

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica



**Estudio Metalúrgico de los «Equipos de Bombeo»
para Pozos Petrolíferos**

**INFORME DE INGENIERIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO METALURGISTA**

Matías Carlos Vivar Colquicocha

PROM. 1984 - I

LIMA - PERU

1992

A:

**Walter y Rosa, mis padres
en eterno agradecimiento.**

A:

**Noelia, mi esposa
Mirely y Roxanna, mis hijas
estímulos de mi vida.**

INFORME METALURGICO DE LOS

"EQUIPOS DE BOMBEO"

PARA POZOS PETROLIFEROS

MAG-UP- 40 D - 89 - 42 - B - Z

MAG-UP- 16 D - 53 - 24 - A

REALIZADO POR :

VIVAR COLQUICOCHA MATIAS CARLOS

=====

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
I. <u>INTRODUCCION Y PRESENTACION</u>	1
II. <u>EL ENSAYO MECANICO</u>	18
II.1. CONCEPTO	18
II.2. CLASES DE ENSAYOS MECANICOS	18
II.3. EL ENSAYO MECANICO DE DUREZA	19
II.3.1. Método de dureza Rocwell	20
II.3.2. Preparación de probetas	21
II.3.3. Conversión a escala Brinell	22
II.3.4. Relación de la dureza con otras propiedades mecánicas	23
III. <u>EL ENSAYO METALOGRAFICO</u>	25
III.1. CONCEPTO	25
III.2. OPERACIONES DEL ENSAYO METALOGRAFICO	26
III.2.1. Preparación de probetas	27
III.2.2. Observación de probetas	32
III.2.2.1. Constituyentes de los aceros	33
III.2.2.2. Fundiciones	37
III.2.2.3. Bronces	41
III.2.3. Microfotografías	43
IV. <u>EL ANALISIS QUIMICO</u>	43
IV.1. FINALIDAD	43
IV.2. CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LOS ACEROS Y NOMENCLATURA DE LOS ACEROS	44
IV.3. CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LAS FUNDICIONES	45

IV.4.	TABLAS DE COMPOSICION QUIMICA DE LOS ACEROS	
IV.5.	METODOS EMPLEADOS PARA LOS ANALISIS QUIMICOS	48
IV.5.1.	Métodos húmedos	48
IV.5.2.	Método de análisis espectrográfico	
IV.6.	TABLAS DE ESPECIFICACIONES TECNICAS	49
V .	<u>RESULTADOS</u>	50
V.1.	RESULTADO DEL ENSAYO MECANICO	50
V.1.1.	Ejes de acero	51
V.1.2.	Planchas de acero	51
V.1.3.	Fundiciones	52
V.2.	RESULTADO METALOGRAFICO	52
V.2.1.	Ejes de acero	52
V.2.2.	Planchas de acero	53
V.2.3.	Fundiciones	53
V.2.4.	Fotografias	56
V.3.	RESULTADO DE LOS ANALISIS QUIMICOS	66
V.3.1.	Ejes y planchas de acero	66
V.3.2.	Fundiciones	66
V.3.3.	Bronces	68
V.3.4.	Pinturas	69
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	71
VII.	CONCLUSIONES	80

- - - - -

I.- INTRODUCCION Y PRESENTACION :

I.1. GENERALIDADES :

La explotación de los yacimientos petrolíferos peruanos ha tenido lugar con una fuerte participación de inversiones y tecnología extranjeras, habiendo sido considerado la participación nacional en los niveles que ésta podía hacerlo. El desarrollo de la actividad de la explotación petrolera ha tomado niveles técnicos muy especializados, habiéndose logrado la formación de empresa especializadas en todos los campos de la industria del petróleo; dentro de ellas un sector muy importante, evidentemente, es la industria Metal-Mecánica, dedicada a manufactura de maquinaria y equipos especializados para la prospección, exploración, perforación, extracción, refinación, e inclusive el transporte del petróleo.

Se ve por tanto, que la actividad petrolera requiere de equipos especializados vinculados a un

tipo de demanda de características propias que se se presentan acompañados de grandes decisiones que adoptan especialmente los gobiernos, como es el caso del, Perú, donde las actividades petrolífera lo ejecuta una empresa Estatal.

I.2. IDENTIFICACION DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO:

- Los análisis efectuados abarcan las unidades de bombeo, los mismos que están compuestos de:
 - Un motor a gas o eléctrico.
 - Un reductor de gran torque.
 - Un bastidor de balanceo.
- Se menciona solamente estos componentes debido a que en esta primera etapa se desarrollará la manufactura de estos equipos con un programa de integración progresiva.

I.3. DEMANDA POR PARTE DE PETROPERU :

Siendo la actividad de la producción de petróleo controlada por el estado a través de Petroperú, es que se ha tomado como demanda las estadísticas de consumo anual que tiene este tipo de equipos en la zona de Talara.

