iguales.

La válvula piloto de incomunicar carga A-1, esta montada sobre un soporte para tubos en el cual se hacen todas las conexiones de tubería, estas se identifican numéricamente de la siguiente manera en la figura 20.

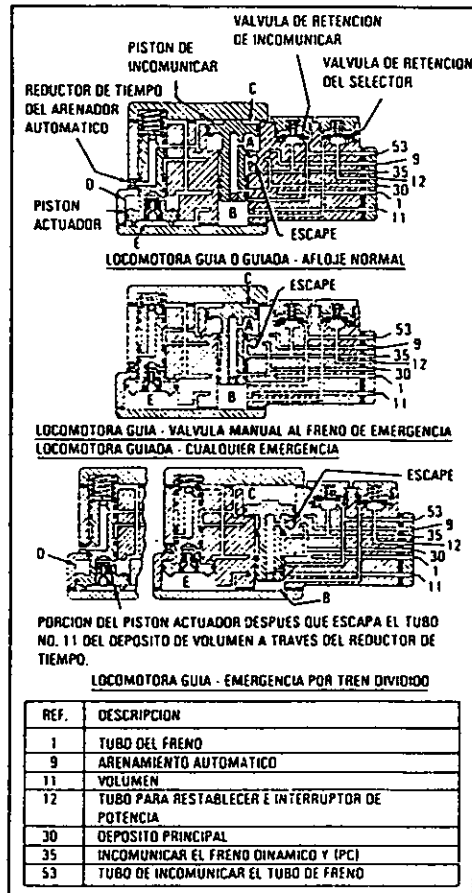


Figura 20. Válvula piloto de incomunicar carga A-I.

Esta válvula opera cuando hay una división de tren o una emergencia, debido a que se provoca un desequilibrio de presiones en el tubo de freno, se descompensa la cámara (D) y se levanta el pistón comunicando el conducto (30) con el (9) accionando el interruptor PCS para mandar el motor diesel a holgar, al mismo tiempo hay arenamiento automático en las ruedas y se mantiene un soplo de alarma por el escape de emergencia de la válvula de freno 26-C.



* Válvula de pedal D-1.

Esta válvula es un dispositivo de seguridad que tiene por objeto controlar la operación de la válvula de aplicación de freno P-2A "por control de seguridad", ya que al soltarse este pedal, este produce una plena aplicación de servicio.

En la figura 21, se muestra la válvula de pedal D-1.

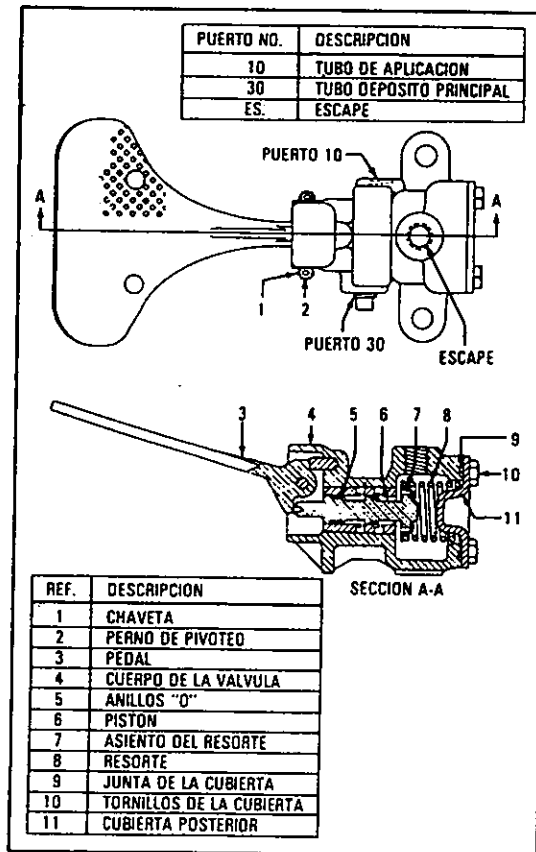


Figura No. 20. Válvula de pedal D-1.



* **Válvula de freno de emergencia.**

Esta válvula tiene la función de efectuar una plena aplicación de servicio de freno en grado de emergencia cuando el maquinista se ve imposibilitado para aplicarlo de manera manual; permitiéndole así, descargar el aire del tubo de freno hacia la atmósfera en proporción de emergencia.

En la figura 22, se muestra la válvula de freno de emergencia.

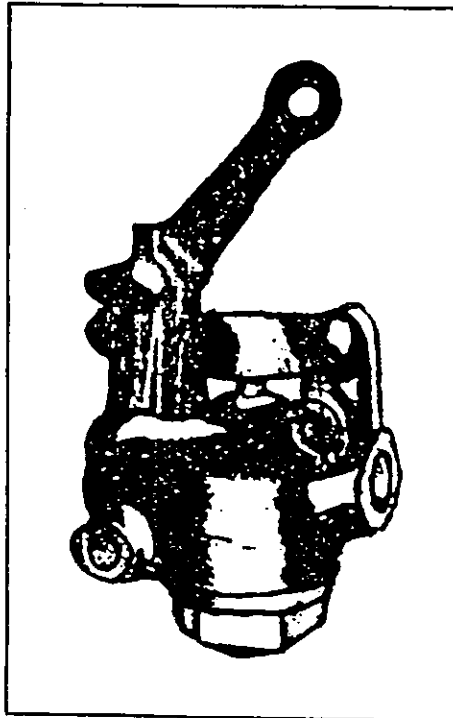


Figura 22. Válvula de freno de emergencia.



* Válvula de descarga V-8.

La válvula de descarga V-8, tiene por objeto descargar el aire del tubo de freno hacia la atmósfera en proporción de emergencia, y así propagar rápidamente y a todo lo largo del tren la señal de una plena aplicación de servicio en grado de emergencia.

En la figura 23, se muestra la válvula de descarga V-8.

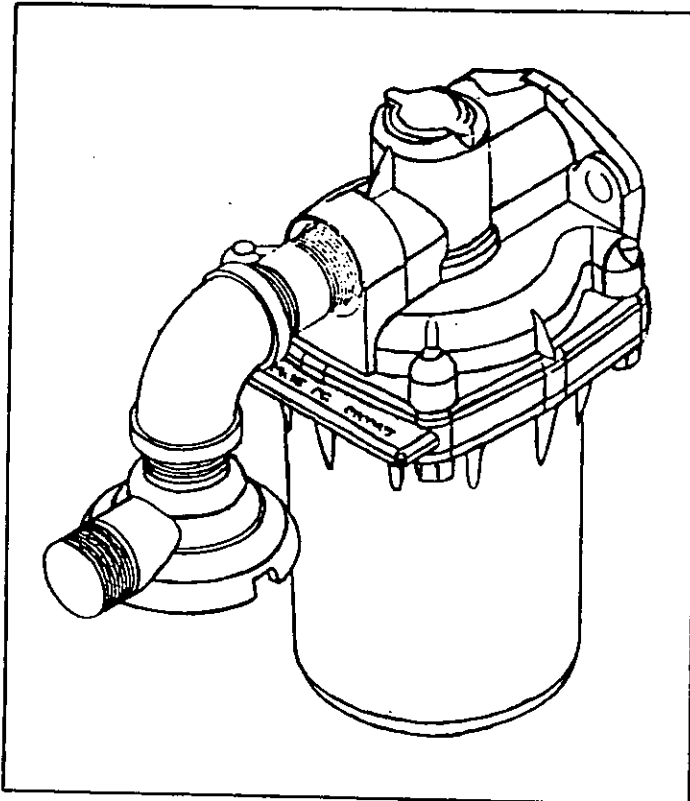


Figura 23. Válvula de descarga V-8.



iii) Equipo auxiliar neumático.

Dentro de este apartado se consideran todos aquellos equipos auxiliares y aparatos que utilizan aire comprimido para su funcionamiento, tales como:

- * **Limpiaparabrisas:** Es el conjunto de aparatos que elimina la humedad o suciedad adheridas exteriormente a los cristales frontales de la cabina de conducción, aumentando de esa forma la visibilidad desde el interior de dicho habitáculo.

El equipo consta de un dispositivo mecánico, activado neumáticamente para barrer los cristales con escobillas de hule u otra materia sintética.

- * **Bocinas:** Emiten señales de acústica a requerimiento del maquinista. Cada cabina se dispone de dos pulsadores manuales que establecen los circuitos eléctricos de la bocina de una electroválvula que al actuar, permite el paso de aire comprimido hacia la bocina emitiendo una señal de acústica sonora.
- * **Areneros:** Las locomotoras disponen de dispositivos electroneumáticos de arenado, dos en cada extremo de la locomotora. Estas permiten el paso de aire del depósito principal a sus respectivas trampas de arena y cuya función es elevar la adherencia entre rueda y riel. Este arenado se efectúa automática o manualmente, según convenga a la marcha del vehículo.
- * **Válvulas de drenaje:** Las locomotoras disponen de dos válvulas de drenaje ubicadas en los depósitos principales (una por depósito principal) Tienen por objeto permitir el desalojo de presión y condensación de aire. Su funcionamiento puede ser automático o manual.



- * **Corneta de aire:** Esta corneta de aire se encuentra ubicada sobre la superficie superior de la cabina de la locomotora, es un dispositivo que funciona con aire comprimido. Su función primordial es el de emitir una señal de aviso en camino para evitar posibles accidentes.
- * **Campana de señales:** Las locomotoras disponen de una campana de señales, la cual es accionada por medio de un repicador neumático el cual funciona con aire comprimido. Su función primordial es el de emitir una señal de aviso audible que sirve para alertar e indicar a los operarios que la locomotora va a ser puesta en marcha o se va a realizar algún movimiento dentro del taller de mantenimiento.



CAPITULO 2

DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DIESEL

2.1. Descripción.

En esta unidad se describen las partes constitutivas principales del motor diesel y su interrelación con los demás sistemas de la locomotora diesel-eléctrica.

Una forma de representar el funcionamiento de la unidad diesel-eléctrica es por medio de diagramas de bloques como se muestra en la figura 24.

DÍAGRAMA DE BLOQUES DEL MOTOR DIESEL

(FIGURA 25)

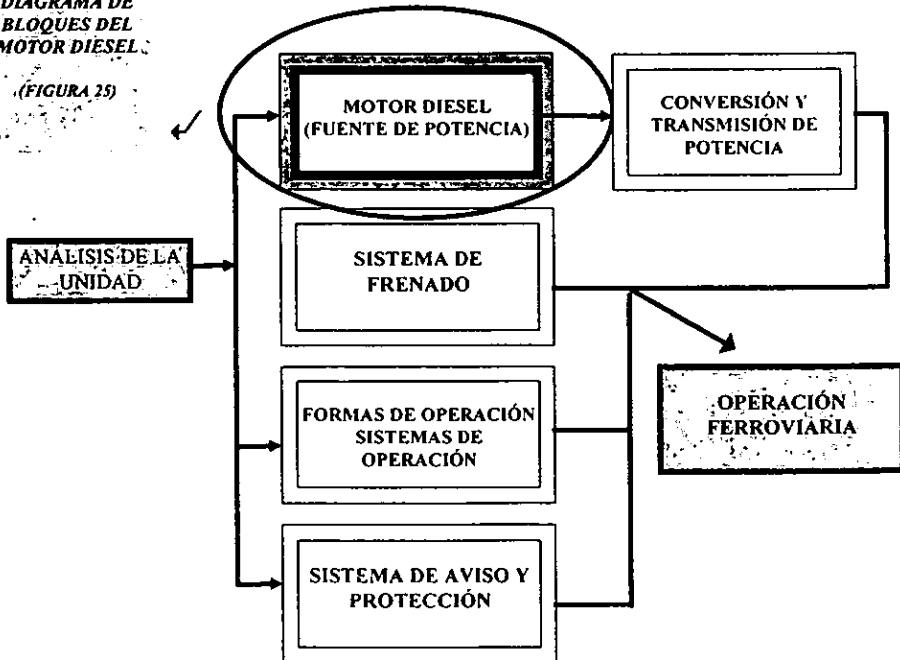


Figura 24. Diagrama de bloques de una locomotora diesel-eléctrica.

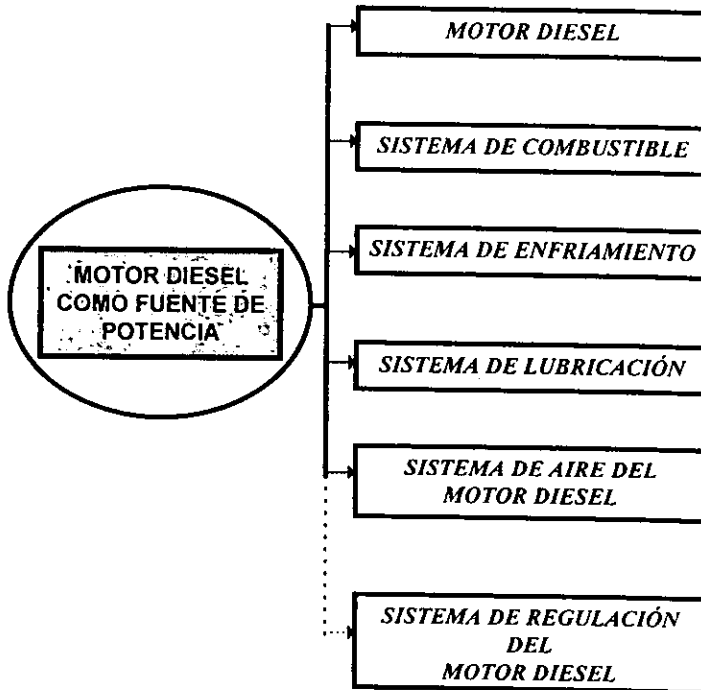


Figura 25. Diagrama de bloques del motor diesel.

Una vez establecido el desglose del motor diesel en sus componentes principales, se pueden establecer los siguientes conceptos fundamentales:

Fundamentos del motor diesel.

Caballo de potencia: La expresión caballo de potencia es la unidad universalmente aceptada para medir la potencia, la cual se define como el trabajo de mover 330 libras a una altura de 100 pies en un segundo (76 Kilogramos a la altura de 1 metro en el tiempo de un segundo). Por lo tanto, existe la relación de:

$$\text{TRABAJO} = \text{Fuerza} \times \text{Distancia}$$

$$\text{POTENCIA} = (\text{Fuerza} \times \text{Distancia}) / \text{Tiempo}$$



Potencia de la locomotora: En años anteriores se han realizado propuestas para unificar el método único para medir la potencia de los distintos tipos de locomotoras actualmente disponibles. A lo cual no se ha llegado a ningún acuerdo. A continuación se proporcionan algunas de las definiciones de potencia que comúnmente se emplean en el ámbito de la industria ferroviaria.

Potencia del motor diesel: Como se vio en la unidad anterior, el motor diesel proporciona la potencia necesaria para mover el equipo auxiliar de la locomotora, así como la potencia que requiere el generador principal para mover los motores de tracción, la suma de estas potencias, es el valor total de potencia. Por lo tanto se dice que la potencia que suministra el motor diesel al generador principal para impulsar la locomotora, es lo que se establece como valor de potencia.

Rendimiento de la transmisión: Cuando la potencia se transmite desde el motor a las ruedas de una locomotora, existen siempre pérdidas en la transmisión, lo que origina que el rendimiento sea menor al 100%. Se llama rendimiento de una máquina, a la relación que existe entre la potencia proporcionada por la máquina y la potencia que recibe.

$$\text{RENDIMIENTO} = (\text{Potencia sacada de la máquina}) / (\text{Potencia entregada a la máquina})$$

En cada una de las transformaciones que sufre la energía producida por el motor diesel al pasar por el generador principal, el equipo de control, los cables, los motores de tracción y los engranes de las ruedas; éstas transformaciones de energía producen pérdidas. Por lo que, el rendimiento total de la transmisión puede estimarse en 82% aproximadamente. Lo anterior significa que el 18% de la energía que el motor diesel proporciona al generador principal no llega a las ruedas, el 82% es un valor promedio que puede variar de acuerdo a las condiciones de manejo y topografía del camino, edad de la locomotora, condiciones de mantenimiento, cantidad de carga que arrastra, etc.



2.2. Funcionamiento de un motor diesel de cuatro tiempos.

Como ya se ha mencionado en la unidad anterior, un motor diesel: es un generador de energía termomecánica que permite la independencia del vehículo motor respecto a las instalaciones energéticas fijas en la línea.

Cada émbolo de trabajo o pistón del motor diesel comprime aire dentro de un cilindro, de forma que la temperatura resultante de la compresión es muy superior al punto de inflamación del combustible empleado. La introducción gradual de éste después de la compresión tiene como consecuencia la combustión espontánea del mismo, obteniéndose un volumen de gas resultante, a una presión elevada que tiende a expandirse dentro del cilindro haciendo retroceder al pistón.

- La carrera motriz o impulso que adquiere el pistón dentro del cilindro se obtiene de la expansión de los gases producidos en la combustión espontánea del combustible.
- Para conseguir una carrera motriz (fase de combustión) en un motor diesel se precisan tres fases preparatorias: escape, admisión y compresión.
- Debido a las condiciones de trabajo de un motor diesel, las piezas que lo componen son de una gran robustez.

En el funcionamiento de un motor diesel se identifican las siguientes fases o tiempos:

- a) ADMISIÓN.
- b) COMPRESIÓN.
- c) COMBUSTIÓN Y EXPANSIÓN.
- d) ESCAPE.



A continuación se proporcionan algunos conceptos básicos:

- **Punto muerto del pistón.** Es la posición extrema que alcanza la cara superior del pistón en un desplazamiento rectilíneo a lo largo del cilindro.
- Se denomina “**punto muerto superior**” (PMS) a la cota que alcanza el pistón más próxima a la cámara de combustión. Entiéndase esta aproximidad a la cámara de combustión como acercamiento a la cara interior de la cabeza.
- Se denomina “**punto muerto inferior**” (PMI) a la cota que alcanza el pistón más alejada de la cámara de combustión.
- Se denomina “**carrera**” a la distancia que recorre el pistón dentro del cilindro entre los puntos muertos superior e inferior, que corresponde con las dos posiciones extremas de los muñones del cigüeñal en el plano del cilindro.

La carrera se mide en milímetros de desplazamiento del pistón o en grados de giro del muñón del cigüeñal. La longitud de una carrera coincide con la medida del diámetro de la circunferencia descrita por la correspondiente excéntrica del cigüeñal.

- **Fase:** Se denomina fase a cada una de las evoluciones que sufren los gases dentro del cilindro.
- **Tiempo:** Es el conjunto de fases que se verifica en cada carrera del pistón.
- **Relación de compresión.** Es el cociente existente del volumen de aire contenido en el cilindro antes y después de la fase de compresión.



Primer tiempo: " admisión "

El giro del cigüeñal hace que descienda el pistón dentro del cilindro, permaneciendo completamente abierta la válvula de admisión de aire desde el punto muerto superior (PMS). El vacío creado en el cilindro provoca la aspiración de aire atmosférico a través de un colector en cuya boca existe un filtro de depuración.

La succión de aire que hace el pistón en su descenso hasta el punto muerto inferior (PMI), provoca un aumento de la presión en el interior del cilindro hasta igualarse con la presión exterior, instante en que se cierra la válvula de admisión de aire al cilindro. En este momento el cilindro está lleno de aire a presión y temperatura teóricamente iguales a las del exterior (una atmósfera y temperatura ambiente).

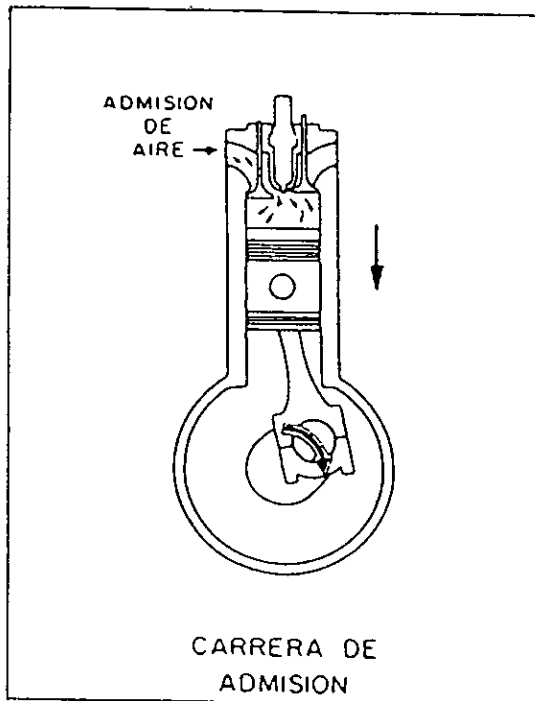


Figura 26. Admisión.



Segundo tiempo: " compresión "

Al continuar el giro del cigüeñal, el pistón se ve obligado a ascender dentro del cilindro, lo que ocasiona una compresión continua del aire contenido en el mismo, hasta que el pistón alcanza el punto muerto superior (PMS). En este punto la temperatura del aire y la presión que ejerce sobre las paredes del cilindro son máximas.

Temperatura PMS: 500°C a 700°C, aproximadamente.

Presión PMS: 30 a 40 atmósferas, aproximadamente.

A continuación la figura 27, muestra como se lleva a cabo la fase de compresión, la cual representa las variaciones de presión, en esta fase no existe intercambio de calor con el exterior.

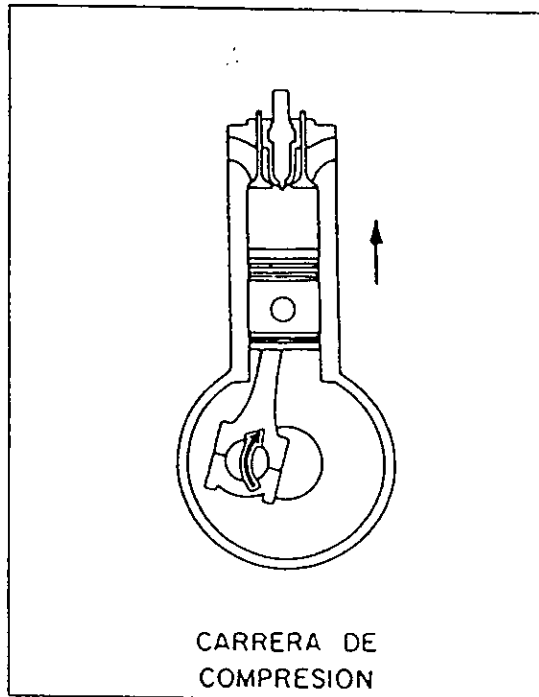


Figura 27. Compresión.



Tercer tiempo: “ combustión y expansión ”

El mando del acelerador actúa sobre las bombas de inyección que son accionadas por los árboles de levas mediante los elementos de la bomba de inyección, se envía el combustible a los inyectores a una presión muy elevada. Los inyectores están situados en los cilindros y pulverizan el combustible dentro de estos. Este combustible se inflama a medida que entra en los cilindros debido a las condiciones de presión y temperatura existentes en los mismos, de tal forma que la inflamación tiene lugar mientras el pistón recorre una parte de su carrera descendente y por tanto, no existe un aumento súbito de la presión, sino que ésta se mantiene constante durante cierto espacio de la carrera de expansión.

Mientras dura la combustión se expansionan los gases y se alcanza una presión máxima aproximada de 60 atmósferas que hace finalizar la carrera descendente del pistón dentro del cilindro hasta alcanzar el punto muerto inferior (PMI), instante teórico en el que abre la válvula de escape. Para conseguir cada fase de combustión se requieren dos vueltas del cigüeñal.

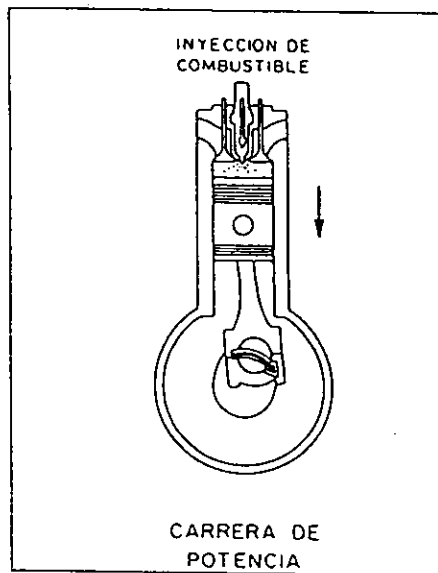


Figura 28. Combustión y expansión (potencia).

Obsérvese, que la expansión tiene lugar en dos etapas: la primera a presión constante (mientras dura la inyección y combustión) y la segunda sin intercambio de calor con el exterior.



Cuarto tiempo: "escape"

En este tiempo se produce la evacuación de los gases contenidos en el cilindro, permaneciendo abierta la válvula de escape desde el punto muerto inferior (PMI).

Esta evacuación tiene dos agentes motivantes: por un lado, la presión en el interior del cilindro es superior a la atmosférica, por lo que se produce una expulsión espontánea de gases hasta igualarse las presiones interior y exterior, cosa que ocurre instantáneamente. Por otro lado, el giro del cigüeñal inicia la carrera ascendente del pistón, por los que los gases contenidos en el cilindro a la presión atmosférica se ven expulsados de su interior.

A continuación la figura 29, muestra como se lleva a cabo la fase de escape.