Ha continuación presentamos estas demandas, que son como siguen:

a) UNIDADES NUEVAS :

<u>Nº</u>	<u>MODELO</u>	<u>CONSUMO ANUAL</u>
1	16 D	50
2	40 D	100
3	80 D	15
4	160 D	15

b) REPARACION :

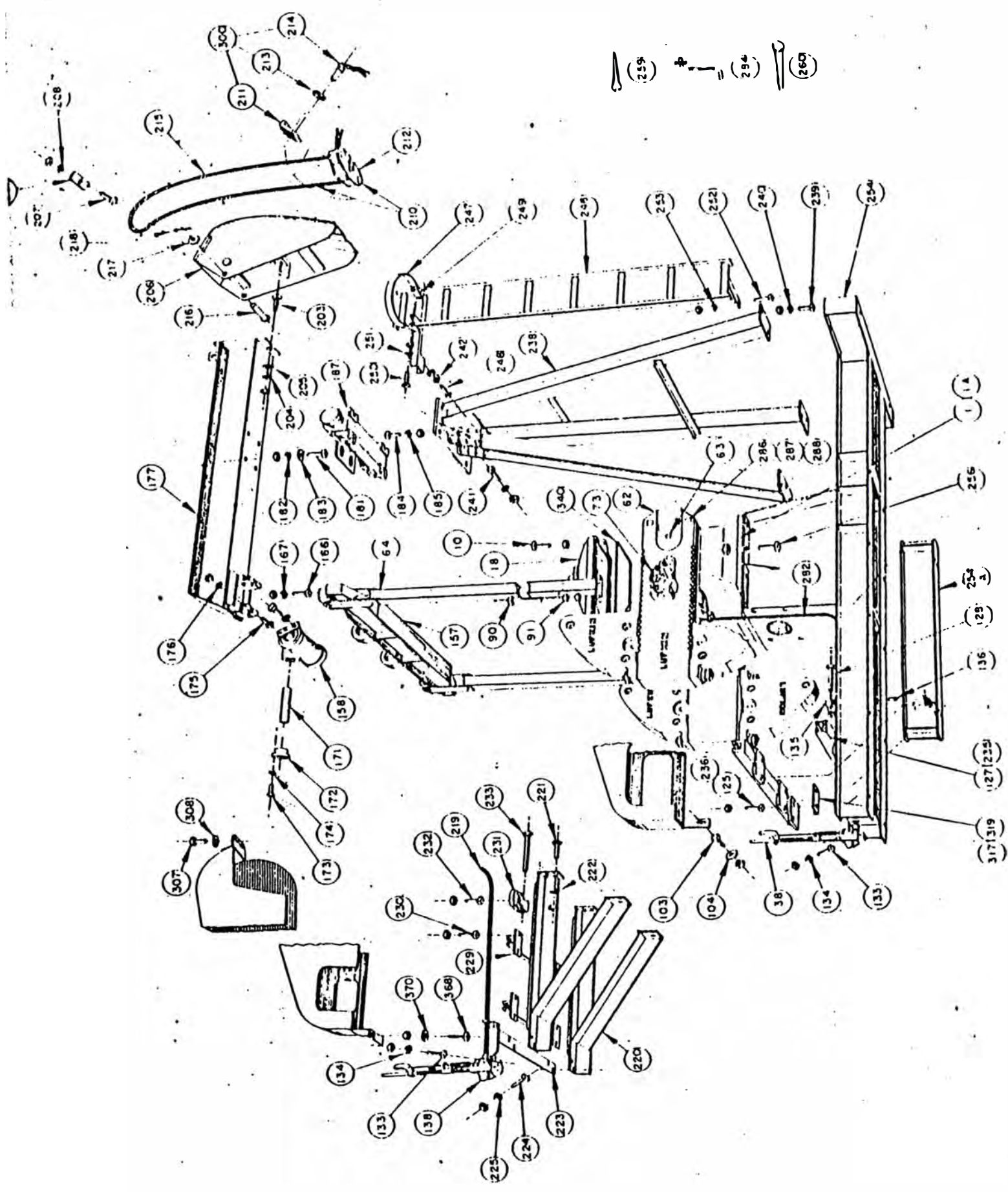
<u>Nº</u>	<u>MODELO</u>	<u>CONSUMO ANUAL</u>
1	16 D	10
2	40 D	20

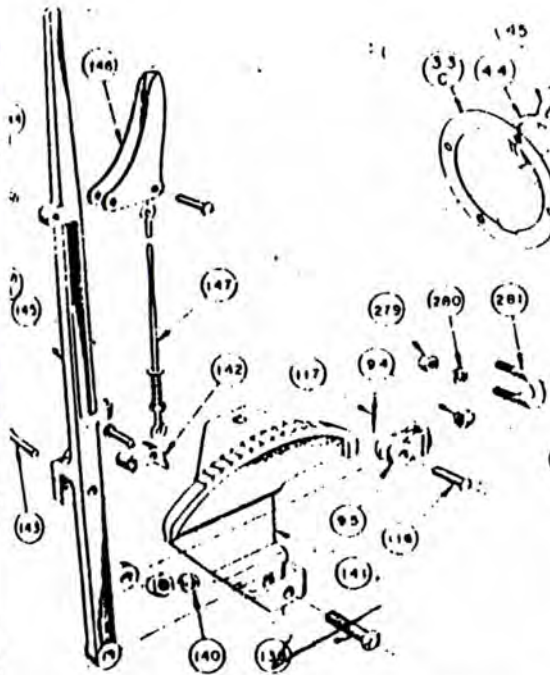
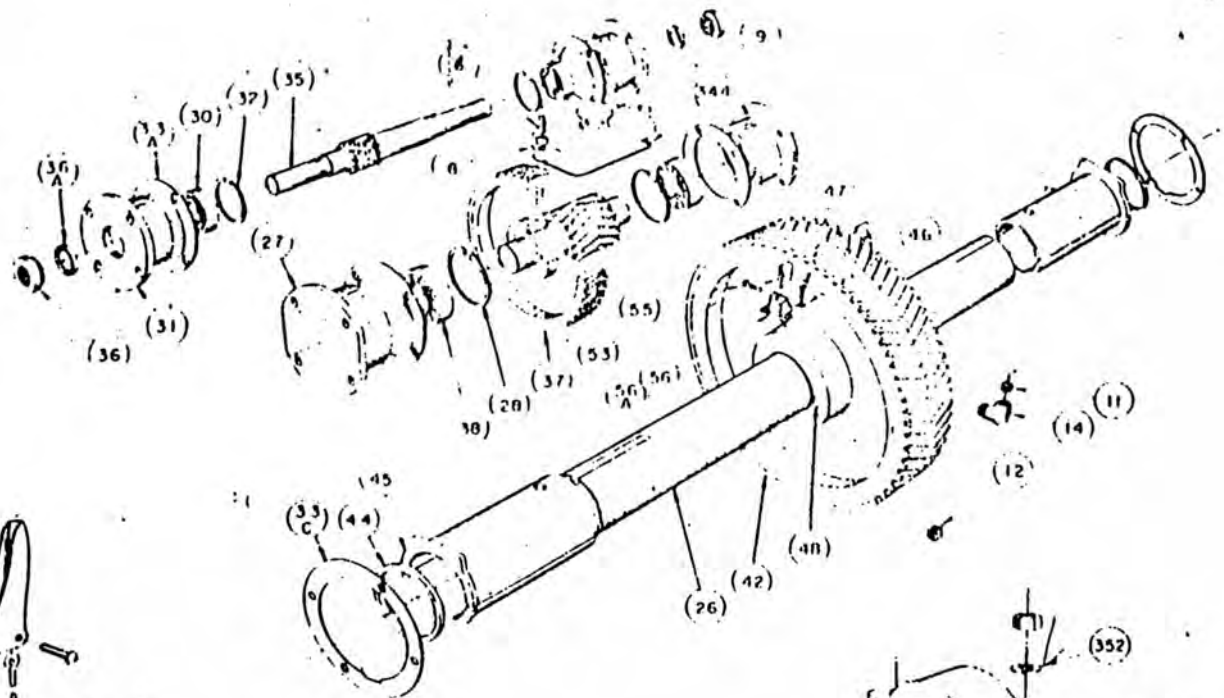
Como se puede apreciar, los modelos de mayor demanda son los 16 D y los 40 D, por lo tanto, son los equivalentes a éstos modelos que Magensa va a desarrollar en los siguientes volúmenes;

Nº	MODELO	CONSUMO ANUAL
1	16 D	60
2	40 D	120

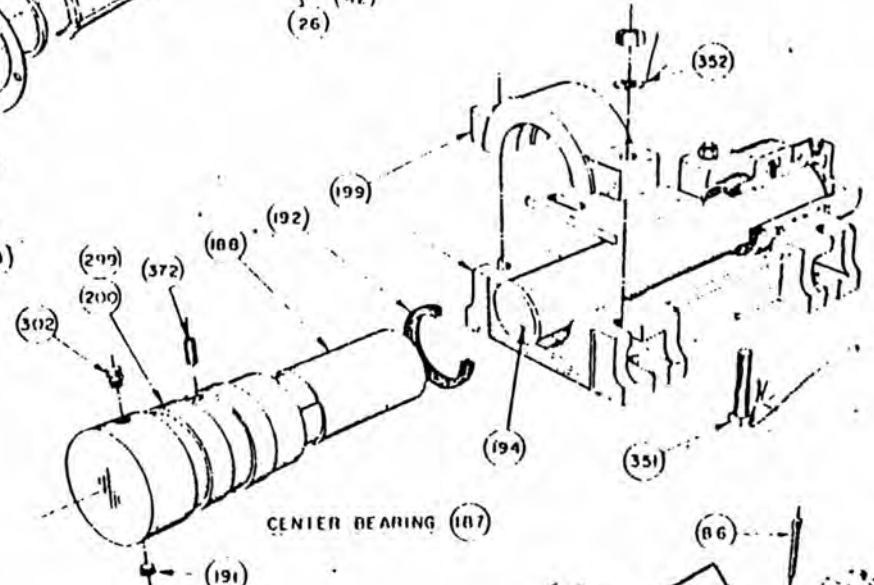
DEMANDA POTENCIAL :

Las últimas definiciones sobre el problema de la recuperación secundaria de petróleo que el gobierno ha autorizado ejecutar a PETROPERU, ponen en cartera un volumen aproximado de 1000 unidades, de las cuales el mayor porcentaje los modelos 16 D y 40 D.