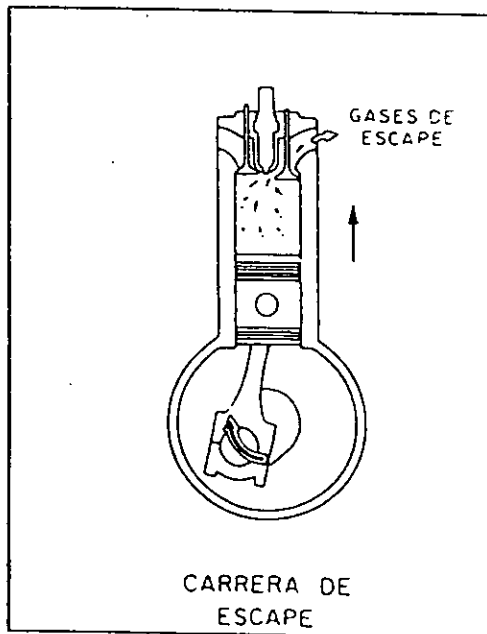


Figura No. 26. Escape.

Al final de la fase, la expulsión de gases teóricamente cierra la válvula de escape y abre la válvula de admisión, quedando preparados cilindro, válvulas y pistón para iniciar un nuevo ciclo de trabajo.



Terminología de la ubicación de los componentes del motor diesel.

Los siguientes términos se utilizan para la localización de los diversos componentes del motor diesel:

Extremo libre: Es el extremo del motor donde se encuentran instalados, el turbocompresor y los interenfriadores.

Extremo del generador: Es el extremo del motor donde se encuentra instalado el generador principal.

Lado derecho e izquierdo: El lado derecho y/o izquierdo del motor diesel, se determina viendo el motor diesel de frente por el extremo del generador principal.

Ubicación de los cilindros: Los cilindros están numerados a partir del extremo libre hacia el extremo del generador. Los cilindros número 1 derecho (1D) y número 1 izquierdo (1I), son los que están más cerca del turbocompresor en todos los motores diesel.

Rotación del cigüeñal: Durante la operación del motor diesel, el cigüeñal gira en sentido de las manecillas del reloj (hacia la derecha), cuando es observado desde el extremo libre; y en sentido contrario de las manecillas del reloj (hacia la izquierda) cuando se ve desde el extremo del generador principal.

La figura No. 27, muestra una vista esquemática superior de un motor diesel de 16 cilindros.

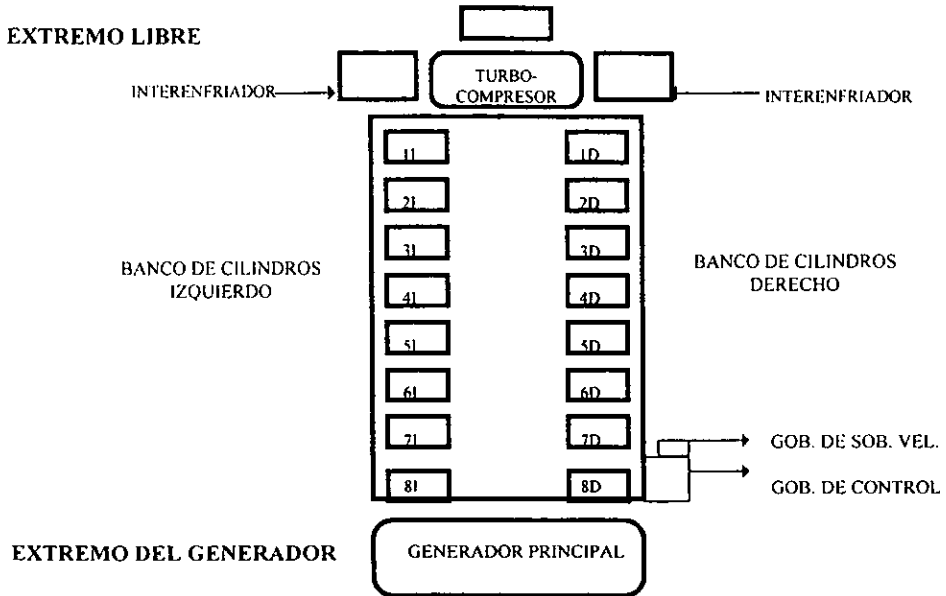


Figura 30. Esquema de un motor diesel de 16 cilindros.

Tabla 4. Especificaciones de un motor diesel de 16 cilindros.

NÚMERO DE CILINDROS	16
CICLO	4 TIEMPOS
DISPOSICIÓN DE LOS CILINDROS	45° GRADOS EN " V "
DIAMETRO INTERIOR DEL CILINDRO	228.6 mm (9 pulg.)
CARRERA	266.7 mm (10 ½ pulg.)
RELACIÓN DE COMPRESIÓN	12.7 : 1
VELOCIDAD EN HOLGAR	425 - 450 R.P.M.
VELOCIDAD MÁXIMA DE REGIMEN	1025 - 1050 R.P.M.
ORDEN DE ENCENDIDO	1D-1I, 3D-3I, 7D-7I, 4D-4I, 8D-8I, 6D-6I, 2D-2I, 5D-5I.
TURBOCOMPRESOR	SENCILLO
DIMENSIONES DEL MOTOR DIESEL:	
ALTURA (total, incluyendo la chimenea)	2.811 METROS (9 pies 2-11/16 pulg.)
LONGITUD (total ; incluyendo el generador)	6.615 METROS (21 pies 8-7/16 pulg.)
ANCHO (total)	1.737 METROS (5 pies 8-3/8 pulg.)
PESO (únicamente el motor y sin líquidos)	19,736 Kg. (43,510 Lb.)



2.3. Partes de un motor diesel.

2.3.1. Conjunto exterior del motor diesel.

El conjunto de piezas que forma un motor diesel está agrupado en cuatro subconjuntos definidos por sus funciones específicas, de ahí que el estudio del motor diesel se haga en cuatro partes a saber:

- * Bancada.
 - * Cárter.
 - * Cabeza.
 - * Cilindro.
- * **Bancada:** Es el elemento central de un motor diesel, alrededor del cual se desarrolla su estructura. Está construido en hierro fundido para evitar que la posición relativa del cigüeñal y los cilindros queden modificados a causa de posibles deformaciones y así garantizar el buen funcionamiento de las piezas que componen el mecanismo motor. Los cilindros pueden estar mecanizados en la misma estructura de la bancada o bien se alojan en huecos preconcebidos del mismo.

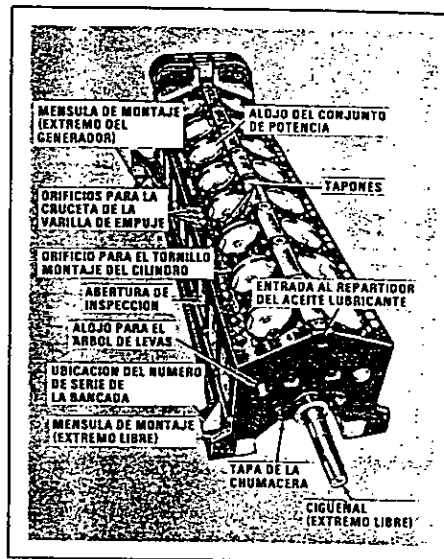


Figura 31. Bancada vista por el extremo libre.



Purgadores descompresores: Están situados en cada uno de los conjuntos de potencia y su función es la de anular la compresión en los cilindros para facilitar el arranque del motor diesel y durante ciertas operaciones de conservación, a fin de reducir el esfuerzo necesario para hacer girar el cigüeñal. Así mismo, expulsa los gases condensados para evitar esfuerzos perjudiciales a las piezas del mecanismo motor diesel.

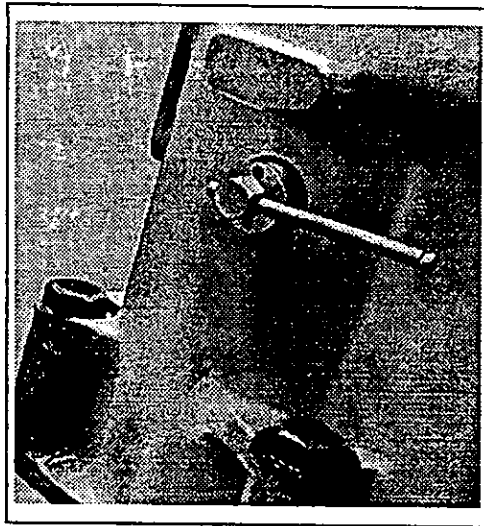


Figura No. 29. Purgador descompresor.

- * **Cárter:** Es un elemento de la bancada que ésta ubicado en su parte inferior, y que proporciona al conjunto la estanqueidad necesaria del aceite lubricante para que la lubricación de las piezas móviles del motor diesel sea perfecto. En la figura 33, se muestra el cárter del motor diesel; así como su elemento filtrador de malla gruesa.

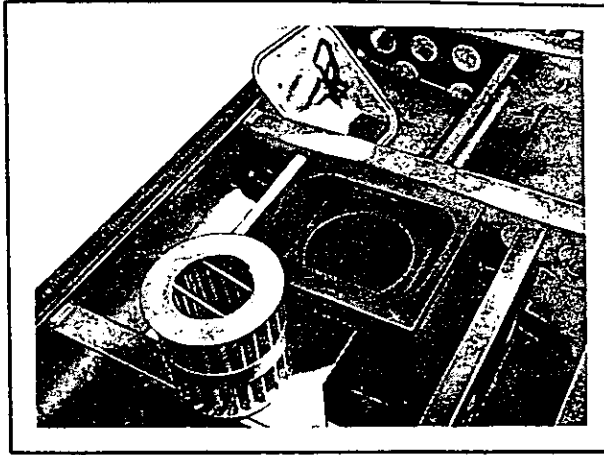


Figura 33. Cárter.

En el fondo del cárter se depositan las partículas sólidas e impurezas que barre el aceite durante la lubricación.

El cárter dispone de los siguientes elementos:

- Una boca de llenado protegida con un filtro de malla metálica gruesa.
- Una a varias salidas para el vaciado de aceite.
- Un respiradero que lo pone en comunicación con la atmósfera para evitar sobrepresiones causadas por gases.
- Un tubo de succión para la bomba de extracción de aceite.

El aceite bombeado para la lubricación y refrigeración, vuelve al cárter por efectos gravitatorios.



* **Cabeza:** Es el elemento del motor que cierra la bancada superiormente. El cilindro y la cara inferior de la cabeza junto con la superior del pistón, delimitan la cámara de combustión.

La cabeza se fija a la bancada mediante tornillos o grapas atornilladas. En su interior existen canalizaciones para la circulación del agua de refrigeración que proviene del tanque de almacenamiento de agua pasando a través de la bancada y sale hacia el colector de retorno, así como para la circulación del aire de admisión y de los gases de escape.

Un conjunto de orificios mecanizados en la cabeza sirve para la colocación de las guías de las válvulas y los inyectores.

La figura 34, muestra la cabeza del cilindro.

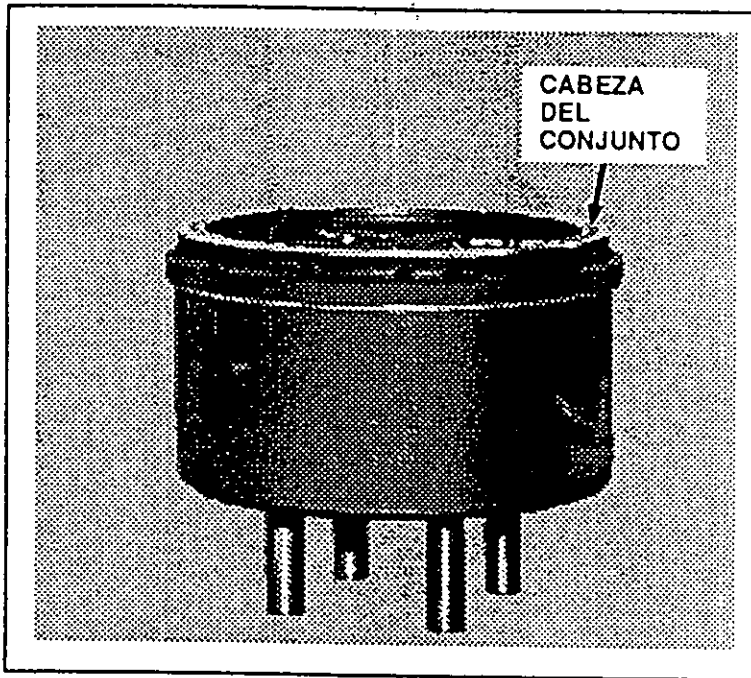


Figura 34. Cabeza.



La cabeza soporta los siguientes elementos:

- Válvulas de admisión y escape.
- Mecanismo de recuperación de válvulas.
- Balancines.
- Amortiguadores hidráulicos.
- Inyectores o inyector-bomba.

Juntas de cabeza: La unión de dos superficies metálicas no suele ofrecer un sellado perfecto por muy pulidas que estén, por lo que es necesario interponer una junta que proporcione dicho sellado. La junta de cabeza está formada por una serie de tres láminas, una de cobre muy delgada, una capa de amianto prensado y una segunda lámina de cobre muy fina.

* **Cilindros:** Un cilindro es un elemento del motor diesel dispuesto en la bancada perpendicularmente al eje del cigüeñal, en cuyo interior tiene lugar la combustión del combustible y el desplazamiento del pistón.

Los cilindros están contruidos en hierro fundido para evitar deformaciones debidas al esfuerzo a que están sometidos, debiendo ser refrigerados después de cada combustión mediante liquido o aire.

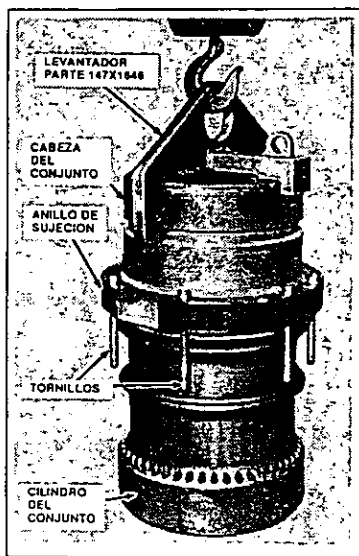


Figura 35. Cilindro.



2.3.2. Conjunto interior del motor diesel.

El conjunto de piezas que forman un motor diesel, está compuesto por los siguientes elementos:

- * Cigüeñal.
 - * Bielas y perno.
 - * Pistón y anillos.
 - * Cojinetes.
- * **Cigüeñal:** Es la pieza que sincroniza y regulariza el funcionamiento de los pistones y elementos accesorios del motor. Además transmite los esfuerzos de las fases motrices del funcionamiento del motor diesel a las ruedas mediante la transmisión, convirtiendo el movimiento rectilíneo alternativo del pistón en movimiento rotativo.

El cigüeñal es un eje de acero endurecido con tantos muñones acodados o excéntricos como cilindros posea el motor diesel, debe manufacturarse lo más preciso posible, para poder instalarse debidamente en el motor, se apoya en la bancada mediante tantos cojinetes de apoyo como excéntricas tenga, para garantizar una rotación suave y que no lo afecten los múltiples esfuerzos producidos durante el funcionamiento del mismo.

La lubricación de muñones y cojinetes de apoyo se realiza a través de canalizaciones del cigüeñal que distribuyen el aceite de lubricación.

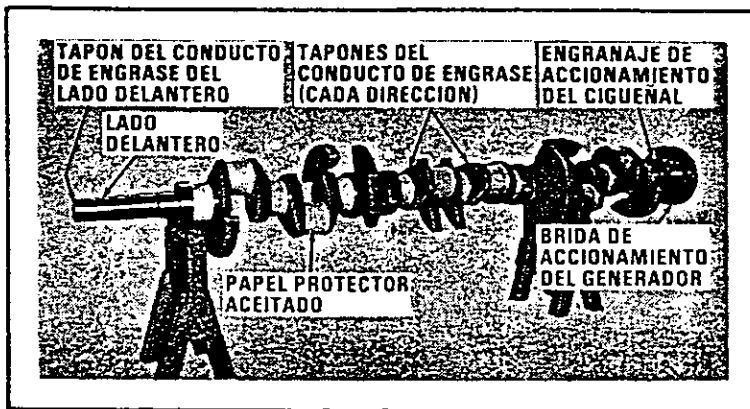


Figura 36. Cigüeñal.



Volante de Compensación: En el extremo del cigüeñal en la salida de potencia se acopla un volante que evita irregularidades en la rotación del mismo, proporcionándole estabilidad en su funcionamiento cuando esta girando a alta velocidad, ayuda a su vez a vencer los puntos muertos en las carreras preparatorias de los pistones y regulariza la transmisión del par motor.

Algunos volantes muestran periféricamente una corona dentada en la que engranan los motores de arranque.

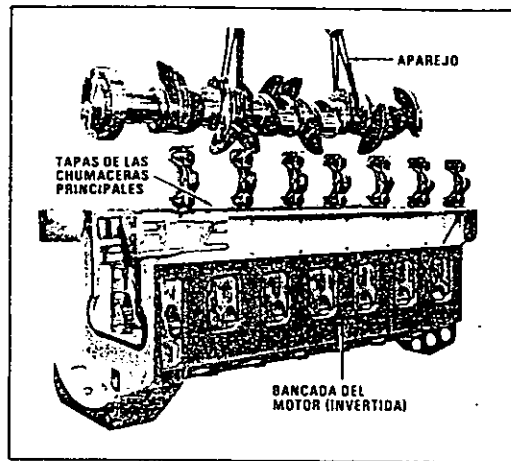


Figura 37. Acoplamiento del cigüeñal.

Amortiguador de vibraciones: Tiene por objeto neutralizar las vibraciones a que está sometido el cigüeñal como consecuencia de los impulsos bruscos que le proporcionan los pistones, impidiendo que los mismos se transmitan al tren de distribución.

El amortiguador de vibraciones está montado en el extremo opuesto al cigüeñal que soporta el volante de compensación. Está constituido generalmente por dos platos solidarios al cigüeñal mediante bulones que apoyan en otros tantos muelles y un tercer plato móvil central acoplado a los anteriores mediante el mecanismo de amortiguación antes mencionado y un disco de fricción. En otros casos, el mecanismo de amortiguación lo constituye un líquido viscoso en contacto con el disco de fricción.

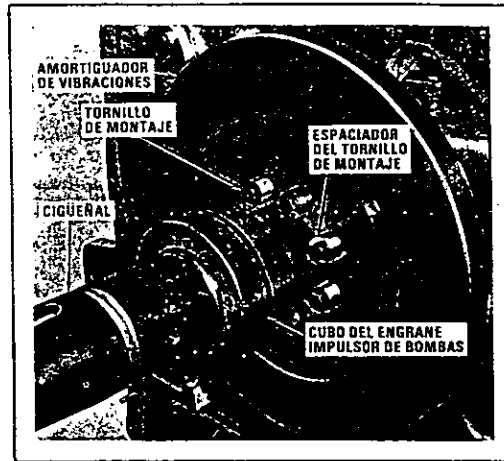


Figura 38. Amortiguador de vibraciones.

- * **Biela:** Son los elementos del sistema móvil que transmiten el movimiento rectilíneo alternativo del pistón al cigüeñal, de forma que al acoplar su pie a las excéntricas del mismo lo obligan a girar sobre su eje.
- * **Perno:** Es un eje de acero que, fijado transversalmente mediante frenos metálicos en la parte inferior del pistón, une el pie de biela con dicho pistón, para facilitar el lubricado y refrigeración del acoplamiento biela-perno.



Figura 39. Acoplamiento de biela-perno.



- **Pistón:** Es el elemento del sistema móvil que, deslizando en el interior del cilindro o camisa, modifica las condiciones de volumen, presión y temperatura de los gases durante los tiempos de funcionamiento del motor diesel.

Un pistón a su vez consta de tres partes:

- Cabeza.
- Centro.
- Faldón.

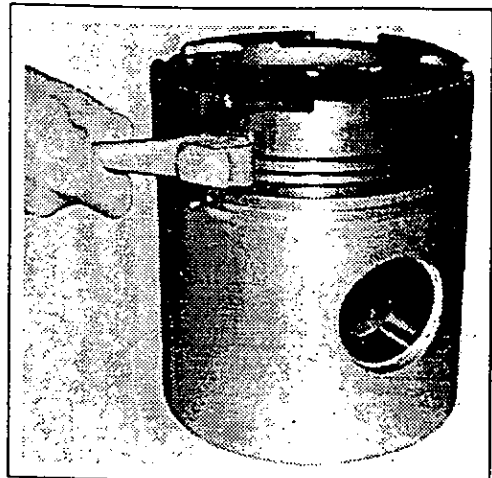
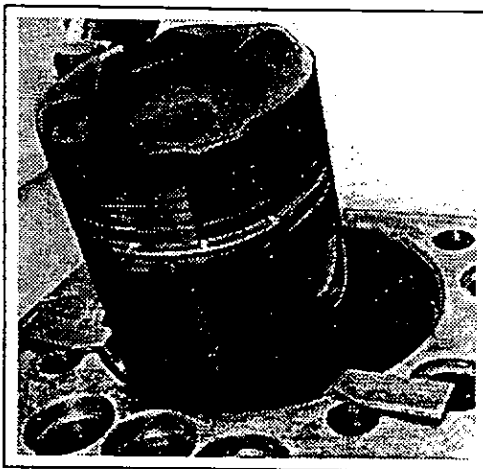


Figura 41. Pistón tradicional.

La cabeza de un pistón presenta deformaciones orientadas hacia la entrada del aire de admisión y hacia el inyector. de esta forma se provoca una turbulencia que facilita la mezcla de combustible con aire. Generalmente llevan un pequeño disco de acero, llamado tapón o foco térmico, en el punto donde se centra la tobera del inyector.

Los pistones son contruidos de aleaciones de aluminio para hacerlos ligeros, ya que en una de las carreras del ciclo-diesel (escape), el pistón encuentra una ligera oposición a altas velocidades del cigüeñal, si fuera de aleación pesada el pistón, por ejemplo hierro fundido; ejercería sobre el perno que soporta el pistón, esfuerzos considerablemente elevados.



Las paredes interiores del pistón son enfriadas por medio de aceite lubricante por dos métodos diferentes: el primero denominado " Lubricación y enfriamiento por salpicadura " y el otro método es cuando el aceite es forzado desde el cigüeñal a través de pasajes ranurados en las bielas maestra y articulada.

* **Anillos:** Son aros abiertos de material más blando que el constituyente del cilindro, a fin de que sean aquellos los que sufran el desgaste, ante el continuo rozamiento mutuo a que están sometidos durante las carreras del pistón.

Los anillos de los pistones absorben gran porción del desgaste, pero su función primordial es sellar la compresión, disipar el calor y distribuir el aceite lubricante.

El pistón y el cilindro están juntos en mayor medida, con el fin de que no existan fugas de gases que hagan perder fuerza a la compresión y posterior expansión, pero como esto produciría un gran rozamiento entre el cilindro y el pistón , se deja una holgura entre ambos elementos que se arregla con la colocación de anillos.

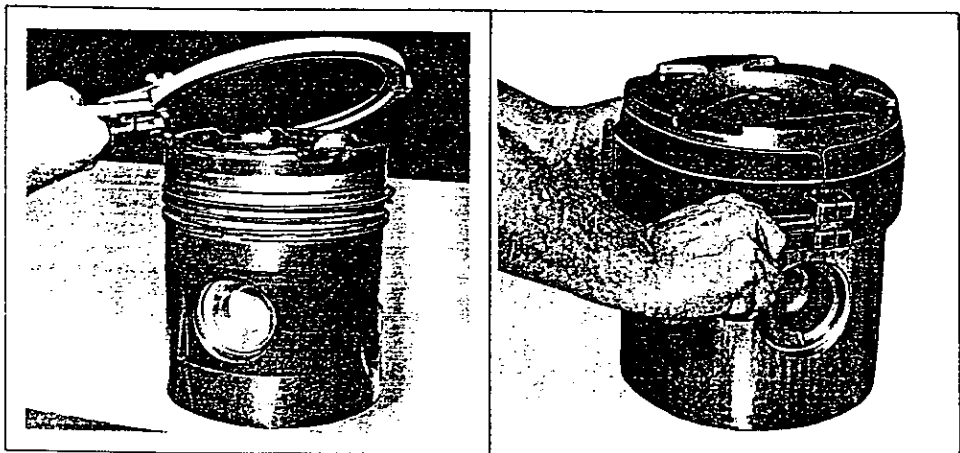


Figura 42. Anillos montados.



Según sus función se distinguen cuatro clases de anillos:

- **Compresión.**
- **Fogeo.**
- **Lubricación.**
- **Rascador.**

Se denomina **anillo de compresión** a aquel segmento que evita fugas de gases y pérdidas de fuerza en las carreras del pistón.

Se denomina **anillo de fogeo** a aquel segmento de compresión que recibe directamente la potencia de la combustión.

Se denomina **anillo de lubricación** a aquel segmento que, montado en el faldón del pistón o en la parte inferior de su cabeza, distribuye el aceite uniformemente en las paredes del cilindro o camisa lubricando así cada carrera.

Se denomina **anillo rascador** a aquel segmento que, montado en el faldón, limpia el cilindro de los restos sólidos de la anterior combustión, a la vez que da mayor estabilidad al pistón.

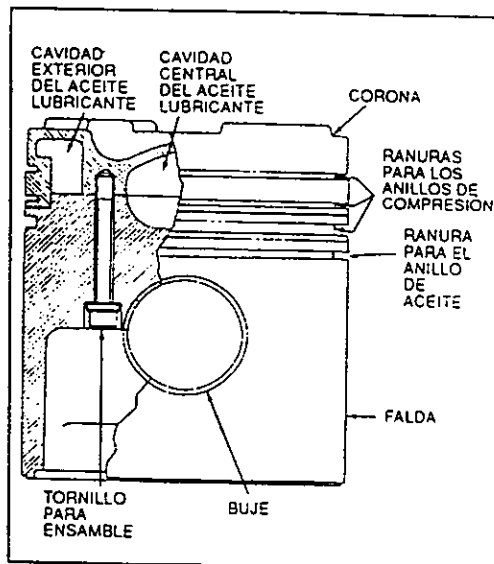


Figura 43. Funcionamiento de los anillos.