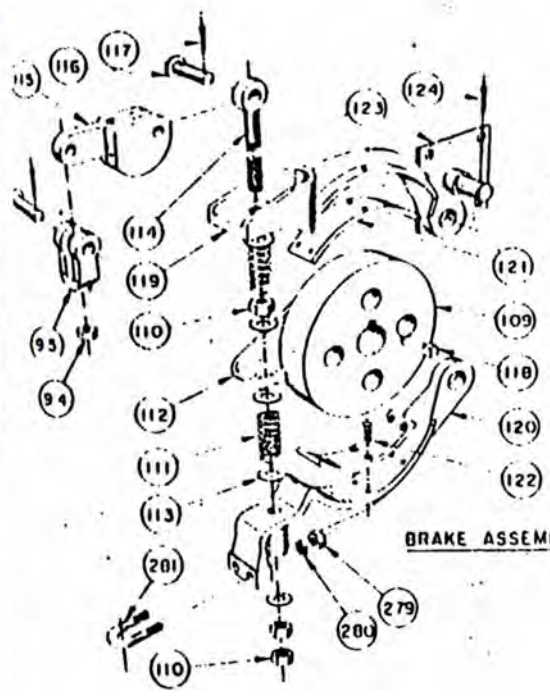




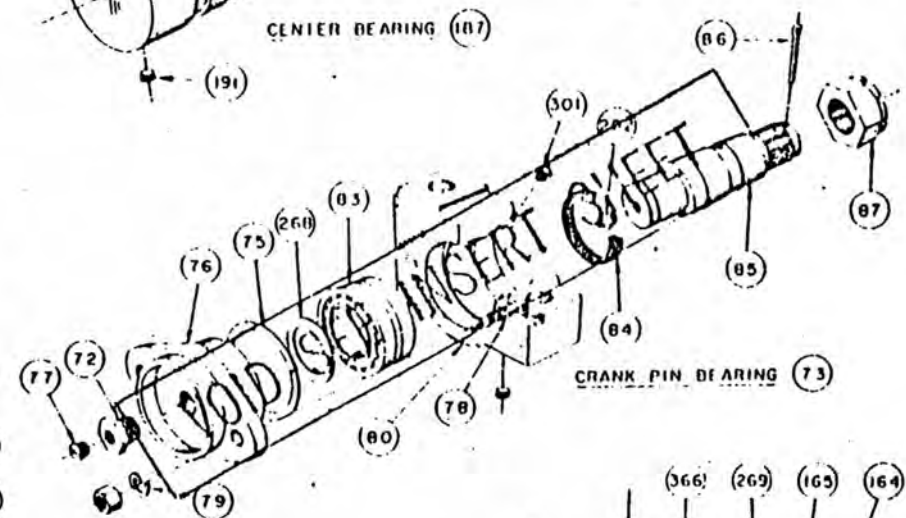
BRAKE LEVER (138)



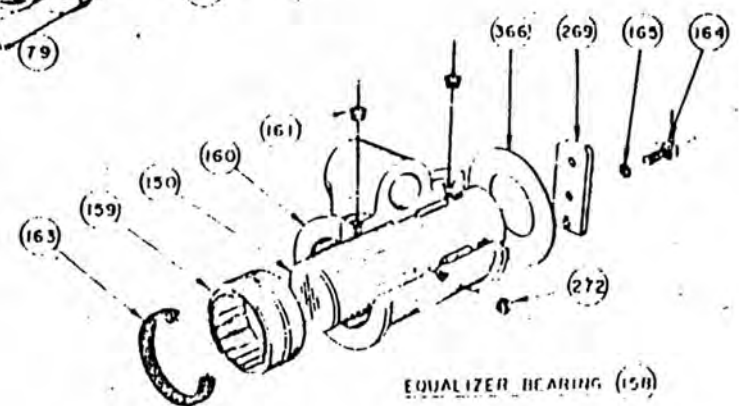
CENTER BEARING (187)