- * **Cojinetes:** Los cojinetes y apoyos principales que soportan al cigüeñal deben ser maquinados y acabados lo más exacto posible, para que las tolerancias mínimas de montaje mantengan a esta pieza dentro del alineamiento apropiado durante su funcionamiento, de otro modo cualquier exceso en el límite de las tolerancias, puede ocasionar vibraciones y daños muy fuertes en el cigüeñal.

Los cojinetes principales que soportan al cigüeñal, están sujetos a esfuerzos muy severos de diversas clases, que sin la debida atención pueden ocasionar su destrucción y daños mayores al motor.

El material que recubre al cojinete, no debe ser duro porque los esfuerzos a que está sometido podrían volverlo quebradizo, ocasionando la falla del cojinete. Por el contrario si fuera demasiado suave, con el trabajo tan severo a que están expuestos, tendería a aplastarse y escurrirse fuera de las chumaceras, ocasionado su falla. Por tanto, el metal de los cojinetes debe ser de características tales, que sea capaz de mantener trabajando a los cojinetes todo el tiempo posible en las mejores condiciones.

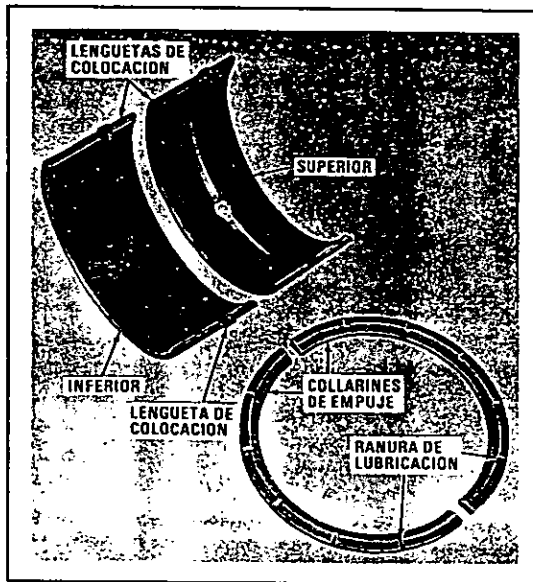


Figura 44. Cojinetes principales.



2.3.3. Elementos de distribución del motor diesel.

Son los elementos del motor diesel que permiten introducir aire en los cilindros, comprimirlo, inyectar el combustible y evacuar los gases residuales de la combustión en el instante preciso del funcionamiento de dicho motor diesel.

El conjunto de la distribución consta de los siguientes elementos:

- * **Árbol de levas y engranajes de la distribución.**
- * **Válvulas de admisión y escape.**
- * **Balancines.**
- * **Amortiguadores hidráulicos.**

- * **Árbol de levas y engranajes de la distribución:** El árbol de levas es el elemento de la distribución que transforma el movimiento rotativo de la transmisión en rectilíneo y alternativo de las válvulas de admisión y escape, y actúa además sobre la bomba de inyección.

El árbol de levas se compone de secciones, esto es dos árboles de levas seccionados e instalados uno en cada lado de la bancada del motor diesel mediante cojinetes de fricción, en el que están mecanizadas, asimétricamente respecto al eje de giro unas levas. Cada sección de árbol corresponde a un cilindro, dispone de tantas levas como válvulas de admisión, combustible y escape deban actuar. Unas canalizaciones en el interior del árbol de levas permiten la circulación de aceite para lubricar los puntos de fricción y piezas móviles de la distribución.

Las secciones de los árboles de levas están tratadas especialmente para darles la dureza necesaria de acuerdo al desgaste al que están expuestos, son impulsados por medio de un tren de engranes directamente desde el cigüeñal, los dos giran en la misma dirección a una velocidad igual a la mitad de la que gira el cigüeñal.

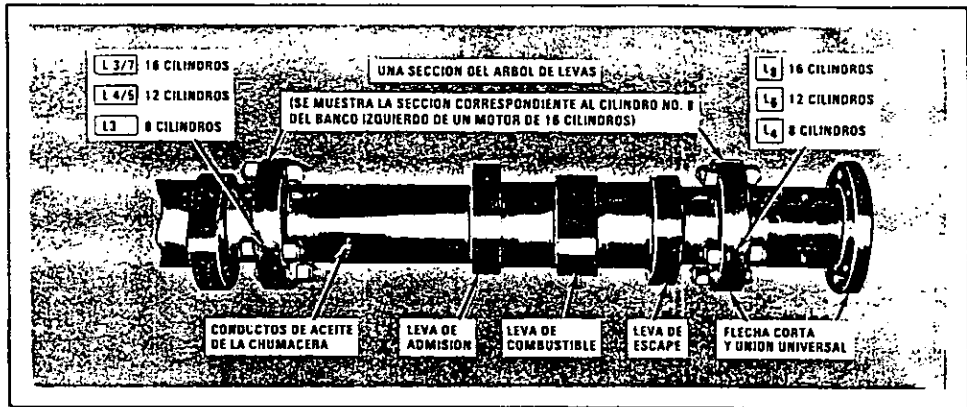


Figura 45. Árbol de levas.

- * **Válvula de admisión:** Las válvulas de admisión son los elementos de la distribución que permiten o impiden el paso de aire a los cilindros. Están accionadas por amortiguadores hidráulicos y que, al cesar dicha acción, un muelle las vuelve a su posición de reposo. Existen una o dos válvulas de admisión para cada cilindro.
- * **Válvula de escape:** Las válvulas de escape son los elementos de la distribución que permiten o impiden el escape de los gases producto de la combustión. Al igual que las de admisión, están accionadas por amortiguadores hidráulicos. La cabeza de estas válvulas está construida con materiales muy resistentes al calor, ya que el escape de los gases provoca temperaturas del orden de los 1,000° C. Existen una o dos válvulas de escape para cada cilindro.

En cada válvula se determinan dos zonas:

- **Cuerpo.**
- **Cabeza.**



En el cuerpo de la válvula se distinguen a su vez dos secciones localizadas:

- Cola.
- Vástago.

La cola es la sección final del cuerpo en la que se acopla el mecanismo de recuperación de la válvula y la que recibe el impacto del amortiguador hidráulico para realizar la apertura de la misma.

El vástago desliza en unas guías dentro de la cabeza y permanece en su asiento mediante el resorte helicoidal de recuperación.

La cabeza puede ser plana o curvada, siendo generalmente mayor el diámetro de la válvula de admisión que la de escape.

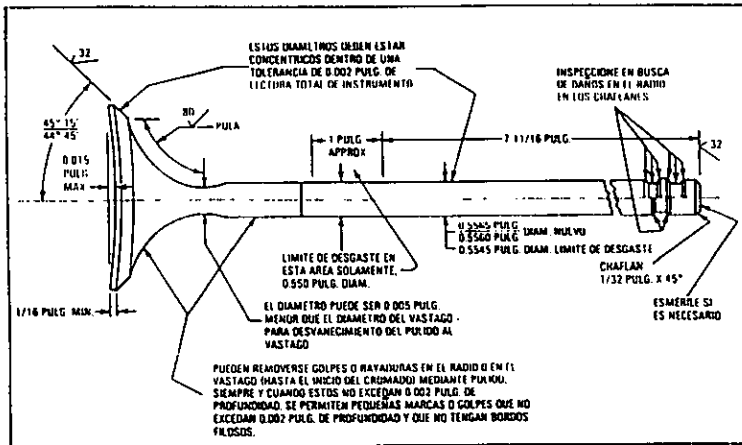


Figura 46. Válvulas de Admisión y escape.

Colocación de válvulas: Las válvulas están situadas en la cabeza o en la prolongación de la bancada, de forma que su cabeza se ubica en la cámara de combustión.



En el primer caso las válvulas están situadas en la cabeza y abren en el sentido ascendente del pistón cuando son presionadas por los balancines mediante los amortiguadores hidráulicos.

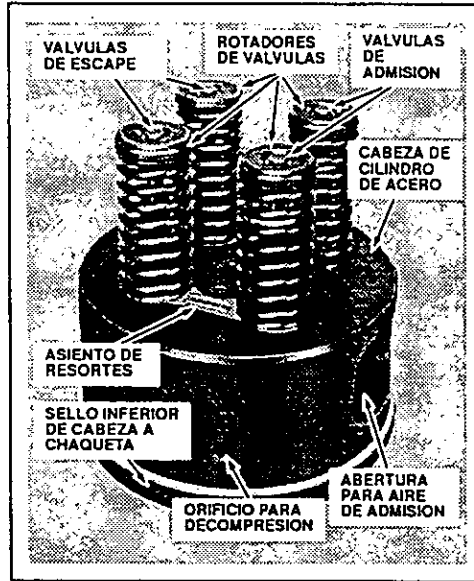


Figura 47. Colocación de las válvulas.

- * **Balancines:** Son los elementos de la distribución que transmiten a las válvulas de admisión y escape, situadas en la cabeza, el movimiento de apertura. El balancín es un puente móvil que gira alrededor de su centro por el que pasa un eje montado en la cabeza correspondiente. Un extremo del puente se acopla al empujador o a la leva correspondiente.

En este caso, una varilla de empuje transmite el movimiento de la leva al balancín.

El otro extremo del puente abre las válvulas de admisión o escape mediante el amortiguador hidráulico acoplado a él.

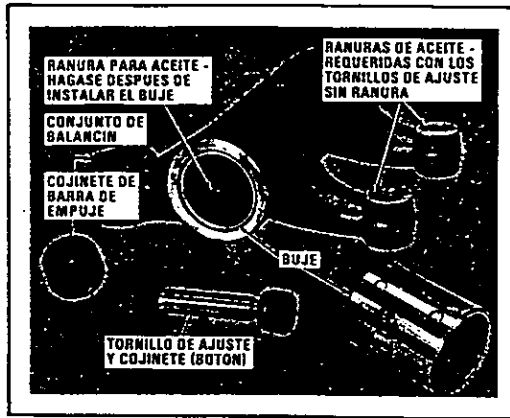


Figura 48. Balancín.

* **Amortiguador hidráulico:** El mando de las válvulas desde el árbol de levas se efectúa mediante los amortiguadores hidráulicos. El empujador se desliza en su guía y se termina por un rodillo o un talón plano sobre el que frota el saliente de la leva. Entre el amortiguador y la cola de la válvula, cuando está cerrada, se queda una pequeña holgura para que al calentarse la válvula pueda dilatarse libremente sin dañar la cabeza y quede la válvula parcialmente abierta.

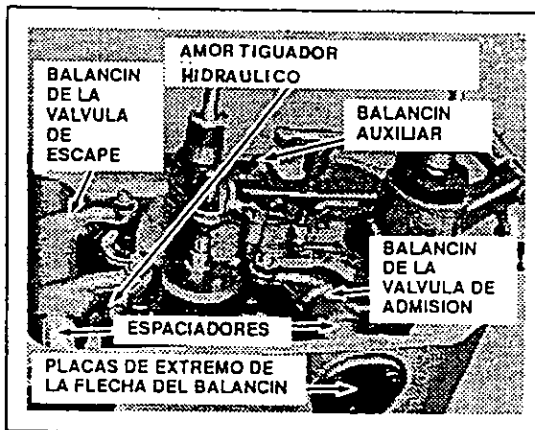


Figura 49. Amortiguador hidráulico.



2.4. Sistemas auxiliares del motor diesel.

Esta sección trata de los diversos sistemas auxiliares del motor diesel que tiene una locomotora diesel-eléctrica; de las partes individuales que constituyen el equipo, así como a las que contribuyen al buen funcionamiento de cada sistema.

2.4.1. Sistema de combustible.

El suministro de combustible para el motor diesel esta contenido en un tanque de combustible de almacenamiento que se encuentra debajo de la plataforma de la locomotora. Dicho combustible se extrae por medio de una bomba de transferencia impulsada por un motor eléctrico, la cual hace circular el combustible a través del sistema.

Las locomotoras diesel-eléctricas están equipadas con un tanque de combustible el cual esta destinado para contener el combustible que necesita para alimentar al motor diesel.

Los tanques están divididos en compartimientos mediante chapas taladradas llamadas "cortaolas", a fin de evitar los posibles desplazamientos del combustible durante la marcha de la locomotora.

También están provistos de dos bocas de llenado, una de cada lado, tiene varias mirillas de observación de nivel de combustible, tapón de drenado y tubo de respiración hacia la atmósfera.

El sistema de combustible de la locomotora consta de los siguientes componentes enumerados de acuerdo con el orden que sigue el flujo del combustible desde que sale del tanque pasando a través del sistema y retornando al mismo. A continuación se muestra el orden de los componentes:

ESTA TESIS NO DEBE
SER REPRODUCIDA SIN
EL CONSENTIMIENTO DE LA BIBLIOTECA



2.4.2. Funcionamiento.

El combustible es extraído del tanque por un tubo de succión a través de colador antes de llegar a la bomba de transferencia de combustible, la bomba de combustible se encarga de impulsarlo hasta el filtro de combustible, la descarga de la bomba de combustible esta conectada a una válvula de alivio la cual protege sobre presiones en el sistema. Posteriormente el combustible es conducido por medio de un tubo al repartidor de combustible del motor diesel.

El repartidor del combustible, está conformado por mangueras flexibles individuales conectadas a cada una de las bombas de alta presión, el repartidor suministra el combustible primero a las bombas de alta presión del banco de conjuntos de potencia derecho y enseguida al banco de conjuntos de potencia izquierdo; finalmente pasa a través de un tubo de alta presión a los inyectores de cada uno de los conjuntos de potencia.

El exceso de combustible regresa al tanque de combustible por un tubo de drenaje, pasando a través de la válvula reguladora la cual esta previamente ajustada para conservar cierta presión en el repartidor de combustible del sistema.

El tubo de drenaje de combustible se localiza en ambos lados del motor diesel colectando el combustible excedente que no es aprovechado por los inyectores y las bombas de alta presión para enviarlo de regreso al tanque de combustible.

2.4.3. Sistema de lubricación.

El sistema de lubricación del motor diesel, suministra el aceite a presión para lubricar las piezas móviles del motor. La necesidad de lubricar estas piezas se debe a que están sometidas a constante fricción y aun cuando estén revestidas de materiales apropiados esto no es suficiente para evitar desgastes por rozamiento; de ahí que sea preciso lubricarlas, prestando mayor atención a las piezas en movimiento y a los elementos de la distribución, pues un fallo en el abastecimiento de lubricante a estas piezas, llevaría consigo a un deterioro inmediato y la inutilización del motor diesel.



El sistema de lubricación consta de los siguientes componentes, los cuales se citan de acuerdo al orden de flujo del aceite lubricante del motor diesel.

1. Cárter de aceite.
2. Colador de malla gruesa.
3. Bomba de aceite lubricante
4. Válvula de alivio limitadora.
5. Enfriador de aceite.
6. Depósito de filtros de aceite lubricante.
7. Separador de aceite.
8. Repartidor principal.

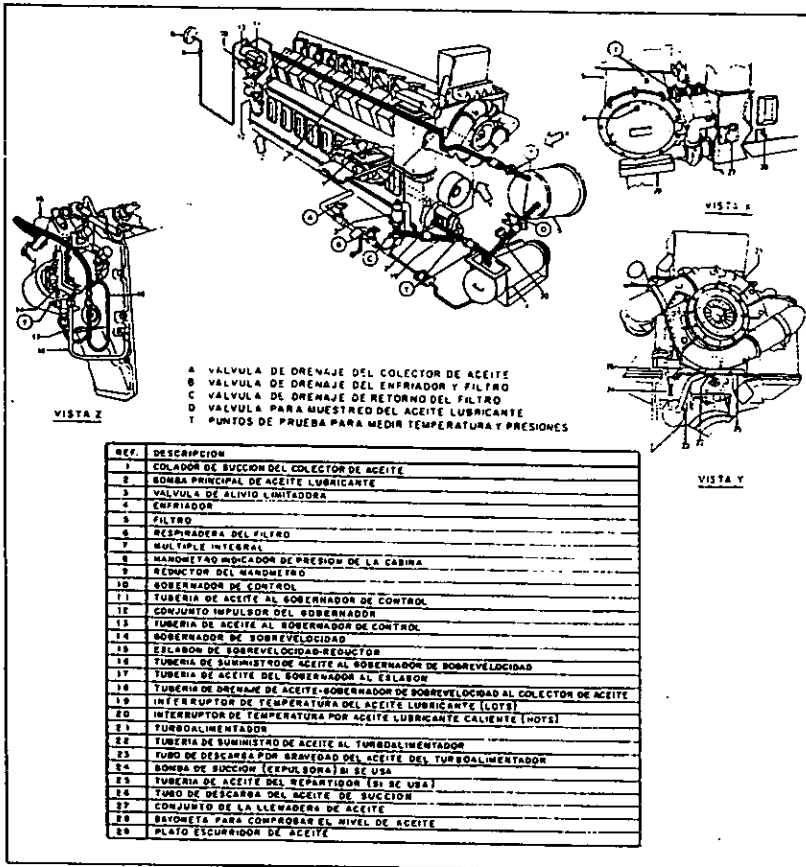


Figura 51. Sistema de lubricación.



2.4.4. Funcionamiento.

Por medio de una bomba de aceite lubricante que acciona el mismo motor diesel, se succiona el aceite lubricante del cárter haciéndolo pasar por un colador de malla gruesa antes de llegar a la bomba de aceite lubricante, la cual se encarga de impulsar el aceite hasta un depósito de filtros para remover el carbón e impurezas que se depositan en él. Después de esto se forza a través de un enfriador de aceite, por el cual fluye agua interiormente (por tubos horizontales) en contracorriente, cuyo fin es reducir la temperatura del aceite lubricante. Llega posteriormente al repartidor principal para lubricar las piezas móviles del motor diesel.

El repartidor principal del motor diesel y los conductos maquinados que se ramifican interiormente en la bancada, se encargan de conducir el aceite lubricante a todas las chumaceras principales y cojinetes; así como a las cuatro chumaceras de los árboles de levas. El aceite penetra al cigüeñal procedente de las chumaceras principales y fluye a través de los conductos maquinados diagonalmente para lubricar los muñones de conexión.

De los muñones de conexión el aceite lubricante pasa a través de las bielas y lubrica pernos y pistones, circulando hacia el extremo superior para lubricar la corona de los mismos y enfriarlos, posteriormente sale por unos orificios maquinados de drenaje para regresar por gravedad al cárter.

El aceite lubricante que se encuentra circulando y lubricando las chumaceras de los árboles de levas es conducido por unos conductos maquinados radialmente, estas chumaceras tienen unas ranuras que conectan con los conductos maquinados en la bancada para lubricar los buzos de las varillas de empuje que accionan las bombas de alta presión de combustible y las válvulas de admisión y de escape.



Circula aceite lubricante a través de las varillas de empuje para lubricar los mecanismos de operación (balancines, vástagos, resortes y amortiguadores hidráulicos) de las válvulas de admisión y escape. El retorno del aceite se efectúa por unas cavidades que tiene la varilla de empuje por medio de las cuales se lubrican las levas y rodillos para posteriormente retornar por gravedad al cárter.

El engrane auxiliar impulsor, se lubrica internamente por medio del aceite que fluye a través de un pasaje dentro de la flecha y por la maza del engrane, el excedente de aceite regresa por gravedad al cárter.

Los engranes de los arboles de levas se lubrican con aceite salpicado a través de un orificio alimentado por un conducto del repartidor principal.

Las chumaceras y engrane impulsor de las bombas de aceite y agua se lubrican por inversión, ya que están parcialmente sumergidos en aceite lubricante contenido dentro del depósito de la cubierta del extremo libre.

Las chumaceras del turbocompresor reciben aceite lubricante por una tubería externa conectada por una brida, después de lubricarlo el aceite regresa al cárter por medio de un tubo que se conecta con una brida a la cubierta.

El aceite lubricante que se envía al gobernador modulador de control del motor diesel y gobernador de sobrevelocidad, es por medio de un tubo que se conecta por medio de una brida al repartidor principal, lubrica el mecanismo impulsor y regresa internamente por gravedad al cárter.



2.4.5. Sistema de agua de enfriamiento.

El sistema de agua de enfriamiento se encarga de conservar la temperatura de operación del motor diesel a un nivel constante a capacidad de carga y variaciones de temperatura ambiente.

Hay diferentes causas por las cuales se genera gran cantidad de calor como son: la combustión del motor diesel, la fricción entre piezas móviles del motor diesel, compresor de aire, etc., dicho calor debe ser controlado en la misma proporción en que se genera para evitar que se destruyan las juntas, sellos, mangueras, etc.

La mayor parte del calor generado es transferido directamente de las masas de metal al aceite lubricante aproximadamente en un 20 % y es transferido del aceite lubricante al agua de enfriamiento aproximadamente en un 80 %. El calor del agua de enfriamiento es disipado a la atmósfera por medio de los bancos de radiadores. La escala de transferencia de calor del agua de enfriamiento a la atmósfera depende de la temperatura ambiente y de la presión. La temperatura del agua de enfriamiento del motor diesel es controlada por una válvula de control de flujo amplificadora de fluido en el sistema, la cual controla el caudal de agua que están recibiendo los bancos de radiadores y así poder mantener la temperatura de operación del motor diesel constante.

El sistema de agua de enfriamiento consta de los siguientes componentes enumerados en el orden que sigue el flujo de agua desde que sale del tanque de almacenamiento de agua pasando a través del sistema de enfriamiento hasta su retorno al tanque de almacenamiento de agua:

1. Tanque de almacenamiento de agua.
2. Enfriador de aceite lubricante.
3. Bomba de agua.
4. Múltiple de admisión de agua.
5. Cilindros (conjunto de potencia).
6. Interenfriadores.
7. Turbocompresor.
8. Válvula de control de flujo amplificadora de fluido.
9. Bancos de radiadores (derecho e izquierdo).
10. Compresor de aire.
11. Calentador de combustible (opcional).
12. Válvulas interruptores y tuberías de interconexión.

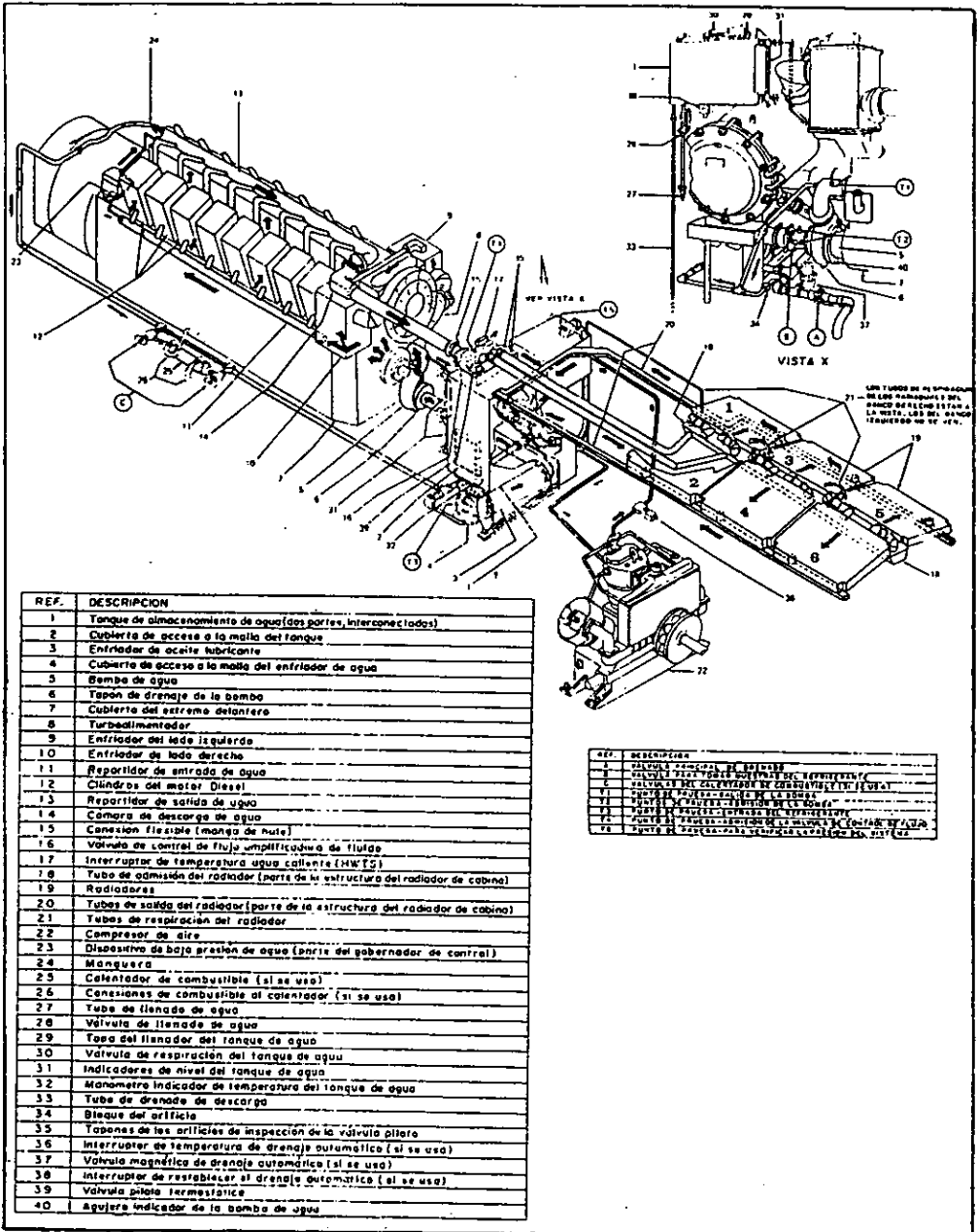


Figura 52. Sistema de agua de enfriamiento.



2.4.6. Funcionamiento.

En el sistema de agua de enfriamiento, el agua que sale del tanque de agua es dirigida hacia abajo a través de tubos verticales en el enfriador de aceite lubricante y después se envía a la succión de la bomba de agua, la cual es impulsada por el motor diesel a través de un engrane auxiliar. La descarga de agua se introduce a un pasaje lateral en la cubierta del extremo libre del motor diesel, de donde se distribuye por el múltiple de admisión de agua al turbocompresor y a su vez a los interenfriadores.

Los múltiples de admisión de agua tienen la función de distribuir el agua de enfriamiento a los cilindros de los conjuntos de potencia, los múltiples de admisión están compuestos de secciones individuales atornilladas a cada cilindro por medio de acoplamientos dresser. El agua procedente del múltiple de admisión fluye a través de la pared de la camisa alrededor del cilindro y continua su recorrido hacia la cabeza a través de un extenso número de orificios maquinados en la pared superior del cilindro.

Los interenfriadores de aire de admisión del motor diesel, cuya función es reducir la temperatura del aire, están fabricados de acero los cuales encierran un núcleo radiador tipo aleta con tubos; por los cuales fluye agua de enfriamiento pasando verticalmente tres veces a través del núcleo y descargándose en la parte superior del interenfriador.

El turbocompresor, también recibe agua de enfriamiento a través de dos aberturas en la parte superior delantera, las conexiones correspondientes se sellan con anillos "O" conectados al tubo de descarga que viene del interenfriador izquierdo.

El múltiple de descarga de agua se ubica en el centro del motor diesel conectado a una caja unión en la parte superior del interenfriador derecho, el múltiple tiene soldadas unas secciones de tubo que van conectadas individualmente a cada cilindro por medio de acoplamientos dresser.



El agua procedente del turbocompresor, interenfriadores y múltiple de descarga se juntan en la caja unión y de ahí es conducida a la válvula amplificadora de fluido.

Esta válvula amplificadora de fluido regula la temperatura del sistema de agua de enfriamiento dirigiendo el flujo de agua proveniente del motor diesel a los bancos de radiadores de la siguiente forma:

1. Directamente al tanque de almacenamiento de agua cuando se requiere el mínimo de enfriamiento del motor diesel.
2. A las secciones de los bancos de radiadores izquierdos cuando se requiere un enfriamiento parcial.
3. A las secciones de los bancos de radiadores derechos e izquierdos cuando se requiere enfriamiento total del excedente de temperatura del motor diesel.

El agua enfriada en los radiadores regresa al tanque de almacenamiento una vez reducida su temperatura, entonces la válvula amplificadora de fluido corta el abastecimiento de agua a los radiadores. El excedente de agua que queda en las secciones de los radiadores y tubería regresa por gravedad al tanque de almacenamiento de agua.

2.4.7. Sistema de aire para el motor diesel.

El sistema de filtrado de aire del motor diesel se localiza entre la cabina del motor diesel y el cuarto de radiadores; es decir, en la parte central de la locomotora diesel-eléctrica. Este sistema de aire tiene dos finalidades: una filtrar el aire para el motor diesel y otra para enfriamiento del equipo de control y motores de tracción.

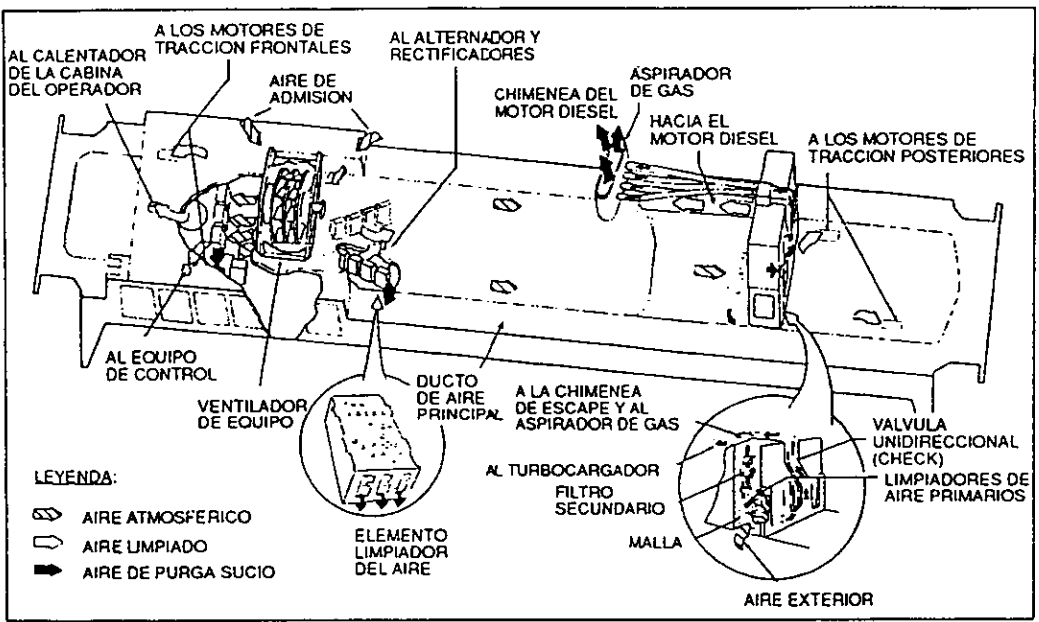


Figura 53. Sistema de aire del motor diesel.

2.4.8. Funcionamiento.

El aire de la atmósfera es admitido a través de unas entradas de rejilla, el aire de la atmósfera se introduce en la locomotora a través de un ventilador de equipo, el cual impulsa el aire atmosférico hacia adelante y hacia la parte posterior de la locomotora, forzándolo por un compartimiento donde se alojan una serie de filtros primarios de plástico, colocados sobre la plataforma de la locomotora. Una vez filtrado ese aire se envía a través de un ducto de aire limpio y un fuelle para enfriar los motores de tracción, el equipo de control y otra parte del aire se envía al calentador de cabina del operador.



El aire atmosférico que se utiliza para el motor diesel, entra también por unas entradas de rejilla forzándolo por un compartimiento donde se alojan tres filtros primarios de plástico, colocados sobre los costados del pasillo de la plataforma de la locomotora. Una vez filtrado ese aire se recolecta en un depósito de aire limpio y se hace pasar a través de unos filtros secundarios de papel microporoso donde se purifica nuevamente el aire, finalmente el aire limpio es dirigido a la entrada del turbocompresor donde se impulsará e incrementará su presión para mandarlo a las cámaras de combustión de cada uno de los conjuntos de potencia.

El aire de purga sucio se descarga fuera de los dos agujeros en el extremo de cada filtro primario hacia un ducto de aire donde se concentra para posteriormente descargarlo fuera de la locomotora a través de la chimenea de gases de escape como si fuera un aspirador. Se tiene una válvula de retención que impide que los gases de escape del motor diesel se introduzcan en el sistema de aire limpio.

El aire limpio ocupado para el enfriamiento del equipo de control y motores de tracción, después de ser utilizado se tira a la atmósfera.



CAPITULO 3

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

3.1. Introducción.

Programa de mantenimiento, es la definición que se da a cualquier procedimiento de mantenimiento preventivo o correctivo a bordo de la locomotora diesel-eléctrica. El cual tiene el propósito de facilitar las instrucciones para la ejecución de inspecciones y reparaciones programables de conservación del equipo tractivo ferroviario; así como, establecer los métodos de prueba para la comprobación del funcionamiento y operación de la misma.

El mantenimiento preventivo programado para este tipo de inspecciones se ha clasificado de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana publicada en el Diario Oficial tomo DIV No. 21 NOM-EM-044/1-SCT2-1995, el día 29 de septiembre de 1995, cuyo organismo del gobierno constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, el cual se encarga de regular y normalizar las acciones en materia de seguridad y transportación ferroviaria, de la siguiente manera:

- a) Inspección diaria o de viaje.
- b) Inspección trimestral.
- c) Inspección semestral.
- d) Inspección anual.
- e) Inspección bianual.
- f) Inspección trianual.
- g) Inspección cuatrianual.

El presente trabajo, propuesta de mantenimiento preventivo mecánico, tiene la finalidad de mejorar las condiciones funcionales y operativas de conservación del motor diesel de una locomotora diesel-eléctrica Super 7. Cuya importancia es garantizar e incrementar los factores de seguridad y fiabilidad con el fin de reducir los altos índices de fallas en camino, por ello es necesario incrementar la eficiencia, rapidez y funcionalidad de los servicios de mantenimiento prestados por las compañías privadas, lo cual implica que se desarrollen las actividades de inspección y mantenimiento con los más altos índices de calidad en el servicio de mantenimiento.



Por tal motivo, en el presente trabajo se desarrollaran los procedimientos de trabajo mecánico en revisión trimestral, semestral y anual, con el objetivo de reducir las fallas en camino y obtener así mejores índices de calidad en el servicio de mantenimiento e incrementando los factores de seguridad y disponibilidad del equipo tractivo ferroviario.

3.2. Procedimiento de trabajo mecánico en revisión trimestral.

3.2.1. Recepción/entrega de la locomotora.

Recepción:

- a) El inspector conjuntamente con el cliente de enlace, realizaran una inspección a la locomotora y definirán el tipo de revisión (según programa), así como determinar los trabajos de mantenimiento correctivo.
- b) Constatar y registrar los accesorios, componentes y equipos faltantes de la locomotora.
- c) Solicitar, analizar y procesar la información del cliente (documentación de configuración, reporte del maquinista, bitácora de la locomotora, etc.).
- d) Elaborar ordenes de trabajo (mantenimiento preventivo) y/o ficha de intervención (mantenimiento correctivo). Es de importancia la cotización y autorización del cliente de enlace para cubrir los faltantes y conformar el expediente de la locomotora en proceso de inspección.

Entrega:

- a) El inspector recibe la locomotora ofrecida por el jefe de operaciones encargado de los trabajos de mantenimiento.
- b) El inspector ofrecerá al cliente de enlace la locomotora, inspeccionando conjuntamente la unidad y firmando de conformidad la forma de entrega/recepción de la locomotora.
- c) El inspector deberá entregar los datos técnicos solicitados por el cliente de enlace.



3.2.2. Motor diesel funcionando (holgando).

a) Ruidos anormales:

- Escuche si el motor diesel presenta ruidos anormales como: golpeteos, vibraciones, etc.
- Haga una inspección visual con todas las puertas abiertas verificando que no haya fugas de aceite lubricante, combustible y agua de importancia que comprometan el buen funcionamiento y operación del motor diesel. Si detecta alguna fuga corríjala.
- Revise que no haya fugas sobre los múltiples de escape de gases y múltiples de admisión de aire. Si detecta alguna fuga corríjala.

NOTA: Los ajustes, aprietes, limpieza y alineamientos son mantenimiento preventivo. Si encontramos componentes en mal estado o faltantes, su reposición o reparación es mantenimiento correctivo.

b) Gobernador modulador de control para el motor diesel:

- Tome una muestra de aceite y mande a realizar un análisis químico completo al laboratorio, para determinar si se puede seguir utilizando o amerite su cambio.
- Limpie el gobernador de control con un trapo limpio.
- Revise el nivel de aceite del gobernador de control con motor diesel holgando, observe en el indicador de cristal y si falta agregue aceite SAE 10W30. (ver figura 54).
- Las pruebas han demostrado que el exceso o falta de aceite en el gobernador de control ocasionan calentamiento y oscilación en el motor diesel.

NOTA: Si el gobernador de control se encuentra en mal estado por falla de algún componente que amerite su retiro de la locomotora, este deberá de reemplazarse por uno nuevo o reconstruido.

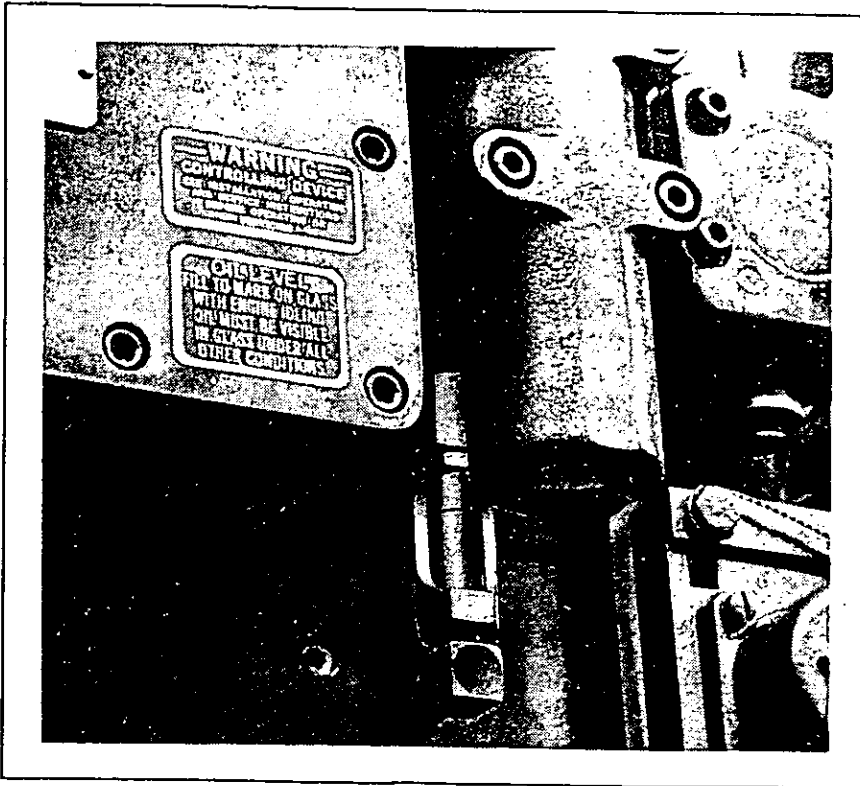


Figura 54. Indicador de nivel de aceite del gobernador de control.

c) Interruptor de temperatura:

- Revise que el interruptor de temperatura funcione correctamente.
- Si se encuentra en mal estado o dañado, reemplácelo por uno nuevo o reconstruido.

NOTA: Si el interruptor de temperatura se encuentra en mal estado por falla de algún componente que amerite su retiro de la locomotora, este deberá de reemplazarse por uno nuevo o reconstruido.



3.2.3. Motor diesel parado.

a) Aceite lubricante:

- Tome una muestra de aceite lubricante y envíelo al laboratorio para realizar un análisis químico completo, para determinar si se puede seguir utilizando o amerite su cambio.
- Revise el nivel de aceite lubricante del cárter del motor diesel, verifique que la bayoneta de nivel de aceite sea la correspondiente al tipo de motor diesel. Si es necesario complete el nivel con aceite lubricante SAE 40 para trabajo pesado. (ver figura 55).
- Si se encuentra contaminado el aceite lubricante proceda a su cambio, retire y cambie los filtros de aceite lubricante. Analice que provoco la contaminación para corregir la falla.

NOTA: Los rellenos de aceite lubricante son mantenimiento preventivo. Si es necesario realizar el cambio de aceite por estar contaminado, el mantenimiento es correctivo.

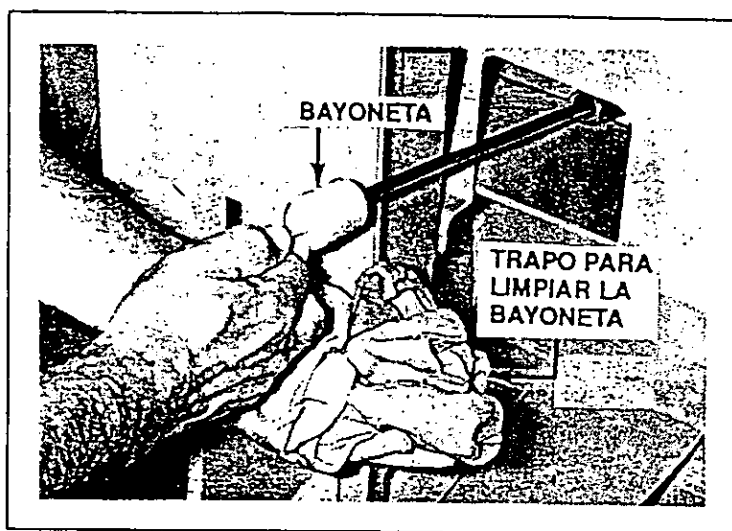


Figura 55. Bayoneta de nivel de aceite lubricante.



b) Cambio de filtros de aceite lubricante:

- Abra la válvula de drenaje del depósito de filtros de aceite lubricante durante 15 minutos para retirar el exceso de aceite lubricante existente en el depósito.
- Afloje las tuercas que aseguran la puerta/tapa del depósito de filtros, ahora puede abrir el depósito de filtros.
- Afloje y retire las tuercas de mariposa, así como las placas de sujeción de los filtros.
- Retire cada uno de los filtros inspeccionando las superficies externas por partículas metálicas. Si se encuentran partículas metálicas, determine su origen y corrija la falla. Deseche los filtros de aceite usados.
- Limpie con un trapo limpio el interior del depósito de filtros e instale los filtros de aceite nuevos.
- Instale las placas de sujeción de los filtros y apriete las tuercas de mariposa solo de forma manual. Asegúrese de que todos los filtros estén bien colocados, asentados y fijados apropiadamente.
- Inspeccione las juntas de anillo "O" de la puerta/tapa del depósito de filtros, por daños, grietas o roturas. Si es necesario reemplácelas. Cierre la puerta/tapa del depósito de filtros y apriete las tuercas de sujeción uniformemente para evitar posibles fugas.

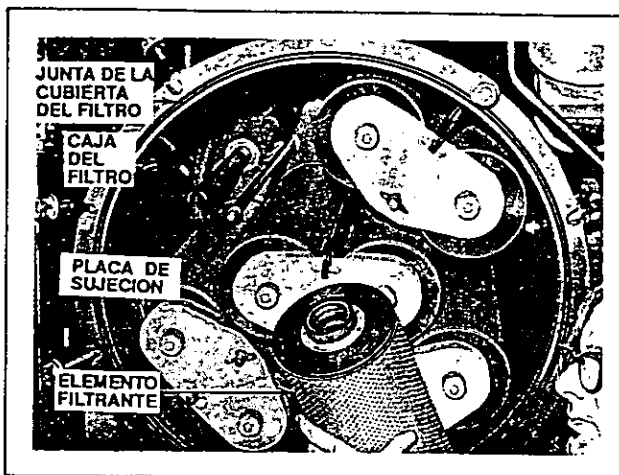


Figura 56. Instalación de filtros de aceite lubricante.



c) Cambio de filtro de combustible:

- Abra la válvula de purga del depósito de filtro de combustible, luego abra la válvula accionada por un resorte en el extremo del depósito de filtro y manténgala abierta durante 5 minutos mientras se drena el excedente de combustible del depósito de filtro al tanque de combustible. (ver figura 57).
- Afloje y remueva la tapa del depósito de filtro, retire y deseche el filtro de combustible usado.
- Enjuague el depósito de filtro con combustible limpio y séquelo con aire a presión.
- Aplique una pequeña cantidad de aceite lubricante limpio sobre la superficie del anillo "O" en el extremo del filtro de combustible nuevo e instálelo en el depósito del filtro.
- Aplique una junta nueva de anillo "O" en la tapa del depósito del filtro.
- Cierre y selle la tapa del depósito de filtro y apriete la tuerca de sujeción uniformemente para evitar posibles fugas.
- Cierre la válvula de drenado y la válvula de purga.



Figura 57. Válvula de drenado del filtro de combustible.



d) Filtros primarios de aire:

- Abra la puerta inferior de los filtros primarios de plástico y remueva del bastidor de grapa los filtros primarios de plástico.
- Sopletee los filtros primarios con aire a presión para retirar partículas de polvo.
- Lávelos usando desengrasante apropiado para plástico polipropileno y enjuague con una ligera pulverización de agua, posteriormente séquelos con aire a presión.
- Instale apropiadamente los filtros primarios de plástico, asegurándose que los orificios de descarga terminal del aire coincidan con el ducto de descarga.
- Las grapas de la puerta de los filtros de plástico deberán estar bien sujetas para mantener la puerta bien cerrada para evitar que el aire no filtrado se desvíe de los filtros y obstruya a los filtros secundarios de papel microporoso.
- El bastidor de grapa que sujeta a los elementos filtrantes de plástico, tienen tres guías para facilitar su correcta instalación. Dichas guías no ajustaran bien si los elementos filtrantes de plástico no se encuentran en su lugar apropiado.

e) Cambio de filtros secundarios de aire:

- Abra la puerta superior de los filtros secundarios de aire de papel microporoso.
- Afloje las cuatro tuercas, baje la mesa de levantamiento y retire los filtros secundarios de aire y deséchelos.
- Inspeccione el sellado del bastidor y depósito de aire limpio para localizar posibles fugas o roturas.
- Sopletee con aire a presión para retirar partículas de polvo o materia extraña.
- Instale los filtros secundarios de aire nuevos uno a uno con la junta de hule hacia arriba. Asegúrese que el extremo inferior de cada elemento se aloje correctamente entre los espaciadores provistos en la mesa de levantamiento.
- Suba la mesa de levantamiento y apriete las cuatro tuercas alternadamente. Esta debe de permanecer a nivel y asentar uniformemente sobre sus topes.
- Revise que los filtros secundarios hayan quedado en su posición correcta en el bastidor y cierre la puerta.



3.2.4. Conjuntos de potencia.

Puertos de admisión de los conjuntos:

- Con el motor diesel parado remueva los cuatro tornillos de los anillos abrazadera del múltiple de admisión de aire, tubos del múltiple, cuerpos del múltiple y cabezales del múltiple para revisar los puertos de admisión del conjunto de potencia.
- Verifique con una lámpara sorda que tanto depósito de carbón hay en todas las superficies de los puertos de los conjuntos, las cabezas de los conjuntos y las válvulas de admisión.
- Si los depósitos de carbón exceden una capa de $\frac{1}{4}$ de pulgada sobre cualquiera de las superficies de los conjuntos, será necesario limpiar todos los puertos de admisión.
- Para realizar la limpieza de los puertos de admisión, utilice un raspador para retirar la capa de carbón y emplee el limpiador Hotsy. Antes de aplicar este limpiador cerciéndose que el pistón del conjunto de potencia este en su punto muerto superior (PMS), para evitar la entrada de impurezas o materia extraña que pueda dañar o rayar el cilindro del conjunto y pistón.
- Una vez realizado el trabajo proceda a su reinstalación. Cerciéndose de que no existan fugas de aire en el múltiple de admisión de aire.

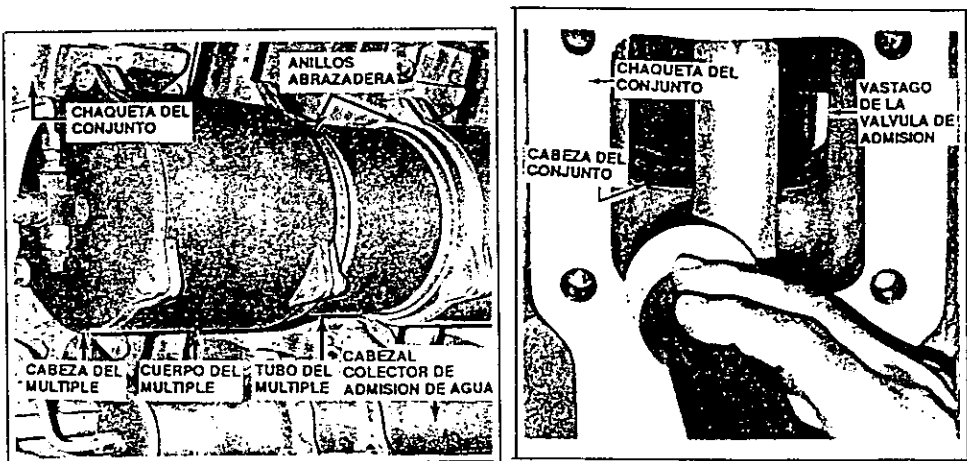


Figura 58. Múltiple y puerto de admisión aire del conjunto de potencia.



3.2.5. Servicio a cremalleras de control.

Cremalleras de control:

- Engrase el bloque de interconexión de cremalleras con una pistola de inyección, cerciórese de que salga grasa limpia por el otro extremo del bloque de interconexión.
- Engrase las articulaciones de cremalleras con una pistola de inyección, cerciórese de que salga grasa limpia por el otro extremo de las articulaciones.

3.2.6. Conexiones y mangueras de combustible.

a) Conexiones:

- Es importante que realice un apriete a todas las conexiones de combustible (tipo banjo).

b) Mangueras:

- Revise que las mangueras de combustible no estén maltratadas, agrietadas o con daños mecánicos que afecten su buen funcionamiento y seguridad.

3.2.7. Interenfriador.

- Revisar que los interenfriadores derecho e izquierdo tengan sus tapones perforados con chaveta.
- Inspeccione que los interenfriadores derecho e izquierdo no presenten fugas de aire o agua.