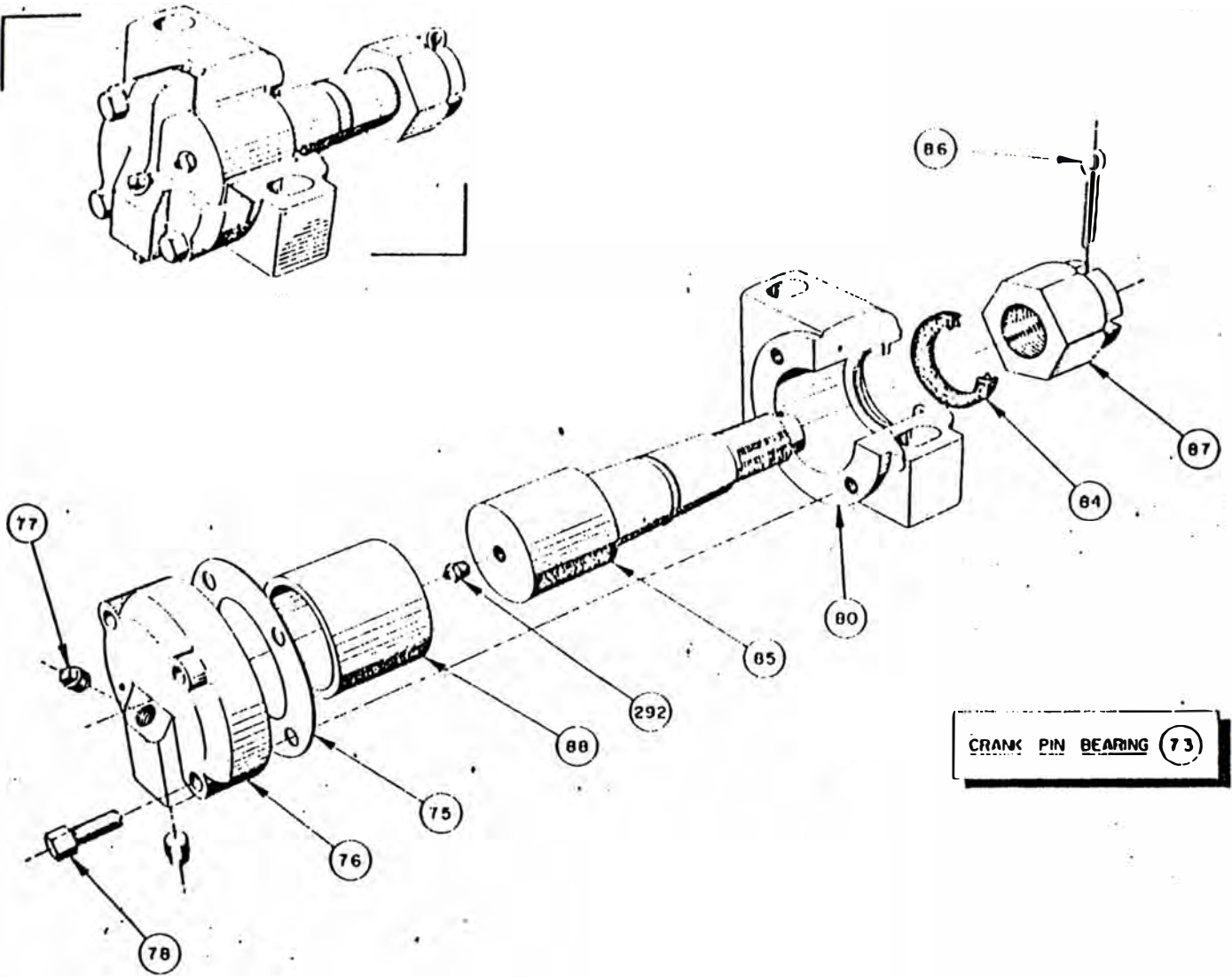
BRAKE ASSEMBLY



CRANK PIN BEARING (73)