3.3. Procedimiento de trabajo mecánico en revisión semestral.

3.3.1. Recepción/entrega de la locomotora.

Recepción:

- a) El inspector conjuntamente con el cliente de enlace, realizaran una inspección a la locomotora y definirán el tipo de revisión (según programa), así como determinar los trabajos de mantenimiento correctivo.
- b) Constar y registrar los accesorios, componentes y equipos faltantes de la locomotora.
- c) Solicitar, analizar y procesar la información del cliente (documentación de configuración, reporte del maquinista, bitácora de la locomotora, etc.).
- d) Elaborar ordenes de trabajo (mantenimiento preventivo) y/o ficha de intervención (mantenimiento correctivo). Es de importancia la cotización y autorización del cliente de enlace para cubrir los faltantes y conformar el expediente de la locomotora en proceso de inspección.

Entrega:

- a) El inspector recibe la locomotora ofrecida por el jefe de operaciones encargado de los trabajos de mantenimiento.
- b) El inspector ofrecerá al cliente de enlace la locomotora, inspeccionando conjuntamente la unidad y firmando de conformidad la forma de entrega/recepción de la locomotora.
- c) El inspector deberá entregar los datos técnicos solicitados por el cliente de enlace.



3.3.2. Motor diesel funcionando (holgando).

a) Ruidos anormales:

- Escuche si el motor diesel presenta ruidos anormales como: golpeteos, vibraciones, etc.
- Haga una inspección visual con todas las puertas abiertas verificando que no haya fugas de aceite lubricante, combustible y agua de importancia que comprometan el buen funcionamiento y operación del motor diesel. Si detecta alguna fuga corrijala.
- Revise que no haya fugas sobre los múltiples de escape de gases y múltiples de admisión de aire. Si detecta alguna fuga corrijala.

NOTA: Los ajustes, aprietes, limpieza y alineamientos son mantenimiento preventivo. Si encontramos componentes en mal estado o faltantes. su reposición o reparación es mantenimiento correctivo.

b) Gobernador modulador de control para el motor diesel:

- Tome una muestra de aceite y mande a realizar un análisis químico completo al laboratorio, para determinar si se puede seguir utilizando o amerite su cambio.
- Limpie el gobernador de control con un trapo limpio.
- Revise el nivel de aceite del gobernador de control con motor diesel holgando, observe en el indicador de cristal y si falta agregue aceite SAE 10W30. (ver figura 54).
- Las pruebas han demostrado que el exceso o falta de aceite en el gobernador de control ocasionan calentamiento y oscilación en el motor diesel.

NOTA: Si el gobernador de control se encuentra en mal estado por falla de algún componente que amerite su retiro de la locomotora, este deberá de reemplazarse por uno nuevo o reconstruido.



c) Interruptor de temperatura:

- Revise que el interruptor de temperatura funcione correctamente.
- Si se encuentra en mal estado o dañado, reemplácelo por uno nuevo o reconstruido.

NOTA: Si el interruptor de temperatura se encuentra en mal estado por falla de algún componente que amerite su retiro de la locomotora, este deberá de reemplazarse por uno nuevo o reconstruido.

3.3.3. Motor diesel parado.

a) Cambio de aceite lubricante:

Drenaje del aceite lubricante del motor diesel:

- Con motor diesel parado, abra la válvula de drenaje del depósito de filtros de aceite lubricante, la cual se encuentra debajo del depósito lado izquierdo, así mismo abra la válvula de muestreo que se encuentra sobre el alojamiento del filtro en el tubo de admisión y espere 15 minutos para que drene el aceite lubricante.
- Retire los tapones de los tubos de drenaje del cárter y enfriador de aceite lubricante. Coloque el sistema de mangueras para recolectar en barriles el aceite lubricante. Ahora abra las válvula de drenaje, las cuales se encuentran debajo de la plataforma de la locomotora.
- Una vez drenado totalmente el aceite lubricante, coloque los tapones de los tubos de drenaje y cierre las válvulas de drenaje del cárter, enfriador de aceite, muestreo y depósito de filtros.

NOTA: Como medida de seguridad coloque en la cabina de conducción un aviso "MOTOR SIN ACEITE", el cambio de aceite lubricante es mantenimiento.



Cárter:

- Retire las tapas de observación del cárter en las aberturas del centro donde se localiza el colador de aceite, retire la cubierta del colador, levante la canasta del colador de aceite y sáquelo del alojamiento. Examine el interior de la canasta analizando cualquier desecho extraño, limpie la canasta del colador antes de ser reinstalado dentro del cárter.
- Es importante que revise la junta de la cubierta del colador y el anillo "O" de la manija cerrojo para evitar fugas. Si la junta o anillo "O" están en malas condiciones reemplácelas por unas nuevas, finalmente coloque la cubierta del colador de aceite.
- Inspeccione visualmente el cárter del motor diesel para verificar que no tenga sedimentos aceite lubricante en su interior, de ser así, haga una limpieza con un trapo limpio.

Nivel de aceite lubricante del motor diesel:

- Para la puesta a nivel del aceite lubricante agregue aceite lubricante SAE - 40 (uso rudo) para motor diesel (aproximadamente 1552 l.).
- Revise el nivel de aceite lubricante del cárter con la bayoneta de nivel verificando que sea la correcta al tipo de motor diesel que se esta revisando.
- Posteriormente cuando se termine el procedimiento de revisión semestral y se arranque el motor diesel, proceda a verificar el nivel correcto de aceite lubricante con el motor diesel funcionando (holgando) utilizando la bayoneta de nivel del motor diesel.

NOTA: El cambio de aceite lubricante del motor diesel , es mantenimiento preventivo.



b) Cambio de filtros de aceite lubricante:

- Abra la válvula de drenaje del depósito de filtros de aceite lubricante durante 15 minutos para retirar el exceso de aceite lubricante existente en el depósito.
- Afloje las tuercas que aseguran la puerta/tapa del depósito de filtros, ahora puede abrir el depósito de filtros.
- Afloje y retire las tuercas de mariposa, así como las placas de sujeción de los filtros.
- Retire cada uno de los filtros inspeccionando las superficies externas por partículas metálicas. Si se encuentran partículas metálicas, determine su origen y corrija la falla. Deseche los filtros de aceite usados.
- Limpie con un trapo limpio el interior del depósito e instale los filtros de aceite nuevos.
- Instale las placas de sujeción de los filtros y apriete las tuercas de mariposa solo de forma manual. Asegúrese de que todos los filtros estén bien colocados, asentados y fijados apropiadamente.
- Inspeccione las juntas de anillo "O" de la puerta/tapa del depósito de filtros, por daños, grietas o roturas. Si es necesario reemplácelas.
- Cierre la puerta/tapa del depósito de filtros y apriete las tuercas de sujeción uniformemente para evitar posibles fugas.(ver figura 56).

c) Cambio de filtro de combustible:

- Abra la válvula de purga del depósito de filtro de combustible, luego abra la válvula accionada por un resorte en el extremo del depósito de filtro y manténgala abierta durante 5 minutos mientras se drena el excedente de combustible del depósito de filtro al tanque de combustible. (ver figura 57).
- Remueva la tapa del depósito de filtro, retire y deseche el filtro de combustible usado.
- Enjuague el depósito de filtro con combustible limpio y séquelo con aire a presión.
- Aplique una pequeña cantidad de aceite lubricante limpio sobre la superficie del anillo "O" en el extremo del filtro de combustible nuevo e instálelo en el depósito del filtro.
- Aplique una junta nueva de anillo "O" en la tapa del depósito del filtro.
- Cierre y selle la tapa del depósito de filtro y apriete la tuerca de sujeción uniformemente para evitar posibles fugas.
- Cierre la válvula de drenado y la válvula de purga.



d) Filtros primarios de aire:

- Abra la puerta inferior de los filtros primarios de plástico.
- Remueva del bastidor de grapa los filtros primarios de plástico.
- Sopletee los filtros primarios con aire a presión para retirar partículas de polvo.
- Lávelos usando desengrasante apropiado para plástico polipropileno y enjuague con una ligera pulverización de agua, posteriormente séquelos con aire a presión.
- Instale apropiadamente los filtros primarios de plástico, asegurándose que los orificios de descarga terminal del aire coincidan con el ducto de descarga.
- Las grapas de la puerta de los filtros de plástico deberán estar bien sujetas para mantener la puerta bien cerrada para evitar que el aire no filtrado se desvíe de los filtros y obstruya a los filtros secundarios de papel microporoso.
- El bastidor de grapa que sujeta a los elementos filtrantes de plástico, tienen tres guías para facilitar su correcta instalación. Dichas guías no ajustaran bien si los elementos filtrantes de plástico no se encuentran en su lugar apropiado.

e) CAMBIO DE FILTROS SECUNDARIOS DE AIRE:

- Abra la puerta superior de los filtros secundarios de aire de papel microporoso.
- Afloje las cuatro tuercas y baje la mesa de levantamiento.
- Retire los filtros secundarios de aire y deséchelos.
- Inspeccione el sellado del bastidor y depósito de aire limpio para localizar posibles fugas o roturas.
- Sopletee con aire a presión para retirar partículas de polvo o materia extraña.
- Instale los filtros secundarios de aire nuevos uno a uno con la junta de hule hacia arriba. Asegúrese que el extremo inferior de cada elemento se aloje correctamente entre los espaciadores provistos en la mesa de levantamiento.
- Suba cuidadosamente la mesa de levantamiento y apriete las cuatro tuercas alternadamente. Esta debe de permanecer a nivel y asentar uniformemente sobre sus topes.
- Revise que los filtros secundarios hayan quedado en su posición correcta en el bastidor y cierre la puerta.



3.3.4. Conjuntos de potencia.

Puertos de admisión de los conjuntos:

- Con el motor diesel parado remueva los cuatro tornillos de los anillos abrazadera del múltiple de admisión de aire, tubos del múltiple, cuerpos del múltiple y cabezales del múltiple para revisar los puertos de admisión del conjunto de potencia.
- Verifique con una lámpara sorda que tanto depósito de carbón hay en todas las superficies de los puertos de los conjuntos, las cabezas de los conjuntos y las válvulas de admisión.
- Si los depósitos de carbón exceden una capa de $\frac{1}{4}$ de pulgada sobre cualquiera de las superficies de los conjuntos, será necesario limpiar todos los puertos de admisión.
- Para realizar la limpieza de los puertos de admisión, utilice un raspador para retirar la capa de carbón y emplee el limpiador hotsy. Antes de aplicar este limpiador cerciórese que el pistón del conjunto de potencia este en su punto muerto superior (PMS), para evitar la entrada de impurezas o materia extraña que pueda dañar o rayar el cilindro del conjunto y pistón.
- Una vez realizado el trabajo proceda a su reinstalación. Cerciórese de que no existan fugas de aire en el múltiple de admisión de aire (ver figura 58).

3.3.5. Servicio a cremalleras de control.

i) SERVICIO A CREMALLERAS DE CONTROL:

Las cremalleras de control de las bombas de inyección de combustible para su buen funcionamiento y operación es necesario seguir el siguiente mantenimiento:



- Revise y ajuste todas las cremalleras de control, verificando que estén en buenas condiciones según sea el caso: durante la inspección o antes de someterse a una prueba de carga.
- Revise cada una de las cremalleras de control y ajuste si es necesario cuando reemplace un conjunto de potencia o cuando reemplace una bomba de inyección de combustible.
- Si durante la revisión semestral se encontrará alguna cremallera de control desajustada, entonces proceda a revisar todas las cremalleras de control y ajuste según sea caso.
- Engrase el bloque de interconexión y las articulaciones de cremalleras con una pistola de inyección, cerciórese de que salga grasa limpia por el otro extremo del bloque y de las articulaciones.

ii) Lectura de cremalleras de control de bombas de inyección:

- Para revisar la lectura de cremalleras utilice el medidor de cremalleras de control, el cual puede ser utilizado para leer ajustes con motor diesel funcionando o parado. Es un instrumento de rápida lectura y muy preciso (ver figura 59).
- Para utilizar el medidor de cremalleras, sujételo de la manija comprimiendo el medidor a la posición de 14 mm., con el dedo índice, ahora coloque el medidor en la cremallera de control de la bomba de inyección de combustible manteniendo una presión ligera, asegurándose que la pata del medidor haga contacto con el tornillo tope de cabeza allen en la bomba. Libere el indicador permitiendo que la pata del indicador haga contacto con el rodillo en el extremo de la cremallera de control.
- Ahora el medidor estará registrando la medición de la distancia entre el rodillo y la cremallera de control, lea la lectura del medidor de la cremallera de control en la escala de ajuste de cremalleras.

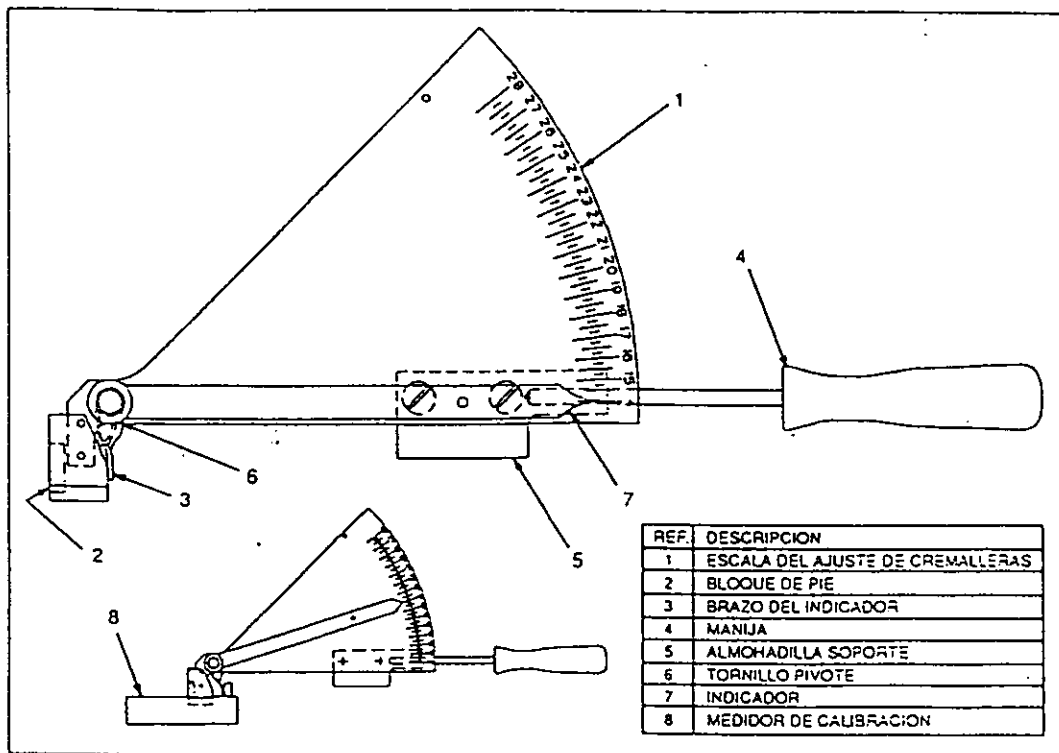


Figura 59. Medidor de cremalleras de control.

iii) Ajuste de cremalleras de control:

Todas las cremalleras de control del motor diesel deben ser ajustadas para igualar el claro del pistón de fuerza del gobernador de control, deben de estar idénticas todas de acuerdo con los límites que se especifican en la tabla 5.

Para ajustar las cremalleras de control, el motor diesel debe estar parado y sus contactores de arranque abiertos. Luego el pistón de fuerza y el eslabonamiento de combustible deberán ser ajustados simulando una condición en el 8° punto de aceleramiento a plena carga. Posteriormente se ajustará individualmente cada una de las cremalleras de control al ajuste que indica la tabla 5.



Tabla 5. Ajuste de cremalleras de control para locomotoras Super-7.

Modelo del motor diesel	Potencia para la tracción (HP)	R.P.M. del motor diesel en el 8° punto	Bomba de inyección	Ajuste de cremalleras de control
7FDL 12	2250	1045 - 1057	GRANDE	19.50-20.00 mm.
7FDL 16	3000	1045 - 1057	GRANDE	19.50-20.00 mm.

iv) Procedimiento para ajuste de cremallera de control:

- Verificar la temperatura de operación del motor diesel a 48.9°C (120°F) en el termómetro del tanque de expansión.
- Verificar la abertura del pistón de fuerza con el escantillón de 0.244 pulgada.
- Parar el motor diesel.
- Quite el suministro de aceite lubricante que abastece al control de cremalleras.
- Coloque la bomba de aceite manual (auxiliar) al control de cremalleras.
- Coloque el gato herramienta en el soporte que se encuentra debajo del control de cremalleras.
- Aplique presión de aceite con la bomba manual al control de cremalleras hasta que el indicador nos señale la ranura inferior de cremalleras.
- Coloque el escantillón de 0.244" en el pistón de fuerza y cerciórese que ajuste o que fijo.
- Coloque y calibre las cremalleras de control individualmente aplicando el medidor de cremalleras de control al ajuste que indica la tabla 5 según sea el modelo del motor diesel.
- Una vez terminado de calibrar todas las cremalleras de control retire la herramienta y vuelva a instalar el abastecimiento de aceite lubricante del control de cremalleras.



3.3.6. Conexiones y mangueras de combustible.

a) Conexiones:

- Es importante que realice un apriete a todas las conexiones de combustible (tipo banjo).

b) Mangueras:

- Revise que las mangueras de combustible no estén maltratadas, agrietadas o con daños mecánicos que afecten su buen funcionamiento y seguridad.

3.3.7. Interenfriador.

- Elimine la condensación del interenfriador derecho e izquierdo abriendo las válvulas de drenado. Limpie el exterior del interenfriador verificando que no tenga fugas (si existen fugas proceda a su reparación).
- Verifique que los interenfriadores tengan sus tapones perforados con su chaveta.

Procedimiento para reparación de fugas en los interenfriadores:

- Para inspeccionar internamente el interenfriador, es necesario remover los codos de descarga entre el turbocargador y los interenfriadores, observe las condiciones de las aletas del núcleo a través de la abertura de entrada. Es normal encontrar una capa ligera de polvo aceitoso.
- El método para limpiar los interenfriadores, consiste en remover los cabezales superiores e inferiores, sumerja completamente la cubierta y el núcleo en un depósito que contenga una solución limpiadora agitada propiamente, posteriormente enjuague con agua limpia.



- Antes de volver a instalar los cabezales es necesario probar el núcleo del interenfriador con el objeto de localizar posibles fugas en los tubos; para ello es necesario construir y aplicar unas placas obturadoras de aire, en una de las placas adaptará una conexión de manguera con aire a presión. La caja del interenfriador deberá estar totalmente sumergida en agua y aplicará 30 lbs./pulg.² de aire comprimido, inspeccione la cubierta y los tubos para localizar posibles fugas las cuales se observarán como burbujas de aire, marque las fugas con un crayón de cera y proceda hacer las reparaciones:
- Las reparaciones en los tubos pueden hacerse taponando ambos extremos de los tubos con soldadura de estaño o tapones de resina fenólica. Si más del 10% de los tubos están dañados, entonces reemplace el interenfriador por uno nuevo o reconstruido. Si se descubre una fuga en la cubierta del interenfriador está podrá ser reparada soldándola con una varilla de acero suave.

3.3.8. Inspección interior del motor diesel.

a) Juego longitudinal del cigüeñal:

- Con el motor diesel apagado (caliente), retire las tapas de observación del cárter.
- Coloque un indicador de carátula de base magnética (micrómetro), fije la base magnética al contrapeso del cigüeñal cerciorándose de que el micrómetro quede en el marco de la ventanilla de observación. Con la punta de una barreta amoldada como se muestra en la figura 60 (emplee el travesaño de la bancada como punto de apoyo) palanquee moviendo el cigüeñal hacia su posición extrema delantera y posteriormente hacia su posición extrema trasera.
- Tome la lectura del movimiento total del indicador de carátula (micrómetro) el cual corresponde al claro de empuje del cigüeñal:



- Tolerancia del claro total: 0.008" mínimo - 0.018" máximo nuevo.
- Límite de desgaste: 0.040" máximo, proceda a cambio de collarines de empuje del cigüeñal.

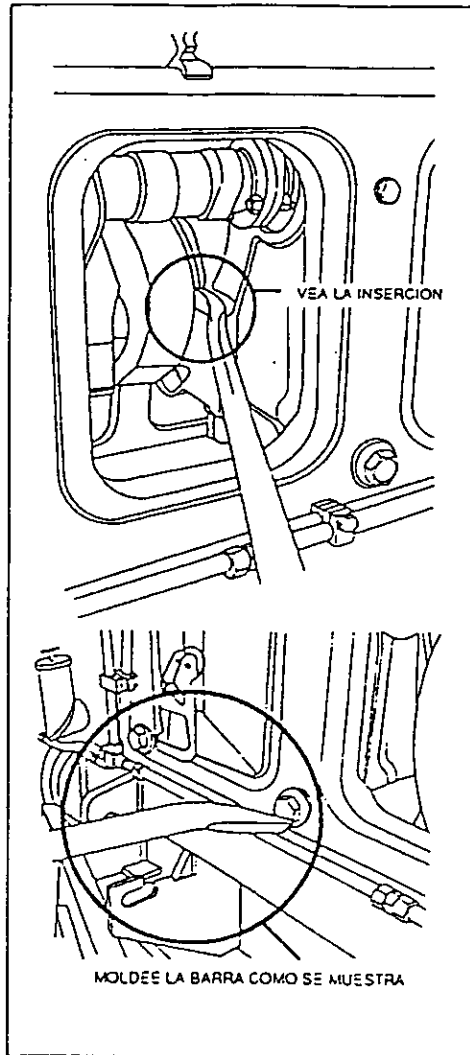


Figura 60. Juego longitudinal del cigüeñal.



b) Juego longitudinal de bielas:

- Con el motor diesel apagado (caliente), retire las tapas de observación del cárter.
- Para verificar el juego longitudinal de las bielas maestra y articulada coloque un calibrador de hojas entre el muñón de conexión y las bielas:
- Tolerancia de biela maestra: 0.015" mínimo - 0.030" máximo nueva.
- Límite de desgaste: 0.055" máximo.
- Tolerancia de biela articulada: 0.004" mínimo - 0.023" máximo nueva.
- Límite de desgaste: 0.036" máximo.

c) Árbol de levas:

- Revisar visualmente las levas de admisión, escape y bombas de combustible de todas las secciones de los árboles de levas, cerciórese que no muestren signos de sobrecalentamiento o decoloración y que no estén rayados o cascados.

3.3.9. Giro del turbocargador.

- Verifique que el turbocargador se mantenga girando durante un tiempo mínimo de 45 segundos después de haber parado el motor diesel. Esto es con la finalidad de cerciorarse que no está obstruyendo o interfiriendo con algún objeto extraño al turbocargador y para verificar las buenas condiciones de las partes del turbocargador.

3.3.10. Bombas de inyección de combustible.

- Verifique que en cada una de las bombas de inyección tenga su ventanilla de ajuste.
- Verifique que cada una de las bombas de inyección sean del mismo tipo y/o marca (capacidad de la bomba de inyección: 17 mm. ó 18 mm.).



3.4. Procedimiento de trabajo mecánico en revisión anual.

3.4.1. Recepción/entrega de la locomotora.

Recepción:

- a) El inspector conjuntamente con el cliente de enlace, realizaran una inspección a la locomotora y definirán el tipo de revisión (según programa), así como determinar los trabajos de mantenimiento correctivo.
- b) Constar y registrar los accesorios, componentes y equipos faltantes de la locomotora.
- c) Solicitar, analizar y procesar la información del cliente (documentación de configuración, reporte del maquinista, bitácora de la locomotora, etc.).
- d) Elaborar ordenes de trabajo (mantenimiento preventivo) y/o ficha de intervención (mantenimiento correctivo). Es de importancia la cotización y autorización del cliente de enlace para cubrir los faltantes y conformar el expediente de la locomotora en proceso de inspección.

Entrega:

- a) El inspector recibe la locomotora ofrecida por el jefe de operaciones encargado de los trabajos de mantenimiento.
- b) El inspector ofrecerá al cliente de enlace la locomotora, inspeccionando conjuntamente la unidad y firmando de conformidad la forma de entrega/recepción de la locomotora.
- c) El inspector deberá entregar los datos técnicos solicitados por el cliente de enlace.



3.4.2. Motor diesel funcionando (holgando).

a) Ruidos anormales:

- Escuche si el motor diesel presenta ruidos anormales como: golpeteos, vibraciones, etc.
- Haga una inspección visual con todas las puertas abiertas verificando que no haya fugas de aceite lubricante, combustible y agua de importancia que comprometan el buen funcionamiento y operación del motor diesel. Si detecta alguna fuga corríjala.
- Revise que no haya fugas sobre los múltiples de escape de gases y múltiples de admisión de aire. Si detecta alguna fuga corríjala.

NOTA: Los ajustes, aprietes, limpieza y alineamientos son mantenimiento preventivo. Si encontramos componentes en mal estado o faltantes, su reposición o reparación es mantenimiento correctivo.

b) Gobernador modulador de control para el motor diesel:

- Limpie el gobernador de control con un trapo limpio para evitar que entre suciedad al interior de esté cuando se mueva el tapón de drenado y llenado del mismo.
- Remueva el tapón de drenado y drene el aceite del gobernador de control, luego cierre el tapón de drenado.
- Abra el tapón de llenado del gobernador de control y agregue aceite SAE 10W30 hasta que el nivel de aceite este en la línea del indicador de cristal.
- Opere el motor diesel a velocidad de holgar durante 5 minutos para hacer circular el aceite lubricante, posteriormente vuelva a drenar el aceite del gobernador de control.



- Finalmente abra el tapón de llenado del gobernador de control y agregue aceite SAE 10W30 hasta que el nivel de aceite este en la línea del indicador de cristal estando el motor diesel holgando (ver figura 54 y 61).