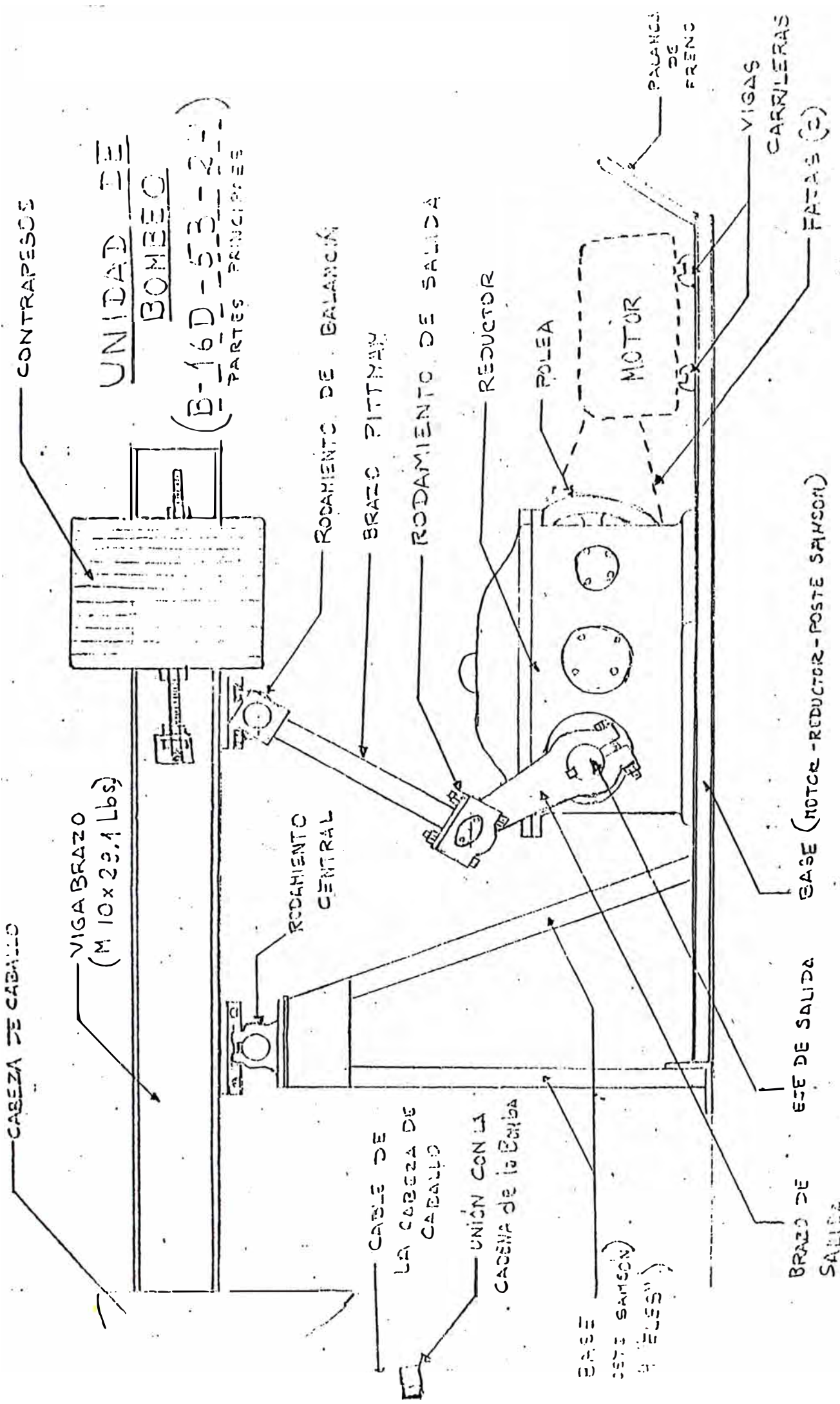


EQUALIZER BEARING (150)



NO. 6 CRANK PIN BEARING

<u>Item No.</u>	<u>Part No.</u>	<u>Description</u>	<u>No. Req'd.</u>
73	DM11342	Assembly, Crank Pin Bearing, 6 ..	2
75	AP11315	Gasket, Crank Pin Bearing Cap	2
76	BM11303	Cap, Crank Pin Bearing	2
77	N923805	Pipe Plug, Crank Pin Brg. Cap, 1/2	4
78	N907178	Cap Screw, Cap to Box, 3/8 x 2-1/4	8
80	CM11295	Box, Crank Pin Bearing	2
84	N920280	Oil Seal, Crank Pin Bearing	2
85	CM11285	Crank Pin	2
86	N916264	Cotter, Crank Pin, 3/8 x 3-1/2	2
87	AM11314	Hex Nut, Crank Pin, 2	2
88	BM11304	Bushing, Crank Pin	2
292	AP14327	Alemite Fitting, Crank Pin, 1/4 ...	2



1.4.- OBJETIVOS DEL PLAN :

4.1.- PRODUCCION DE EQUIPOS DE BOMBEO : Estructura de balanceo, reductor, motor a gas.

a) Estructura de Balanceo .- Se producirá en su totalidad.

b) Reductor .- Se producirá en su totalidad.

c) Motor .- En su primera etapa se importará para que en etapas posteriores se llegue a un porcentaje de integración.

4.2.- REPARACION DE LAS Unidades que requieren mantenimiento a nivel : Estructura de Balanceo, reductor, motor.

Recepción de unidades y su puesta en condiciones de operación.

1.5.- ESTUDIO DE UN PROTOTIPO

5.1.- Recepción de una unidad completa: se recibirán dos unidades de bombeo.

a) B-16D-53-24

Estructura de Balanceo, reductor.

b) C-40D-89-42

Estructura de Balanceo, reductor.

- c) CE-46 .- MOTOR A GAS. Por sus características técnicas deberá ser funcionales para ambos equipos.

5.2.-ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS TECNICAS, de cada uno de los equipos :

- a) B-16D-53-24 .- Esta es una unidad de bombeo de 16,000 libras por pulgada de torque, es el más pequeño.

CAJA DE REDUCCION .-

- El Reductor del 16D es de doble reducción, de 16,000 libras por pulgada de torque.
- Relación de transmisión de 35.7 .
- Eje de salida de 2 1/2" de diametro.
- Temperatura ambiente de operación entre 10° y 100° F.
- Capacidad de aceite: 5 galones.
- Usa aceite mineral SAE-90 con punto de escurrecimiento de cero, con propiedades antiespumantes y antioxidantes ó aceite de alta calidad para motores SAE-40 ó SAE-50, (no usar aceites con detergentes).

DATOS ESTRUCTURALES .-

El reductor, el motor y la viga brazo van montados en una sola estructura de base, de signada por 53-24.

- La capacidad de carga es de 5,300 Libras.
- La longitud de carrera es de 24", del cable.
- Viga brazo M-10 x 29.1 Lbs.

- Brazo piñman 3 x 5 Lbs.
- Rodamiento de balancín : bocinas de bronce, lubricadas en fábricas.
- Rodamiento central : Bocinas de bronce.
- Rodamiento de salida : rodaje de rodillos a rótula marca Link-Belt A-22118.
- Cable : no se resepcionó.
Brazo de salida de $9 \frac{3}{4}$ " de distancia entre ejes.
- 24 contrapesos colocados en la viga brazo.

MOTOR

- Utiliza motor a gas CE-46
 - b) C-40D-89-42 .- Esta es una unidad de bombeo de 40,000 Lbsx Pulg. de torque.

CAJA DE REDUCCION.-

- El reductor del 40 D es de doble reducción, de 40,000 Lbs x Pulg de torque.
- La relación de transmisión es de 29.2 .
- Eje de salida de transmisión de 4" de diametro.
- Polea de 21.3" de diametro de paso 2 C o 313 Standart.
- Distancia entre centros de la unidad y de la transmisión = $9 \frac{3}{8}$ " .
- Capacidad de aceite : 7 galones.
Usa aceite mineral SAE-90 con punto de escurrecimiento, cero, con propiedades antiespumante y antioxidante ó aceite de alta calidad, para motores SAE - 40 ó SAE - 50 .

DATOS ESTRUCTURALES .-

- Designación C-40D-89-42.
- Capacidad de carga 8,900 Libras.
- Longitud de carrera 42, 33, 23 pulgadas.
- Viga brazo :83 X 5.7 libras.
- Rodamiento del balancín : Rodamiento de agujas, marca RBCSJ - 8477 (pitsh Ling).
- Rodamiento central : Bocinas de bronce.
- Rodamiento de salida : Bocinas de bronce.
- Cable : 3/4" x 12 pies 6 pulgadas.
- Desbalance estructural 150 libras.
- Brazo de salida 36-44-B, distancia entre centros : 9 3/4" - 12 3/4" - 15 3/4"
- Contrabalance efectivos a la máxima carga y a la capacidad de carga incluyendo el desbalance estructural. En Libras.
- Brazo solamente : 1,620 Lbs.
- 4 - N° 5 CRO contrapesos 5,120
- 4 - N° 5 L pesos auxiliares 6,050
- 4 - N° 5 C Pesos auxiliares 6,920

MOTOR .-

- Utiliza motor a gas CE - 46 .

1.6.- DETERMINACION DE LOS VOLUMENES REQUERIDOS POR PETROPERU .-

a) Equipo original .-

40 D - 100 unidades/anuales.
16 D - 50 Unidades/anuales.
80 D - 15 "
160 D - 15 "

Los modelos 40 D - 16 D, requieren del motor climax C46.

b) Reparación.-

40 D - 20 Unidades/anuales.
16D - 10 "

En el campo se encuentran actualmente 1000 - pozos A.T.A. (cerrados por anticónomicos) a los que se realizará el proceso de recuperación secundaria y es sobre estos pozos donde se requerirá el mayor volumen de demanda de estas máquinas. Existen actualmente en operación 3000 unidades de 8000 pozos.

1.7.- PRECIO DE LISTA EN ALMACEN DE PETROPERU DE LOS EQUIPOS LUFKIN :

40 D - \$ 13,000.00
16 D - \$ 6,230.00
80 D - \$ 16,000.00
160 D - \$ 30,000.00

INFORME METALURGICO:

- EQUIPO MAG - UP - 40 D

- EQUIPO MAG - UP - 16 D.

1.8.- EL INFORME METALURGICO :

La finalidad del presente informe es dar a conocer los resultados de los diversos trabajos realizados para identificar a los materiales que conforman la unidad de bombeo recibidas como prototipos.

MAGENSA se caracteriza por presentar maquinaria idónea y de alta calidad al mercado, es por eso que sus equipos técnicos de ingeniería y producción determinó la necesidad de analizar detenidamente las diversas partes y piezas que conforman la unidad de bombeo.

Para obtener resultados exactos, fue necesario realizar ciertos tipos de análisis y ensayos, que en definitiva nos establecieron las características y composiciones buscadas de cada una de las partes y piezas del equipo en estudio.

En los estudios preliminares, se determinó que estos ensayos deberían ser:

- EL ENSAYO MECANICO :

Porque nos determina la capacidad de los materiales a deformarse bajo la acción de fuerzas externas.

EL ENSAYO METALOGRAFICO :

Porque nos determina las características estructurales o de constitución del metal o aleación, para relacionar a este con las propiedades físicas y mecánicas, propiedades que son parámetros en la industria metal-mecánica.