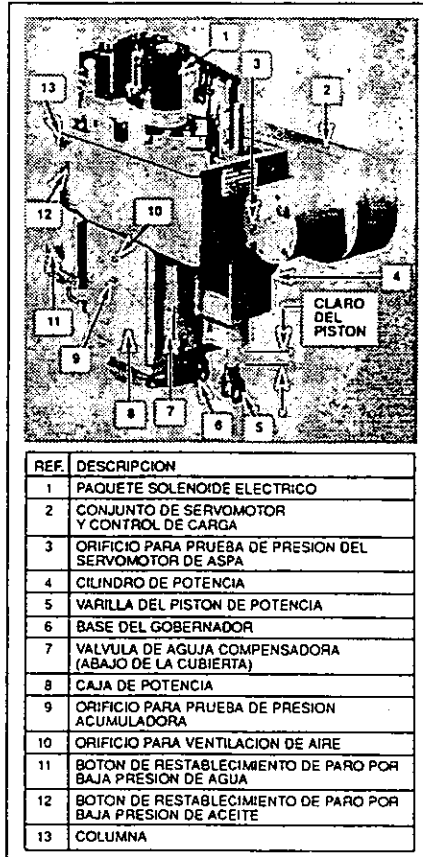


Figura 61. Partes del gobernador modulador de control.

- Después de haber puesto en marcha el motor diesel y haber cambiado el aceite del gobernador de control, se deberá purgar para liberar el aire atrapado dentro del sistema:
 1. Aflojar cualquiera de los tapones de ventilación situados a los lados opuestos de la caja de accionamiento del gobernador de control.



2. Ponga en marcha el motor diesel y déjelo funcionando en holgar.
3. Abra la válvula de aguja de compensación 5 vueltas para producir el funcionamiento inestable del motor diesel y gobernador de control, de este modo los movimientos alternados de las piezas del gobernador de control harán que todo el aire atrapado en los conductos de aceite del regulador de carga salgan por el tapón de ventilación.
4. Deje que el motor diesel continúe funcionando inestable en holgar lo suficiente para purgar todo el aire atrapado por el gobernador de control hasta que salga solo aceite compacto (sin burbujas) por el tapón de ventilación.
5. Deje funcionar el motor diesel en holgar hasta que el motor y gobernador alcancen su temperatura de normal de operación.
6. Cuando se haya alcanzado la temperatura de normal de operación abra de nuevo la válvula de aguja de compensación varias vueltas para producir la inestabilidad del motor diesel. Cierre lentamente la válvula hasta que desaparezca el oscilamiento del regulador de carga, esto suele suceder cuando la válvula esta abierta entre $\frac{1}{4}$ y 3 vueltas completas.
7. Compruebe la estabilidad del gobernador de control alternando la velocidad del motor diesel. Coloque la palanca del regulador de aceleramiento en una posición más alta y pase de nuevo a la posición de holgar. De otra manera empuje ligeramente la palanca de control de cremalleras.

NOTA: Si el gobernador de control se encuentra en mal estado por falla de algún componente que amerite su retiro de la locomotora, este deberá de reemplazarse por uno nuevo o reconstruido.

c) INTERRUPTOR DE TEMPERATURA:

- Revise que el interruptor de temperatura funcione correctamente.
- Si se encuentra en mal estado o dañado, reemplácelo por uno nuevo o reconstruido.

NOTA: Si el interruptor de temperatura, se encuentra en mal estado por falla de algún componente que amerite su retiro de la locomotora, este deberá de reemplazarse por uno nuevo o reconstruido.



3.4.3. Motor diesel parado.

a) Cambio de aceite lubricante:

Drenaje del aceite lubricante del motor diesel:

- Con motor diesel parado, abra la válvula de drenaje del depósito de filtros de aceite lubricante, la cual se encuentra debajo del depósito lado izquierdo, así mismo abra la válvula de muestreo que se encuentra sobre el alojamiento del filtro en el tubo de admisión y espere 15 minutos para que drene el aceite lubricante.
- Retire los tapones de los tubos de drenaje del cárter y enfriador de aceite lubricante. Coloque el sistema de mangueras para recolectar en barriles el aceite lubricante. Ahora abra las válvula de drenaje, las cuales se encuentran debajo de la plataforma de la locomotora.
- Una vez drenado totalmente el aceite lubricante, coloque los tapones de los tubos de drenaje y cierre las válvulas de drenaje del cárter, enfriador de aceite, muestreo y depósito de filtros.

NOTA: Como medida de seguridad coloque en la cabina de conducción un aviso **“MOTOR SIN ACEITE”**, el cambio de aceite lubricante es mantenimiento.

Cárter:

- Retire las tapas de observación del cárter en las aberturas del centro donde se localiza el colador de aceite, retire la cubierta del colador, levante la canasta del colador de aceite y sáquelo del alojamiento. Examine el interior de la canasta analizando cualquier desecho extraño, limpie la canasta del colador antes de ser reinstalado dentro del cárter. Es importante que revise la junta de la cubierta del colador y el anillo “O” de la manija cerrojo para evitar fugas. Si la junta o anillo “O” están en malas condiciones reemplácelas por unas nuevas, finalmente coloque la cubierta del colador de aceite.
- Inspeccione visualmente el cárter del motor diesel para verificar que no tenga sedimentos aceite lubricante en su interior, de ser así, haga una limpieza con un trapo limpio.



Nivel de aceite lubricante del motor diesel:

- Para la puesta a nivel del aceite lubricante agregue aceite lubricante SAE - 40 (uso rudo) para motor diesel (aproximadamente 1552 l.).
- Revise el nivel de aceite lubricante del cárter con la bayoneta de nivel verificando que sea la correcta al tipo de motor que se esta revisando.
- Posteriormente cuando se termine el procedimiento de revisión semestral y se arranque el motor diesel, proceda a verificar el nivel correcto de aceite lubricante con el motor diesel funcionando (holgando).

NOTA: El cambio de aceite lubricante del motor diesel , es mantenimiento preventivo.

b) Cambio de filtros de aceite lubricante:

- Abra la válvula de drenaje del depósito de filtros de aceite lubricante durante 15 minutos para retirar el exceso de aceite lubricante existente en el depósito.
- Afloje las tuercas que aseguran la puerta/tapa del depósito de filtros, ahora puede abrir el depósito de filtros.
- Afloje y retire las tuercas de mariposa, así como las placas de sujeción de los filtros.
- Retire cada uno de los filtros inspeccionando las superficies externas por partículas metálicas. Si se encuentran partículas metálicas, determine su origen y corrija la falla. Deseche los filtros de aceite usados.
- Limpie con un trapo limpio el interior del depósito de filtros e instale los filtros de aceite nuevos.
- Instale las placas de sujeción de los filtros y apriete las tuercas de mariposa solo de forma manual. Asegúrese de que todos los filtros estén bien colocados, asentados y fijados apropiadamente.



- Inspeccione las juntas de anillo "O" de la puerta/tapa del depósito de filtros, por daños, grietas o roturas. Si es necesario reemplácelas.
- Cierre la puerta/tapa del depósito de filtros y apriete las tuercas de sujeción uniformemente para evitar posibles fugas.(ver figura 56).

c) Cambio de filtro de combustible:

- Abra la válvula de purga del depósito de filtro de combustible, luego abra la válvula accionada por un resorte en el extremo del depósito de filtro y manténgala abierta durante 5 minutos mientras se drena el excedente de combustible del depósito de filtro al tanque de combustible. (ver figura 57).
- Afloje y remueva la tapa del depósito de filtro, retire y deseche el filtro de combustible.
- Enjuague el depósito de filtro con combustible limpio y séquelo con aire a presión.
- Aplique una pequeña cantidad de aceite lubricante limpio sobre la superficie del anillo "O" en el extremo del filtro de combustible nuevo e instálelo en el depósito del filtro.
- Aplique una junta nueva de anillo "O" en la tapa del depósito del filtro.
- Cierre y selle la tapa del depósito de filtro y apriete la tuerca de sujeción uniformemente para evitar posibles fugas.
- Cierre la válvula de drenado y la válvula de purga.

d) Filtros primarios de aire:

- Abra la puerta inferior de los filtros primarios de plástico.
- Remueva del bastidor de grapa los filtros primarios de plástico.
- Sopletee los filtros primarios con aire a presión para retirar partículas de polvo.
- Lávelos usando desengrasante apropiado para plástico polipropileno y enjuague con una ligera pulverización de agua, posteriormente séquelos con aire a presión.



- Instale apropiadamente los filtros primarios de plástico, asegurándose que los orificios de descarga terminal del aire coincidan con el ducto de descarga.
- Las grapas de la puerta de los filtros de plástico deberán estar bien sujetas para mantener la puerta bien cerrada para evitar que el aire no filtrado se desvíe de los filtros y obstruya a los filtros secundarios de papel microporoso.
- El bastidor de grapa que sujeta a los elementos filtrantes de plástico, tienen tres guías para facilitar su correcta instalación. Dichas guías no ajustaran bien si los elementos filtrantes de plástico no se encuentran en su lugar apropiado.

e) Cambio de filtros secundarios de aire:

- Abra la puerta superior de los filtros secundarios de aire de papel microporoso.
- Afloje las cuatro tuercas y baje la mesa de levantamiento.
- Retire los filtros secundarios de aire y deséchelos.
- Inspeccione el sellado del bastidor y depósito de aire limpio para localizar posibles fugas o roturas.
- Sopletee con aire a presión para retirar partículas de polvo o materia extraña.
- Instale los filtros secundarios de aire nuevos uno a uno con la junta de hule hacia arriba. Asegúrese que el extremo inferior de cada elemento se aloje correctamente entre los espaciadores provistos en la mesa de levantamiento.
- Suba cuidadosamente la mesa de levantamiento y apriete las cuatro tuercas alternadamente. Esta debe de permanecer a nivel y asentar uniformemente sobre sus topes.
- Revise que los filtros secundarios hayan quedado en su posición correcta en el bastidor y cierre la puerta.



3.4.4. Conjuntos de potencia.

I) Puertos de admisión de los conjuntos:

- Con el motor diesel parado remueva los cuatro tornillos de los anillos abrazadera del múltiple de admisión de aire, tubos del múltiple, cuerpos del múltiple y cabezales del múltiple para revisar los puertos de admisión del conjunto de potencia.
- Verifique con una lámpara sorda que tanto depósito de carbón hay en todas las superficies de los puertos de los conjuntos, las cabezas de los conjuntos y las válvulas de admisión.
- Si los depósitos de carbón exceden una capa de $\frac{1}{4}$ de pulgada sobre cualquiera de las superficies de los conjuntos, será necesario limpiar todos los puertos de admisión.
- Para realizar la limpieza de los puertos de admisión, utilice un raspador para retirar la capa de carbón y emplee el limpiador hotsy. Antes de aplicar este limpiador cerciórese que el pistón del conjunto de potencia este en su punto muerto superior (PMS), para evitar la entrada de impurezas o materia extraña que pueda dañar o rayar el cilindro del conjunto y pistón.
- Una vez realizado el trabajo proceda a su reinstalación. Cerciórese de que no existan fugas de aire en el múltiple de admisión de aire (ver figura 58).

II) Componentes de la cabeza del cilindro.

Los trabajos a realizar son los siguientes:

- Verifique los balancines.
- Verifique las varillas de empuje.
- Verifique los topes de balancines y ajuste.



El procedimiento a realizar es el siguiente:

1. Desconecte y mueva la tapa del conjunto de potencia (ver figura 62).
2. Haga girar el cigüeñal manualmente hasta que el pistón en el conjunto que va a ser inspeccionado, quede su pistón en el punto muerto superior (PMS) con todas las válvulas cerradas.
3. Remueva la barra empujadora auxiliar corta, y después las dos barras empujadoras verticales. Use el opresor de balancines para hacer girar los balancines y obtener el claro necesario para liberar a las barras de empuje (ver figura 63).
4. Cuando son removidas las barras de empuje de las válvulas deben ser revisadas de la siguiente manera:
 - a) Verificar que estén rectas: ruede hacia adelante y hacia atrás las barras en una superficie plana. Si las barras están rectas giraran suavemente sin atorarse ni bailotear.
 - b) Inspección de grietas: revise visualmente todas las superficies y extremos. Si tiene dudas lleve a cabo una inspección de partículas magnéticas o de tinta penetrante.
 - c) Desgaste anormal: revise visualmente los extremos verificando que no tenga rasguños, irregularidades o asperezas en la superficie.
 - d) Inspeccione el conducto interior de las barras. Si no están completamente abiertos límpielos para remover la suciedad o el sedimento.
 - e) Realice una inspección visual del estado en que se encuentran los balancines y los topes de los balancines; si se encuentran con defecto reemplácelos.

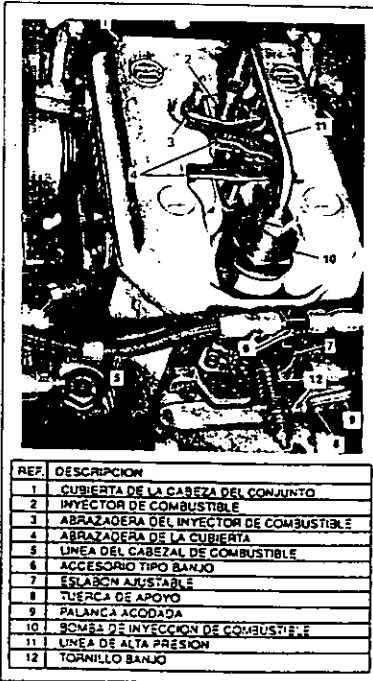


Figura 62. Cabeza del conjunto de potencia.

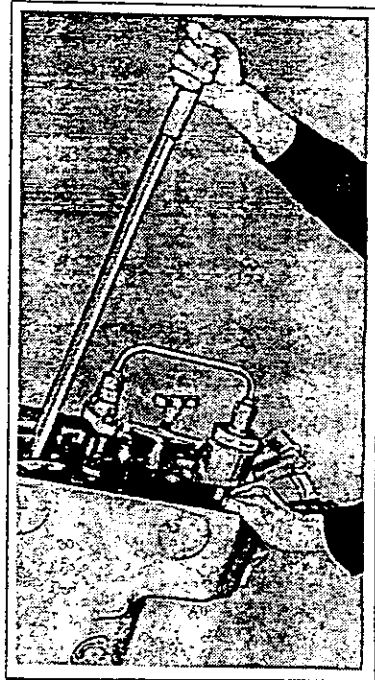


Figura 63. Opresor de balancines.

Instalación de las varillas de empuje.

Para obtener un claro suficiente cuando se instalan las varillas de empuje, cada rodillo de cruceta para válvula debe encontrarse en el círculo de su leva. Proceda a instalar las barras de empuje verticalmente en sus receptáculos en la cruceta, y ahora instale la barra corta auxiliar.

Haga girar los balancines, usando el opresor de balancines hasta que las barras de empuje puedan ser instaladas en sus respectivos receptáculos en los balancines.

Balancines.

Cada cilindro tiene tres balancines: un balancín de válvulas de admisión, un balancín de válvula de escape y un balancín de palanca angular.



La lubricación de los bujes de los balancines, cojinetes de las barras de empuje y cojinetes de los tornillos ajustadores es suministrada a través de dos barras ajustadoras de los balancines y a través de una red de orificios en los balancines; en la barra de empuje auxiliar y los bujes de balancines se tienen ranuras para lubricar a todas las superficies en rodamiento.

Inspección.

Inspeccione el balancín en busca de grietas, utilizando el equipo de prueba magnaflux, si se encuentran grietas, proceda a esmerilarlo y púlalo. La profundidad de una grieta reparable es de 1/32 pulgada, la longitud máxima acumulada de todas las grietas de un balancín de 1/2 pulgada.

Inspeccione en busca de cojinetes flojos, rallados o agrietados, si se encuentran en ese estado reemplácelos por nuevos.

Inspeccione en busca de bujes desgastados o dañados, si se encuentran en ese estado reemplácelos por nuevos.

Inspeccione los tornillos ajuste y cojinetes botón en busca de desgaste excesivo, esto lo notará observando movimiento libre en el cojinete botón con el vástago, si se encuentra material levantado o rebabas reemplácelo por uno nuevo (ver figura 64).

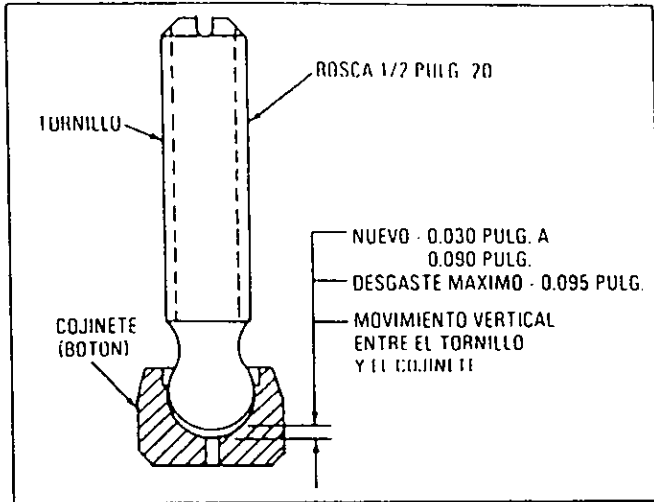


Figura 64. Límites de condenación del tornillo de ajuste.

Reemplazo del cojinete para la varilla de empuje.

1. Barrene un orificio de 9/32 pulg., fuera de la línea del centro del cojinete. El orificio debe ser barrenado hacia abajo desde la parte superior del brazo del balancín a la cara ciega del cojinete (ver figura No. 65).
2. Usando una herramienta de golpe de 1/4 pulg., saque el cojinete de su ajuste en el brazo del balancín.
3. Tape con soldadura el orificio barrenado. Use soldadura o alambre adecuado para soldar balancines de acero al medio carbón.
4. Oriente la ranura de lubricación en la cara superior del cojinete nuevo, de tal manera que quede alineado con el orificio para lubricación perforado en el brazo del balancín. Meta a presión entonces el cojinete nuevo en su posición en el brazo del balancín.

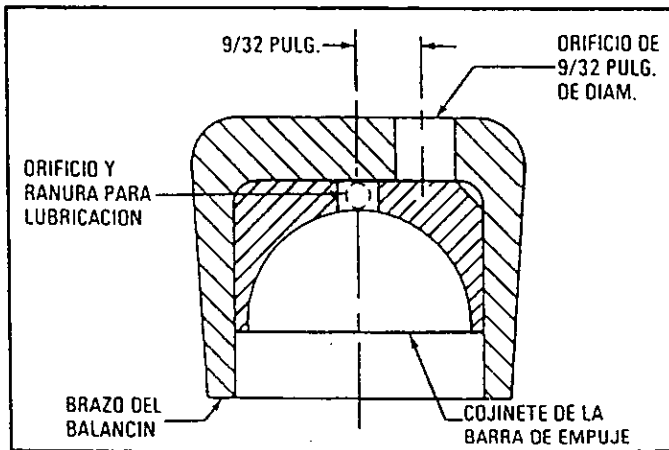


Figura 65. Barreno para remoción del cojinete.

Reemplazo del buje.

1. Corte con segueta la mayor parte del espesor de la pared del buje. Después de esto empujelo para retirarlo de su posición en el balancín.
2. Remueva cualquier rebaba del metal desprendido si se encuentra en el alojamiento para el buje del balancín.
3. Fíjese que el buje nuevo tenga un orificio de $\frac{1}{2}$ pulg., a través de la pared del buje. Este orificio está aproximadamente a $\frac{3}{16}$ pulg., fuera del centro axialmente. Oriente el buje de tal manera que después de instalado el orificio de $\frac{1}{2}$ pulg., intercepte el orificio de lubricación de $\frac{3}{16}$ pulg., que va del cojinete de barra de empuje al diámetro interior del balancín. Cuando el buje este orientado adecuadamente métalo con prensa a su diámetro interior de su balancín.
4. Solamente para balancines de válvulas de admisión y de escape use una broca de $\frac{1}{8}$ a $\frac{3}{16}$ pulg., y usando como guía los orificios de lubricación que van de los tornillos de ajuste al diámetro interior del balancín, barrene a través de las paredes de los bujes.



- Solamente para balancines de válvulas de admisión y de escape haga ranuras para lubricación de $1/32$ pulg., de profundidad por $1/16$ pulg., de ancho en el diámetro interior del buje, desde los orificios del buje hasta el extremo interior de este (ver figura 66).
- Rectifique el diámetro interior del buje a $1.5005 / 1.50015$ pulg., con piedra hasta dar un acabado de 32 micro pulgadas.
- Quite las rebabas removiendo también toda la suciedad y el material abrasivo.

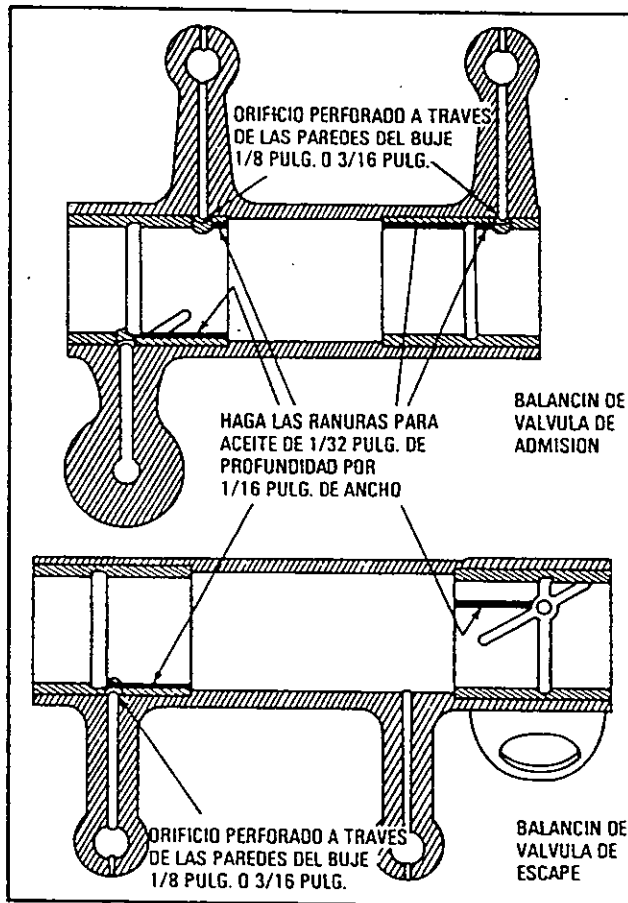


Figura 66. Barreno hecho después de instalar el buje.



Lubricación del tornillo ajustador.

Originalmente los tornillos de ajuste tenían una ranura para lubricación cortada a todo lo largo de la rosca, después la ranura de lubricación fue quitada del tornillo y transferida al orificio roscado en el brazo del balancín de tal manera que esta conectada directamente con el orificio para lubricación barrenado.

NOTA: Debe haber una ranura ya sea en el tornillo o en el orificio roscado del brazo del balancín para proveer lubricación al cojinete de bola (botón) montado en el extremo inferior del tornillo.

III) Ajuste de claro de válvulas.

1. Desenrosque los tapones de descompresión, una vuelta completa en todos los conjuntos de potencia.
2. Retire las cubiertas de las cabezas de todos los conjuntos de potencia.
3. Retire la cubierta de la ventanilla de puesta a tiempo y la cubierta del giro manual de la caja de engranes impulsora del gobernador modulador de control. Después de mover el engrane para giro manual hacia adentro y engancharlo con el engrane del árbol de levas, aplique una llave de trinquete con impulsor de una pulgada o una llave neumática al engrane para hacerlo girar.
4. Usando una llave de trinquete o llave neumática gire lentamente el cigüeñal en su dirección normal de rotación hasta que el indicador de ventanilla de puesta a tiempo de la caja de engranes impulsora del gobernador se alinee con la marca en grados especificada para el conjunto de potencia que se esta poniendo a tiempo de acuerdo con la placa de ajuste y número de conjuntos de potencia (ver tabla 6).
5. Asegúrese que todas las válvula estén cerradas en el conjunto de potencia que se este trabajando, el cual deberá estar en su carrera de compresión. Si las válvulas están cerradas se notara una pequeña cantidad de movimiento libre al mover manualmente los balancines. Otra verificación es observar la posición radial de las levas de combustible y válvula para el conjunto que se esta trabajando. Si el conjunto esta en su carrera de compresión los rodillos de la cruceta de la válvula estarán fuera del lóbulo y sobre la circunferencia de base de la leva. El rodillo de la cruceta de combustible estará ascendiendo sobre el lóbulo de su leva.



6. Empleando herramientas normales (llave mixta $\frac{3}{4}$ pulg., y desarmador plano) afloje cada tuerca candado del ajustador de válvulas del conjunto de potencia y fije el tornillo ajustador para proporcionar los siguientes claros de válvulas, para ello será necesario que utilice un calibrador de hojas:

Válvulas de admisión: 0.018 a 0.020 pulg.

Válvulas de escape: 0.028 a 0.030 pulg.

Apriete todas las tuercas candado a un par de torsión de 50 a 55 lbs.-ft., y vuelva a revisar el claro.

7. Gire manualmente el cigüeñal hasta el conjunto próximo en orden de encendido y ajuste los claros de las válvulas. Repita lo mismo hasta que todos los ajustadores de las válvulas se hayan ajustado correctamente.
8. Después de que todos los claros de las válvulas se hayan ajustado es necesario volver a colocar las cubiertas de los conjuntos de potencia, las de ventanilla para puesta a tiempo y la cubierta para giro manual en la caja de engranes impulsora del gobernador. Finalmente apriete los tapones descompresores de los conjuntos de potencia.

Tabla No. 6. Placa indicadora para puesta a tiempo.

12 CILINDROS	
AJUSTE	GRADOS
1 D	347°
1 I	9.5°
5 D	47°
5 I	69.5°
3 D	107°
3 I	129.5°
6 D	167°
6 I	189.5°
2 D	227°
2 I	249.5°
4 D	287°
4 I	309.5°

16 CILINDROS	
AJUSTE	GRADOS
1 D	348°
1 I	10.5°
3 D	33°
3 I	55.5°
7 D	78°
7 I	100.5°
4 D	123°
4 I	145.5°
8 D	168°
8 I	190.5°
6 D	213°
6 I	235.5°
2 D	258°
2 I	280.5°
5 D	303°
5 I	325.5°

NOTA: Coloque el indicador en o en grados con el conjunto 1 D en P.M.S. de disparo.



3.4.5. Servicio a cremalleras de control.

i) Servicio a cremalleras de control:

Las cremalleras de control de las bombas de inyección de combustible para su buen funcionamiento y operación es necesario seguir el siguiente mantenimiento:

- Revise y ajuste todas las cremalleras de control, verificando que estén en buenas condiciones según sea el caso: durante la inspección o antes de someterse a una prueba de carga.
- Revise cada una de las cremalleras de control y ajuste si es necesario cuando reemplace un conjunto de potencia o cuando reemplace una bomba de inyección de combustible.
- Si durante la revisión semestral se encontrará alguna cremallera de control desajustada, entonces proceda a revisar todas las cremalleras de control y ajuste según sea caso.
- Engrase el bloque de interconexión y las articulaciones de cremalleras con una pistola de inyección, cerciórese de que salga grasa limpia por el otro extremo del bloque y de las articulaciones.

ii) Lectura de cremalleras de control de bombas de inyección:

- Para revisar la lectura de cremalleras utilice el medidor de cremalleras de control, el cual puede ser utilizado para leer ajustes con motor diesel funcionando o parado. Es un instrumento de rápida lectura y muy preciso (ver figura 59).
- Para utilizar el medidor de cremalleras, sujételo de la manija comprimiendo el medidor a la posición de 14 mm., con el dedo índice, ahora coloque el medidor en la cremallera de control de la bomba de inyección de combustible manteniendo una presión ligera, asegurándose que la pata del medidor haga contacto con el tornillo tope de cabeza allen en la bomba. Libere el indicador permitiendo que la pata del indicador haga contacto con el rodillo en el extremo de la cremallera de control.
- Ahora el medidor estará registrando la medición de la distancia entre el rodillo y la cremallera de control, lea la lectura del medidor de la cremallera de control en la escala de ajuste de cremalleras.



iii) Ajuste de cremalleras de control:

Todas las cremalleras de control deben ser ajustadas para igualar el claro del pistón de fuerza del gobernador de control, deben de estar idénticas todas de acuerdo con los límites que se especifican en la tabla 5.

Para ajustar las cremalleras de control, el motor diesel debe estar parado y sus contactores de arranque abiertos. Luego el pistón de fuerza y el eslabonamiento de combustible deberán ser ajustados simulando una condición en el 8° punto de aceleramiento a plena carga. Posteriormente se ajustará individualmente cada una de las cremalleras de control al ajuste que indica la tabla 5, que se observe en la revisión semestral.

iv) Procedimiento para ajuste de cremalleras de control:

- Verificar la temperatura de operación del motor diesel a 48.9°C (120°F) en el termómetro del tanque de expansión.
- Verificar la abertura del pistón de fuerza con el escantillón de 0.244 pulgadas.
- Parar el motor diesel.
- Quite el suministro de aceite lubricante que abastece al control de cremalleras.
- Coloque la bomba de aceite manual (auxiliar) al control de cremalleras.
- Coloque el gato herramienta en el soporte que se encuentra debajo del control de cremalleras.
- Aplique presión de aceite con la bomba manual al control de cremalleras hasta que el indicador nos señale la ranura inferior de cremalleras.
- Coloque el escantillón de 0.244" en el pistón de fuerza y cerciórese que ajuste o que fijo.
- Coloque y calibre las cremalleras de control individualmente aplicando el medidor de cremalleras de control al ajuste que indica la tabla 5 según sea el modelo del motor diesel.
- Una vez terminado de calibrar todas las cremalleras de control retire la herramienta y vuelva a instalar el abastecimiento de aceite lubricante del control de cremalleras.



3.4.6. Conexiones y mangueras de combustible.

a) Conexiones:

- Es importante que realice un apriete a todas las conexiones de combustible (tipo banjo).

b) Mangueras:

- Revise que las mangueras de combustible no estén maltratadas, agrietadas o con daños mecánicos que afecten su buen funcionamiento y seguridad.

3.4.7. Interenfriador.

- Elimine la condensación del interenfriador derecho e izquierdo abriendo las válvulas de drenado. Limpie el exterior del interenfriador verificando que no tenga fugas (si existen fugas proceda a su reparación).
- Verifique que los interenfriadores tengan sus tapones perforados con su chaveta.

Procedimiento para reparación de fugas en los interenfriadores:

- Para inspeccionar internamente el interenfriador, es necesario remover los codos de descarga entre el turbocargador y los interenfriadores, observe las condiciones de las aletas del núcleo a través de la abertura de entrada. Es normal encontrar una capa ligera de polvo aceitoso.
- El método para limpiar los interenfriadores, consiste en remover los cabezales superiores e inferiores, sumerja completamente la cubierta y el núcleo en un depósito que contenga una solución limpiadora agitada propiamente, posteriormente enjuague con agua limpia.
- Antes de volver a instalar los cabezales es necesario probar el núcleo del interenfriador con el objeto de localizar posibles fugas en los tubos, para ello es necesario construir y aplicar unas placas obturadoras de aire, en una de las placas adaptará una conexión de manguera con aire a presión. La caja del interenfriador deberá estar totalmente sumergida en agua y aplicará 30 lbs/plg² de aire comprimido, inspeccione la cubierta y los tubos para localizar posibles fugas las cuales se observarán como burbujas de aire, marque las fugas con un crayón de cera y proceda hacer las reparaciones.



- Las reparaciones en los tubos pueden hacerse taponando ambos extremos de los tubos con soldadura de estaño o tapones de resina fenólica. Si más del 10% de los tubos están dañados, entonces reemplace el interenfriador por uno nuevo o reconstruido. Si se descubre una fuga en la cubierta del interenfriador está podrá ser reparada soldándola con una varilla de acero suave.

PRECAUCIÓN: Las aletas de los núcleos de los interenfriadores están constituidas de aluminio, por lo tanto no someta los núcleos a agentes limpiadores nocivos al aluminio.

3.4.8. Inspección interior del motor diesel.

a) Juego longitudinal del cigüeñal:

- Con el motor diesel apagado (caliente), retire las tapas de observación del cárter.
- Coloque un indicador de carátula de base magnética (micrómetro), fije la base magnética al contrapeso del cigüeñal cerciorándose de que el micrómetro quede en el marco de la ventanilla de observación. Con la punta de una barreta amoldada como se muestra en la figura 60 (emplee el travesaño de la bancada como punto de apoyo) palanquee moviendo el cigüeñal hacia su posición extrema delantera y posteriormente hacia su posición extrema trasera.
- Tome la lectura del movimiento total del indicador de carátula (micrómetro) el cual corresponde al claro de empuje del cigüeñal:
- Tolerancia del claro total : 0.008" mínimo - 0.018" máximo nuevo.
- Límite de desgaste: 0.040" máximo, proceda a cambio de collarines de empuje del cigüeñal.

b) Juego longitudinal de bielas:

- Con el motor diesel apagado (caliente), retire las tapas de observación del cárter.



- Para verificar el juego longitudinal de las bielas maestra y articulada coloque un calibrador de hojas entre el muñón de conexión y las bielas:
- Tolerancia de biela maestra: 0.015" mínimo - 0.030" máximo nueva.
- Límite de desgaste: 0.055" máximo.
- Tolerancia de biela articulada: 0.004" mínimo - 0.023" máximo nueva.
- Límite de desgaste: 0.036" máximo.

c) Árbol de levas:

- Revisar visualmente las levas de admisión, escape y bombas de combustible de todas las secciones de los árboles de levas, cerciórese que no muestren signos de sobrecalentamiento o decoloración y que no estén rayados o cascados.

3.4.9. Giro del turbocargador.

- Verifique que el turbocargador se mantenga girando durante un tiempo mínimo de 45 segundos después de haber parado el motor diesel. Esto es con la finalidad de cerciorarse que no está obstruyendo o interfiriendo con algún objeto extraño al turbocargador y para verificar las buenas condiciones de las partes del turbo.
- Revise que el ajuste del claro del sensor de velocidad este correcto y que este bien soportado soportado sobre su base del turbocargador.

Claro del sensor de velocidad: 0.028" mínimo - 0.090" máximo (pulgadas).

- Revise las conexiones del sensor de velocidad del turbocargador, que estén debidamente fijas y sin daños o muestras de sobrecalentamiento.

NOTA: Si el turbocargador se encuentra en mal estado por falla de algún componente que amerite su cambio, este deberá ser reemplazado por uno nuevo o reconstruido.



3.4.10. Bombas de inyección de combustible.

- Verifique que en cada una de las bombas de inyección tenga su ventanilla de ajuste.
- Verifique que cada una de las bombas de inyección sean del mismo tipo y/o marca (capacidad de la bomba de inyección: 17 mm. ó 18 mm.).
- Las bombas de inyección de combustible empleadas en los motores diesel, están puesta a tiempo correctamente cuando la parte superior del seguidor del embolo esta alineado con las líneas rayadas en la ventanilla de puesta a tiempo de la bomba (ver figura 67).

Procedimiento de puesta a tiempo de bombas.

Para poner a tiempo las bombas de inyección de combustible, se empieza con el conjunto 1 D, procediendo de la siguiente manera:

1. Desenrosque los tapones de descompresión, una vuelta completa en todos los conjuntos de potencia.
2. Retire las cubiertas de las cabezas de todos los conjuntos de potencia, retire la cubierta de las ventanillas para poner a tiempo las bombas de inyección de combustible y las cubiertas de ajuste de la barra ajustadora de la bomba en la cara frontal inferior de cada conjunto de potencia (ver figura 67).
3. Retire la cubierta de la ventanilla de puesta a tiempo y la cubierta del giro manual de la caja de engranes impulsora del gobernador modulador de control. Después de mover el engrane para giro manual hacia adentro y engancharlo con el engrane del árbol de levas, aplique una llave de trinquete con impulsor de una pulgada o una llave neumática al engrane para hacerlo girar.
4. Usando una llave de trinquete o llave neumática gire lentamente el cigüeñal en su dirección normal de rotación hasta que el indicador de ventanilla de puesta a tiempo de la caja de engranes impulsora del gobernador se alinee con la marca en grados especificada para el conjunto de potencia que se esta poniendo a tiempo de acuerdo con la placa de ajuste y número de conjuntos de potencia (ver tabla 6).



5. Asegúrese que todas las válvula estén cerradas en el conjunto de potencia que se este trabajando, el cual deberá estar en su carrera de compresión. Si las válvulas están cerradas se notara una pequeña cantidad de movimiento libre al mover manualmente los balancines. Otra verificación es observar la posición radial de las levas de combustible y válvula para el conjunto que se esta trabajando. Si el conjunto esta en su carrera de compresión los rodillos de la cruceta de la válvula estarán fuera del lóbulo y sobre la circunferencia de base de la leva. El rodillo de la cruceta de combustible estará ascendiendo sobre el lóbulo de su leva.
6. Revise que las líneas rayadas sobre los costados de la ventanilla de puesta a tiempo de la bomba de inyección de combustible para el conjunto que se esta trabajando, estén alineadas exactamente con el borde superior del seguidor del embolo. En caso contrario ajuste la tuerca ajustadora de la bomba de inyección de combustible en el conjunto que se esta trabajando hasta que las marcas de las rayas se alineen (ver figura 68). Fije la tuerca ajustadora de la válvula y vuelva a revisar el alineamiento de las marcas de puesta a tiempo de la bomba.
7. Consultando la placa indicadora para puesta a tiempo (ver tabla 6), gire manualmente el cigüeñal al valor de grado para poner a tiempo al conjunto siguiente en el orden de disparo. Repita los pasos 5 y 6 hasta que todas las bombas se hayan puesto a tiempo. Asegúrese que cada tuerca ajustadora está asegurada antes de dejarla.
8. Después de que todas las bombas hayan sido puestas a tiempo, reinstale las cubiertas de los conjuntos de potencia, las cubiertas de ventanilla para puesta a tiempo de las bombas de inyección y las cubiertas de ajuste de la barra ajustadora de la bomba. Retire la herramienta para giro del cigüeñal y vuelva a colocar la cubierta para giro manual en la caja de engranes impulsora del gobernador. Finalmente apriete los tapones descompresores de los conjuntos de potencia.

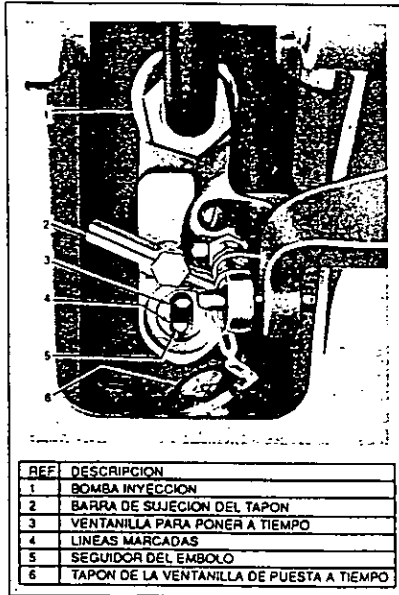


Figura 67. Bomba puesta a tiempo.

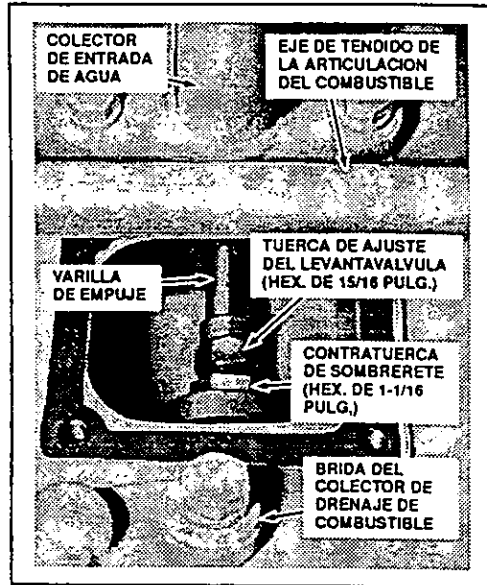


Figura 68. Barra de ajuste de la bomba.

NOTA: Si la bomba de inyección se encuentra en mal estado por falla de algún componente que amerite su retiro, este deberá reemplazarse por uno nuevo o reconstruido.

3.4.11. Cambio de inyectores.

Remoción de los inyectores.

1. Quite la tapa de la cabeza del cilindro.
2. Limpie el tubo de alta presión con brocha y combustible antes de desconectarlo.
3. Quite el tubo de alta presión y cubra las conexiones con tapas roscadas de plástico o metal.
4. Quite las dos tuercas de la grapa del inyector.
5. Use la herramienta extractor para sacar el inyector con facilidad (ver figura 69).



Figura 69. Remoción del inyector.

Instalación del inyector.

Si se tropezó con dificultades cuando quito el inyector, probablemente el alojamiento se encuentra cargado de carbón, incrustaciones, etc. el alojamiento debe limpiarse antes de instalar el inyector nuevo. Esta limpieza se hace de la siguiente manera:

- utilice un cepillo de alambre de 1 pulgada de diámetro (alambre de 0.020") en una extensión de 15 pulgadas impulsado por un taladro portátil.
- El largo total del alojamiento debe limpiarse pero en particular el asiento.



- c) Si es necesario efectuar la operación con el cilindro instalado en el motor diesel, asegúrese de que las válvulas estén cerradas y se encuentre instalada la tapa de la cabeza del cilindro.
- d) Aplique aire a presión por el agujero de compresión para soplar el polvo a través del alojamiento en vez de permitir que caiga en el cilindro.
1. Aplique una junta de cobre en el extremo pequeño del inyector. Puede usarse un poco de grasa para fijarla en su lugar.
 2. Inserte el extremo pequeño del inyector en el alojamiento. Oriente el drenaje e instale la grapa con sus tuercas respectivas.
 3. Aplique las tuercas candado y apriete de 30 a 35 lbs.-ft., de torsión.
 4. Quite las tapas protectoras del tubo de alta presión, conexiones de la bomba e inyector; conecte y apriete las tuercas a 140 - 150 lbs.-ft. (ver figura 70). Evite la entrada de polvo y revise que no tenga fugas en el arranque del motor diesel.

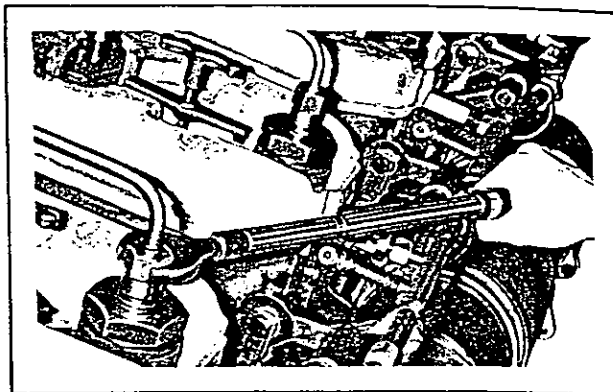


Figura 70. Apriete de conexiones de la bomba de inyección.



3.4.12. Cambio del interruptor de presión del cárter.

- Cambie el interruptor de presión del cárter por uno nuevo o reconstruido.
- Este dispositivo esta compuesto por un diafragma, una placa de control y el conjunto de mecanismos de disparo, estas piezas están dispuestas en una caja de aluminio y se encuentra instalado en el lado izquierdo del motor parte posterior.
- Es de suma importancia su correcta operación ya que protege al motor diesel de una sobre presión en el cárter, accionándose cuando aumenta la presión de 1.9 a 2.1 pulgadas de agua (ver figura 71).

Conservación.

Retire del motor diesel el interruptor de presión del cárter y compruebe las condiciones de la conexión eléctrica de luz indicadora e inspecciones la caja por roturas o grietas.

Desarmado.

1. Quite la tapa superior e inferior (esta tiene tornillos allen).
2. Normalmente en esto consiste el desarmado a menos que en la inspección haya daños en las piezas adicionales las cuales deberán sustituirse.
3. Renovar el diafragma, el embolo y las 8 escobillas.
4. Limpie el interruptor asegurándose que no haya evidencia de surcos de carbón sobre la armadura.

Armado.

Una vez concluida la limpieza e inspección de todas las piezas, arme el dispositivo instalando el diafragma, embolo y escobillas nuevas.



1. Instale el diafragma en el embolo y asegúrelos con la tapa, roldana y tornillos.
2. Instale el diafragma entre la tapa de control y la caja inferior aplicando los cuatro tornillos allen sin apretarlos.
3. Ejerza un ligero empuje hacia abajo sobre el embolo del diafragma hasta que entre aproximadamente 3/8 pulg., en el centro de la caja de control y apriete los tornillos allen.
4. Verifique la presión de disparo. Vea prueba y ajuste en el banco.

NOTA: Si el interruptor de presión del cárter se encuentra en mal estado por falla de algún componente que amerite su retiro, este deberá reemplazarse por uno nuevo o reconstruido.

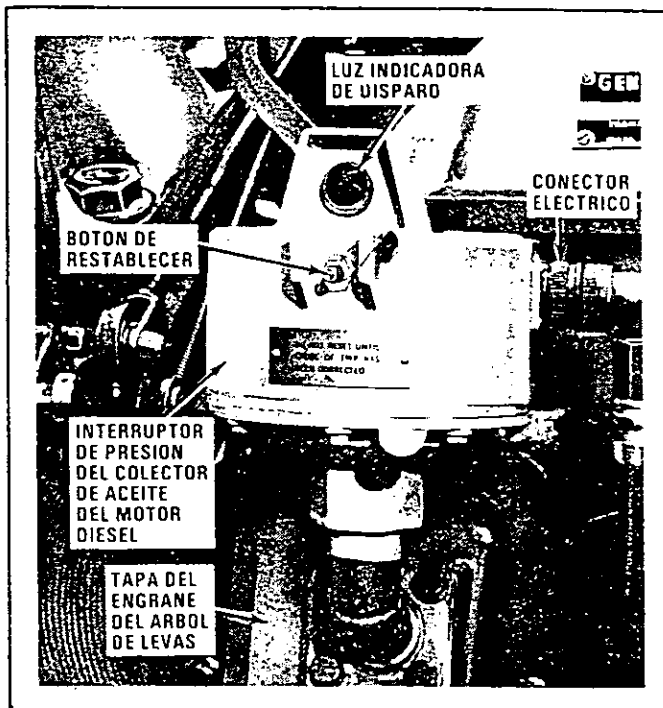


Figura 71. Interruptor de presión del cárter.



Prueba.

Disponga el interruptor de presión del cárter como se muestra en la figura 72.

1. Gradualmente mida la cantidad de aire que se introduce en la cavidad que forma la caja inferior del interruptor de presión del cárter.
2. El interruptor debe dispararse cuando el manómetro indique 1.9 a 2.1 pulgadas de agua.
3. Si el disparo se efectúa prematuramente, verifique los dos imanes hagan contacto con la barra de acero en la posición de restablecer. Asegúrese que no haya polvo ni partículas magnéticas que interfieran la acción de los imanes.
4. Si los imanes y la barra funcionan correctamente y se presenta aun el disparo prematuramente afloje la tuerca candado y gire el tornillo de ajuste para disminuir la tensión del resorte.
5. Gire el tornillo de ajuste hasta obtener la presión correcta de disparo y apriete la tuerca candado.
6. Aplique la tapa superior del interruptor de presión del cárter.

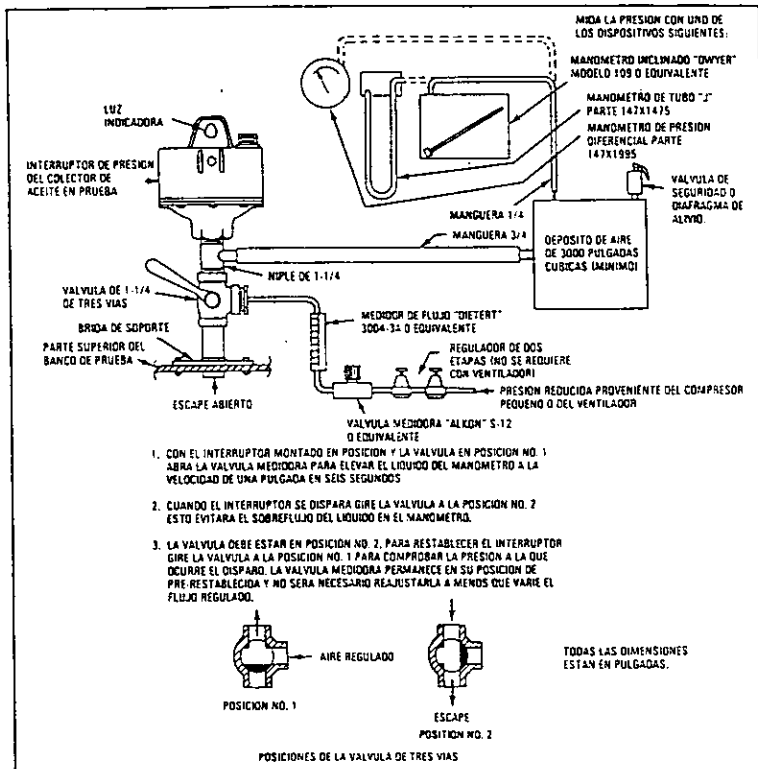


Figura 72. Banco de prueba del interruptor de presión del cárter.



3.4.13. Sistema del gobernador de sobrevelocidad.

- Limpie el cedazo de aceite de la caja de engranes impulsora del gobernador modulador de control sopleteando.
- La baja presión de aceite de salida puede deberse a desechos en la válvula de alivio del gobernador de sobrevelocidad; en la válvula de alivio de retorno del aceite lubricante o en el colador de suministro de aceite a la caja de engranes del impulsor del gobernador. Detenga el motor diesel, remueva y limpie el colador de aceite lubricante (ver figura 73).

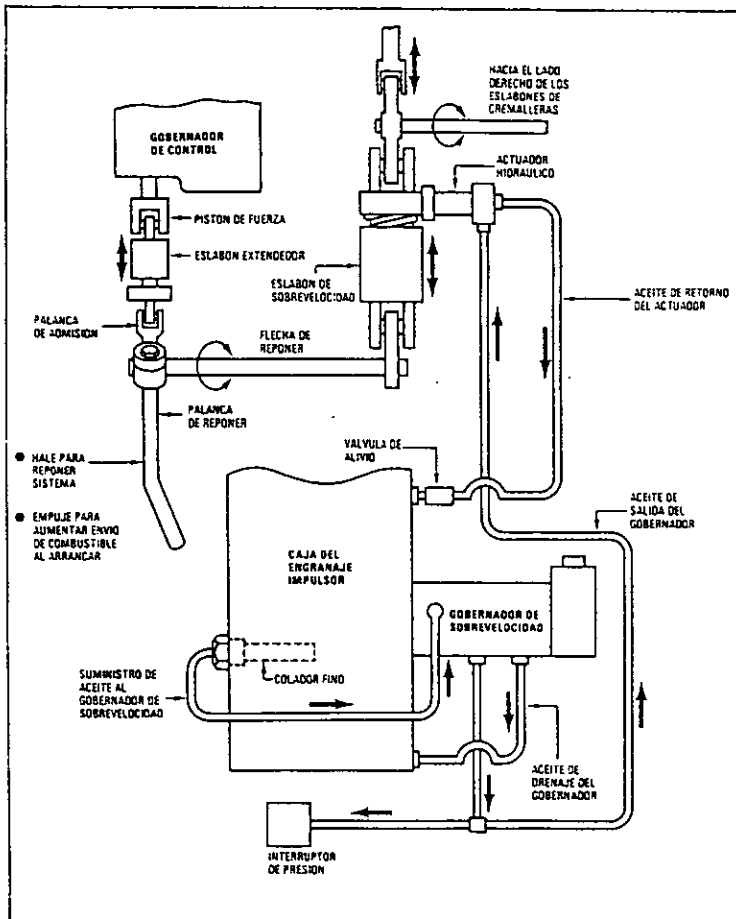


Figura 73. Diagrama esquemático del gobernador de sobrevelocidad.



CAPITULO 4

PRUEBAS

4.1. Periodo de asentamiento del motor diesel.

El sistema más adecuado para realizar el periodo de asentamiento y pruebas de carga del motor diesel, es con la locomotora inmóvil y su generador principal conectado a una planta externa de carga. De este modo las pruebas y ajustes se efectuarán en condiciones controladas con mayor precisión.

Sin embargo, cuando no se dispone de instalaciones para la prueba, se podrá realizar la prueba del periodo de asentamiento del motor diesel bajo condiciones normales de operación y funcionamiento.

Este procedimiento de trabajo se debe de realizar antes de poner en servicio un motor diesel acondicionado, pues la finalidad de ello es la de evitar posibles fallas o desajustes en la operación de una locomotora.

Antes de iniciar con el procedimiento de trabajo para el periodo de asentamiento del motor diesel, es de importancia haber checado previamente que cuenta con todos sus componentes y dispositivos de control y seguridad, que todas las partes mecánicas y eléctricas se aplicaron con sus valores de apriete correctos, que la bancada del motor este libre de materias extrañas, que cuente con todas sus cubiertas y tapas reglamentarias; Así como, que no tenga fugas de aceite lubricante, combustible, agua y aire que puedan afectar el buen funcionamiento del mismo. Finalmente cerciórese de que los fuelles de los motores de tracción estén desconectados y la locomotora este frenada.

Preparación, periodo de asentamiento y pruebas.

1. Ubicar a la locomotora en el área de la planta de pruebas y cerciórese que la locomotora este frenada.
2. Coloque los instrumentos de prueba:



Instalación de manómetros de prueba.

Para realizar la prueba de periodo de asentamiento y prueba de carga del motor diesel, es necesario instalar varios manómetros de presión en varios lugares de los sistemas del motor, las lecturas tomadas de estos instrumentos se usaran para determinar que cada sistema funcione correctamente.

Los puntos donde se pueden instalar los manómetros de presión son los siguientes:

- Instale un manómetro de 0 - 150 lbs./pulg.² en la tubería de conexión a la salida de la bomba de aceite lubricante.
- Instale un manómetro de 0 - 150 lbs./pulg.² en la tubería de conexión entre el filtro y enfriador de aceite lubricante.
- Instale un manómetro de 0 - 20 pulgadas de agua en el cárter de aceite lubricante del motor diesel.
- Instale un manómetro de 0 - 60 lbs./pulg.² en la tubería de combustible en el punto más cercano a la válvula reguladora de presión (45 lbs./pulg.²).
- Instale un manómetro de 0 - 300 lbs./pulg.² en el sistema hidráulico de sobrevelocidad.

Instalación de termómetros de prueba.

Para realizar la prueba de periodo de asentamiento y prueba de carga del motor diesel, es necesario instalar varios indicadores de temperatura en varios lugares de los sistemas del motor, las lecturas tomadas de estos instrumentos se usaran para determinar que cada sistema funcione correctamente.

Los puntos donde se pueden instalar los indicadores de temperatura son los siguientes:

- Instale un termómetro de 0 - 121.11°C (0-250°F) en la tubería de conexión a la salida de la bomba de aceite lubricante.



- Instale un termómetro de 0 - 121.11°C (0-250°F) en el múltiple de descarga de agua del motor diesel.
 - Instale un termómetro de 0 - 121.11°C (0-250°F) en la tubería de entrada de agua que conecta al enfriador de aceite lubricante.
 - Instale un termómetro de 0 - 65.56°C (0-150°F) en la tubería de alimentación de combustible que conecta con el tanque de combustible.
 - Instale un termómetro de 0 - 65.56°C (0-150°F) en una de las mallas de entrada de aire en el banco de radiadores.
 - Instale un termómetro de 0 - 65.56°C (0-150°F) en la mallas de entrada de aire al ventilador de equipo para medir la temperatura de descarga a los motores de tracción.
3. Compruebe las posiciones del pistón de fuerza del gobernador de control del motor diesel.
4. Conecte el cableado entre la locomotora y la planta de prueba.

Servicio de inspección del equipo.

Después de conectar la planta externa de prueba, manómetros y termómetros en la locomotora y después de haber hecho todas las conexiones mecánicas y eléctricas. Someta al equipo a las siguientes operaciones de servicio e inspección:

- a) Llénese el sistema de enfriamiento con agua tratada hasta el nivel debido, verificando que todas las conexiones y tuberías externas no tengan fugas, examine el interior del motor diesel para comprobar que no hay fuga interna en los cilindros, gire el motor una revolución completa con todos los tapones de compresión flojos y cerciórese de que no hay presencia de agua que pueda ocasionar daños al motor. Remueva ahora la herramienta con la que se giro el cigüeñal y apriete todos los tapones de compresión antes de arrancar el motor diesel.
- b) Por medio de una bomba de aceite lubricante independiente y una fuente de alimentación de aceite lubricante limpio hágase una prelubricación al motor, conecte la salida de la bomba de alimentación a la tubería de ½ pulgada de la tubería de descarga de la bomba de aceite del motor, cerciórese de que tenga filtros nuevos y colador limpio de aceite lubricante. Proceda a prelubricar el motor diesel.



- c) Hágase girar al motor dos revoluciones completas por medio de la palanca (matraca de 1 pulgada) para mover el cigüeñal, compruebe que el aceite fluya por todos los cojinetes principales, bielas, pistones, bujes, orificios maquinados, etc.
 - d) Desconecte el dispositivo de prelubricación y llene el cárter de aceite lubricante limpio hasta su nivel (después de que el motor arranque compruebe el nivel de aceite lubricante con motor en posición de holgar).
 - e) Llénese de aceite lubricante limpio hasta su nivel correcto para el gobernador modulador de control, revise las cremalleras de control de las bombas de combustible comprobando que todas las conexiones estén bien apretadas y que el varillaje se mueva libremente, observe que las conexiones estén bien lubricadas.
 - f) Llénese el tanque de combustible comprobando que se haya colocado filtros nuevos de combustible. Hágase funcionar durante 15 minutos la bomba de transferencia de combustible y ajuste la válvula reguladora de presión a 45 lbs./pulg.². Asegúrese de que no haya fugas en tuberías y accesorios del sistema de combustible.
5. Antes de arrancar el motor diesel cubra los ductos que se encuentran entre la plataforma y el fuelle con algún cartón, esto es con el fin de "soplar" y prevenir que el polvo o materia extraña pueda dañar al motor de tracción. Al terminar la prueba retire el cartón del ducto.
 6. La autopruueba se debe de ejecutar con los motores de tracción conectados, ya que parte de la corriente del generador principal pasa por los campos de los motores de tracción y las parrillas de freno dinámico. Cerciórese de que los cables de potencia no estén mal colocados o hagan mal contacto.
 7. En la cabina de la locomotora cierre el interruptor de cuchillas, coloque el interruptor giratorio en la posición de arranque y oprima el botón de arranque del motor, deje que gire varias revoluciones el motor diesel verificando que gire libremente.
 8. Una vez arrancado el motor diesel, déjelo operando en la posición de holgar (vacío) por diez minutos. Durante este tiempo observe bien el motor diesel por señales de fallas tales como: ruidos extraños, escape excesivo de gases del cárter, fugas de aceite lubricante, combustible, agua y aire; así como, ruidos extraños o vibraciones del equipo rotatorio. Después proceda a llenar la tabla 13.



9. Coloque el interruptor de autocarga en la posición que indica prueba de autocarga.
10. Pare el motor diesel y revise todas las chumaceras principales y cojinetes del cigüeñal, tome las lecturas de temperaturas con un pirómetro digital de rayo láser en la escala de °F. Registre las lecturas en la tabla 7.

Tabla 7.

VERIFICAR TEMPERATURA DESPUÉS DE 10 MINUTOS EN HOLGAR (VACIO)								
TEMPERATURA DE PRUEBA DEL PERIODO DE ASENTAMIENTO	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8
CHUMACERAS PRINCIPALES								
PERNO DEL PISTÓN LADO DERECHO "D"								
FALDA DEL PISTÓN LADO DERECHO "D"								
CHUMACERAS DE CONEXIÓN								
PERNO DEL PISTÓN LADO IZQUIERDO "I"								
FALDA DEL PISTÓN LADO IZQUIERDO "I"								

ADVERTENCIA: En cualquier caso en que el motor diesel se haya parado debido a sobrecalentamiento de alguna pieza del motor, no remueva ninguna de las tapas de observación del cárter del cigüeñal hasta que haya transcurrido por lo menos 15 minutos. La entrada de aire fresco en tales condiciones podría provocar una explosión dentro del cárter dañando el equipo o provocando alguna lesión personal.

11. Después de realizar esta prueba, continúe con la verificación de torques de apriete de los elementos que se muestran en la tabla 8, y registre sus valores finales (en la misma tabla se presenta el torque de apriete inicial de referencia).

Tabla 8.

	TORQUE INICIAL	TORQUE FINAL
TORQUE DE TORNILLOS DEL PERNO DEL PISTÓN	250 LBS-PIE	
TORQUE DE TORNILLOS DEL PERNO DE BIELA ARTICULADA	375 LBS-PIE	
TORQUE DE TAPAS DE BIELA MAESTRA	400 - 420 LBS-PIE	
TORQUE DE LÍNEAS DE ALTA PRESIÓN DE COMBUSTIBLE	140 LBS-PIE	
TORQUE EN CONEXIÓN BANJO A LA BOMBA	125 LBS-PIE	
TORQUE EN MANGUERAS BAJA PRESIÓN AL ACCESORIO BANJO	50 LBS-PIE	



NOTA: Las siguientes operaciones de la prueba de periodo de asentamiento del motor diesel se deben de realizar con la planta de prueba produciendo aproximadamente la potencia a cada punto de la palanca reguladora.

12. Ponga en marcha el motor diesel y déjele funcionar con carga en la posición del regulador # 2 durante 15 minutos. Así mismo registre los datos en la tabla 13.
13. Aumente la velocidad del motor diesel hasta la posición del regulador # 3 déjele funcionar con carga durante 15 minutos. Así mismo registre los datos en la tabla 13.
14. Aumente la velocidad del motor diesel hasta la posición del regulador # 4 déjele funcionar con carga durante 15 minutos. Así mismo registre los datos en la tabla 13.
15. Pare el motor diesel y revise las chumaceras principales, cojinetes y piezas del cigüeñal. Así mismo registre los datos en la tabla 7.
16. Ponga en marcha el motor diesel y déjele funcionar con carga en la posición del regulador # 5 durante 15 minutos. Así mismo registre los datos en la tabla 13.
17. Aumente la velocidad del motor diesel hasta la posición del regulador # 6 déjele funcionar con carga durante 15 minutos. Así mismo registre los datos en la tabla 13.
18. Aumente la velocidad del motor diesel hasta la posición del regulador # 7 déjele funcionar con carga durante 15 minutos. Así mismo registre los datos en la tabla 13. Verifique que las presiones y temperaturas sean las correctas y si existe alguna fuga o defecto corrija antes de comenzar la prueba final.
19. Mientras el motor diesel esta funcionando en la posición del regulador # 7, compruebe la operación manual del interruptor de alta temperatura del motor (HWTS). Así mismo registre los datos en la tabla 9.



Tabla 9.

VERIFICAR TEMPERATURA DESPUÉS DE PARAR EN LA POSICIÓN # 7								
TEMPERATURA DE PRUEBA DEL PERIODO DE ASENTAMIENTO	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8
CHUMACERAS PRINCIPALES								
PERNO DEL PISTÓN LADO DERECHO "D"								
FALDA DEL PISTÓN LADO DERECHO "D"								
CHUMACERAS DE CONEXIÓN								
PERNO DEL PISTÓN LADO IZQUIERDO "I"								
FALDA DEL PISTÓN LADO IZQUIERDO "I"								

20. Reduzca la velocidad del motor diesel hasta la posición de holgar (vacío) y remueva la carga del generador principal.

21. Prosiga con la prueba de "disparo del gobernador de sobrevelocidad" para asegurar su correcta operación:

- a) Con motor diesel parado conecte un manómetro con escala de 0 - 400 lbs./pulg.², en "T" abajo del gobernador de sobrevelocidad. Arranque el motor deisel y coloque la palanca del regulador en la posición # 8 sin carga, aumente las R.P.M. del motor diesel empujando lentamente la palanca de cremalleras de control de combustible, observando que el gobernador de sobrevelocidad deberá dispararse de 1145 a 1165 R.P.M. (en el impulsor del tacómetro de 1713 a 1753 R.P.M.).
- b) Si ni es así, no exceda las 1200 R.P.M.
- c) Anote las R.P.M. de disparo del gobernador de sobrevelocidad.
- d) Anote la presión de operación del gobernador de sobrevelocidad.
- e) Cuando se dispare el dispositivo de sobrevelocidad, deje que el motor diesel se detenga totalmente.
- f) Finalmente restablezca el dispositivo de sobrevelocidad.

22. Prosiga con la prueba de "Disparo del dispositivo de baja presión de aceite lubricante" del gobernador de control para asegurar su correcta operación:



- a) Instale un dispositivo que tenga los siguientes elementos: una válvula de corte, un manómetro de presión de 0 - 150 lbs./pulg.², una válvula de descarga en la línea de presión de aceite lubricante, donde se conecta el dispositivo de baja presión de aceite lubricante en el gobernador de control, con uno de sus lados a la atmósfera.
- b) Abra la válvula de corte y cierre la de descarga.
- c) Arranque el motor diesel y permita que opere en velocidad de holgar (vacío), hasta que alcance su temperatura normal de operación.
- d) Opere en la posición del regulador # 8 , cierre la válvula de corte y abra lentamente la válvula de descarga, cuando la presión del aceite lubricante baje a la presión de disparo de 46.5 a 45.5 lbs./pulg.².
- e) Entrará el relevador (EGR), después de 19 segundos se reducirá la velocidad del motor, hay una luz de aviso en el tablero de control del motor diesel, cuando se abre la válvula de descarga y se reduce la presión a menos de 4 lbs./pulg.², el motor diesel deberá pararse totalmente.
- f) Cierre la válvula de descarga y abra la válvula de corte.
- g) Después de 3 minutos restablezca el relevador del sistema operando el interruptor de restablecer, las luces de aviso deberán apagarse.
- h) Retire el equipo de prueba y haga sus conexiones de tuberías originales.

23. Continúe con la prueba de "disparo del dispositivo de baja presión de agua" del gobernador de control para asegurar su correcta operación:

- a) Instale un dispositivo que tenga los siguientes elementos: una válvula de corte, un manómetro de presión de 0 - 30 lbs./pulg.², una válvula de descarga en la línea de presión de agua, donde se conecta el dispositivo de baja presión de agua en el gobernador de control, también desconecte la línea de distribuidor en la descarga de agua del dispositivo de baja presión de agua, en el mismo dispositivo tape cada uno de los lados.



- b) Siga el mismo procedimiento de la sección del dispositivo de disparo por baja presión de aceite lubricante (para los valores y ajustes ver los siguientes incisos).
- c) Opere en la posición del regulador # 8 , cierre la válvula de corte y abra lentamente la válvula de descarga cuando la presión del agua baje a la presión de disparo de 15 a 11 lbs./pulg.².
- d) Entrará el relevador (EGR), después de 19 segundos se reducirá la velocidad del motor, hay una luz de aviso en el tablero de control del motor, cuando se abre la válvula de descarga y se reduce la presión a menos de 1 lbs./pulg.², el motor diesel deberá pararse totalmente.
- e) Cierre la válvula de descarga y abra la válvula de corte.
- f) Después de 3 minutos restablezca el relevador del sistema operando el interruptor de restablecer, las luces de aviso deberán apagarse.
- g) Retire el equipo de prueba y haga sus conexiones de tuberías originales.

24. Pare el motor diesel, compruebe la sincronización de bombas de alta presión de combustible y luz de válvulas de admisión y escape.

25. Después de esta prueba proceda a la verificación de los siguientes torques de apriete de la tabla 10, anotando sus valores finales (en la tabla 10, se presenta el torque de apriete inicial de referencia).

Figura 10.

	TORQUE INICIAL	TORQUE FINAL
TORQUE DE TORNILLOS DE MONTAJE DE BOMBA DE COMBUSTIBLE	60 LBS-PIE	
TORQUE DE LA TUERCA SOMBRILLA	50 - 55 LBS-PIE	
TORQUE DE TUBO DE ESCAPE DE CILINDROS	100 - 120 LBS-PIE	
TORQUE DE CLARO DE VALVULAS DE ADMISIÓN	0.018 - 0.020 PULG.	
TORQUE DE CLARO DE VALVULAS DE ESCAPE	0.028 - 0.030 PULG.	

NOTA: Las siguientes operaciones de la prueba de periodo de asentamiento del motor diesel se deben de realizar con la planta de prueba produciendo aproximadamente la potencia a cada punto de la palanca reguladora.



26. Arranque el motor diesel y déjelo operar en la posición del regulador # 8 durante 2 horas a plena carga. Durante esta prueba tome las lecturas y anote los datos en la tabla 13 (tome las lecturas a intervalos de 30 minutos) al terminar la prueba deje funcionando el motor diesel en la posición de holgar permitiendo con ello que se enfríe antes de apagarlo.

27. Haga una inspección visual detallada de todas las piezas del motor: cojinetes, levas, rodillos de levas, superficie lateral del pistón, etc., y registre las temperaturas en la tabla 11.

Tabla 11.

VERIFICAR TEMPERATURA AL TERMINAR LA PRUEBA DE ASENTAMIENTO								
TEMPERATURA DE PRUEBA DEL PERIODO DE ASENTAMIENTO	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8
CHUMACERAS PRINCIPALES								
PERNO DEL PISTÓN LADO DERECHO "D"								
FALDA DEL PISTÓN LADO DERECHO "D"								
CHUMACERAS DE CONEXIÓN								
PERNO DEL PISTÓN LADO IZQUIERDO "I"								
FALDA DEL PISTÓN LADO IZQUIERDO "I"								

28. Reapriete las siguientes secciones del múltiple de escape, anotando sus valores finales en la tabla 12 (en la tabla 12, se presenta el torque de apriete inicial de referencia).

Tabla 12.

	TORQUE INICIAL	TORQUE FINAL
TORQUE DE TORNILLOS DE CODO DE ESCAPE A CONJUNTO DE POTENCIA	100 - 110 LBS-PIE	
TORNILLOS DE PLACA DE FONDO Y SECCIÓN. DE CIERRE DE TUBO	50 - 55 LBS-PIE	
TORQUE DE ABRAZADERA DE SECCIÓN PRINCIPAL	70 - 75 LBS-PIE	
ANILLO ABRAZADERA DEL MÚLTIPLE AL TURBO	70 - 75 LBS-PIE	
TUBO MÚLTIPLE DE ESCAPE AL TURBO	120 - 130 LBS-PIE	
ANILLO ABRAZADERA DEL CODO (TUBO SENCILLO)	18 - 20 LBS-PIE	

NOTA: Las siguientes operaciones de la prueba de periodo de asentamiento del motor diesel se deben de realizar con la planta de prueba produciendo aproximadamente la potencia a cada punto de la palanca reguladora.



29. Compruebe que los acoplamientos de los ejes, flechas impulsoras y equipos accionados por el motor diesel estén bien fijos y en buen estado de funcionamiento.

Tabla 13.

HOJA DE DATOS DE ASENTAMIENTO DEL MOTOR DIESEL											
TIEMPO DE CARGA (MINUTOS)	10	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30
POSICIÓN DEL REGULADOR	H	2	3	4	5	6	7	8	8	8	8
HORA LOCAL											
R.P.M. DEL MOTOR DIESEL											
APERTURA DE CREMALLERAS											
PISTON DE FUERZA											
POSICIÓN DEL REG. DE CARGA											
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE											
PRESIÓN DE LUBRICANTE											
PRESIÓN DEL GOBERNADOR											
PRESIÓN DEL TURBO											
PRESIÓN DE BOMBA DE AGUA											
VACIO DEL CARTER											
TEMPERATURA DE AGUA											
TEMPERATURA LUBRICANTE											
TEMPERATURA COMBUSTIBLE											
TEMPERATURA GAS DE ESCAPE											
TEMPERATURA AIRE ADMISIÓN											
POTENCIA											



CONCLUSIONES

En el tiempo actual de crisis, el mantenimiento es de gran importancia debido a que todo equipo o maquinaria debe operar en condiciones óptimas de funcionamiento. Por ello el mantenimiento se ha considerado de vital importancia en cualquier tipo de industria, puesto que reduce costos de reparación, dando como resultado un incremento en la vida útil del equipo tractivo ferroviario e instalaciones, evitando paros innecesarios en la línea de producción.

Es por eso que dentro del proceso productivo, es necesario implantar un sistema de mantenimiento que apoye en la obtención de una elevada productividad con una excelente calidad en el servicio, el cual necesariamente se debe de apoyar en un proceso de manutención de la maquinaria, equipo tractivo e instalaciones de la forma más económica posible y a largo plazo.

Una locomotora diesel-eléctrica es un equipo muy costoso, cuyas partes y componentes no son fácil de obtener en el mercado, ya que la mayor parte de ellos son de importación. En la actualidad se han desarrollado proveedores nacionales, pero se ha observado que no cumplen al 100% con las normas y especificaciones técnicas requeridas de diseño y calidad.

El alto costo de las piezas, la dificultad de importación y los problemas financieros de Ferrocarriles Nacionales de México, ha obligado a que los periodos de mantenimiento no fuesen realizados en el tiempo estándar de internación, lo cual ha originado indisponibilidad operativa de la locomotora, ya que su alta permanencia en los talleres de mantenimiento, ha ocasionando con ello que la transportación de carga se demore, lo que trae a su vez consigo pérdidas económicas elevadas ya que el número de locomotoras en el parque nacional es limitado.



La **ASOCIACIÓN AMERICANA DE FERROCARRILES (A.A.R.** por sus siglas en inglés), es la entidad encargada de normalizar y regular la operación de los ferrocarriles y empresas de mantenimiento ferroviario en México, Estados Unidos de América y Canadá, ha recomendado diversos tipos mantenimiento ha realizarse en el equipo tractivo; pero estos varían de empresa a empresa de acuerdo con el tipo de operación, condiciones topográficas el terreno, calidad de los materiales, etc., del cual se tiene la siguiente clasificación:

- a) Inspección diaria o de viaje.
- b) Inspección trimestral.
- c) Inspección semestral.
- d) Inspección anual.
- e) Inspección bianual.
- f) Inspección trianual.
- g) Inspección cuatrianual.
- h) Reconstrucción.

Con la privatización de **Ferrocarriles Nacionales de México** en empresas operadoras de servicio y mantenedoras de equipo tractivo, el presente trabajo cobra importancia ya que los equipos tractivos en la actualidad se encuentran en condiciones difíciles de operación, debido a que los diferentes mantenimientos fueron difiriéndose por falta de recursos económicos y materiales, aunado a la falta de personal calificado y capacitado para el desarrollo de las actividades de conservación.

Se ha observado a través del tiempo que las fallas más frecuentes en las locomotoras diesel-eléctricas se presentan en el motor diesel y en el sistema eléctrico.



El estricto cumplimiento de los procedimientos de mantenimiento traerá consigo la elevación de la vida útil del equipo tractivo, en el presente trabajo se proporciona la secuencia de mantenimiento preventivo de los principales componentes del motor diesel con el que se podrá realizar un trabajo de calidad minimizando con ello los índices de fallas en el motor diesel.

Es importante que se establezca un estrecha relación entre el mantenedor, los operarios de las locomotoras y las áreas de transporte de cada compañía ferroviaria. Ya que la operación adecuada del equipo y el correcto dimensionamiento de la capacidad tractiva (tonelaje ecuacionado) traerá consigo la disminución de fallas o internaciones al taller de mantenimiento.



BIBLIOGRAFÍA

- Locomotive Service Manual
General Electric Co. Vol. I; II y III
- Operator's Manual
General Electric Co.
- Manual de Funcionamiento de Locomotoras Super 7
General Electric Co. Vol. I
- Manual de Servicio de Locomotoras Super 7
General Electric Co. Vol. II
- Manual de Mantenimiento de Locomotoras Super 7
General Electric Co. Vol. III
- Manual de Mantenimiento del Motor Diesel
General Electric Co.
- Método para realizar la prueba de periodo de asentamiento del motor diesel
General Electric Co.
- Manual de Instrucciones y Procedimientos
General Electric Co.
- Manual de Normas Técnicas y Especificaciones de Reconstrucción de Locomotoras diesel-eléctricas Super 7
General Electric Co.