- EL ANALISIS QUIMICO :

Porque nos determina en forma cualitativa y cuantitativa a los elementos presentes en un material o aleación.

A continuación se dan y describen las evaluaciones de los análisis y ensayos realizados.

II.- EL ENSAYO MECANICO :

2.1.-CONCEPTO :

Las propiedades mecánicas caracterizan la capacidad de los materiales de reaccionar a la deformación o destrucción bajo la acción de fuerzas externas. Estas propiedades depende de la clase de material, su tratamiento, su estructura interna, forma de la pieza y otros factores.

Las características de las propiedades mecánicas se determinan en aparatos especiales ,llamados generalmente durometros, - ensayando probetas preparadas de antemano.

2.2.-CLASES DE ENSAYOS MECANICOS :

Existen los siguientes tipos de ensayos mecánicos.

1.- Con carga estática .-

Cuando la carga que se aplica va aumentando lenta y gradualmente, como es el caso de los ensayos de tracción, el ensayo de dureza.

2.- Con carga dinámica .-

Cuando la fuerza externa actúa con gran velocidad (choque), como es el ensayo de impacto de Charpy.

3.- Con carga periodica variable :

Cuando en el curso del ensayo se va variando la magnitud y dirección de la carga, como es el caso del ensayo a la fatiga.

Para determinar las propiedades mecánicas del equipo en estudio, se realizó el ensayo de Dureza, que es de caracter estático.

3.3- EL ENSAYO MECANICO DE DUREZA :

Se denomina dureza a la capacidad de los metales de resistir a la penetración de una sustancia o material más duro. Son de caracter estáticos, facil de efectuar y se realizan con rapidez, pueden o no deteriorar las piezas que se ensayan, dependiendo del tipo de durómetro que se utilice.

EL PORQUE DEL ENSAYO DE DUREZA :

El ensayo de dureza desempeña un papel importante en la determinación de las características de un metal o aleación, y es frecuente que los resultados de tales ensayos, se proyecten para dar otros valores de ensayos no realizados; este ensa-

yo es tomado como base para la aceptación o rechazo de una pieza terminada o semi-acabada.

Estas razones justifican la importancia de la clara comprensión de los fundamentos de los diferentes ensayos de dureza, empleados como rutina en talleres o laboratorios de investigación, o como instrumento de investigación a fin de que sea correctamente bien interpretados los datos correspondientes.

A continuación se describe el tipo de dureza empleado en el ensayo.

II.3.1.- EL METODO DE DUREZA ROCWELL :

Basado en la resistencia que oponen los materiales a ser penetrados, midiendo diferencias de profundidad en la penetración. En el proceso de su operación, primero se le acciona una carga preliminar de 10 Kg. luego sin quitarlo, se le aplica la carga fundamental de 60 y 100 Kg. con bolita, y 150 con cono de diamante.

A continuación, se brindan algunas referencias del ensayo Rocwell.

ESCALA DESIGNACION	TAMAÑO DEL PENETRADOR	CARGAS EN KG		APLICACIONES
		MENOR	MAYOR	
B	Bola 1/16"	10	100	Aceros al carbono recocidos de bajo carbono. Fundiciones.
C	Cono de diamante	10	150	Aceros duros
F	Bola 1/16"	10	60	Bronces

II.3.2.- PREPARACION DE PROBETAS :

Las probetas a ensayar deben ser de caras paralelas, es decir la superficie que va a recibir al indentador y la que ha de servir de base quedan completamente planas y horizontales entre si. Se tubo cuidado que la superficie a ensayar quedara exenta de posibles defectos superficiales; para ésto, las superficies para realizar el ensayo fuerón esmerilados y lijados para evitar irregularidades superficiales de cualquier clase que ofrecieran apoyos irregulares al penetrador y con ello evitar obtener errores en la cifra de dureza.

II.3.3.- CONVERSION A ESCALA BRINELL :

A la dureza Rocwell hay que indicar la escala en la cual se ha realizado el ensayo, para esto se propone una letra a la cifra de dureza Rocwell y jamás se puede cambiar esta letra.

Esta designación de cifras de dureza con letras de escalas pueden traer confusiones si no se tienen en cuenta las características de cada escala (letras), por lo que ha convenido expresar las cifras de dureza Rocwell en terminos de dureza Brinell, para lo cual se hace uso de tablas especiales o nonogramas, en donde el material más blando tiene una cifra menor y el material más duro tiene una cifra mayor.

II.3.4.- RELACION ENTRE LA DUREZA Y OTRAS PROPIEDADES MECANICAS.

- RELACION DE LA DUREZA BRINELL Y LA RESISTENCIA A LA TRACCION :

Se han determinado ventajas que tienen las cifras de dureza Brinell

nell, que nos determina a partir de las cifras que proporciona, - la resistencia a la tracción de los metales, lo cual es una ventaja cuando no se puede realizar el ensayo destructivo correspondiente (preparación adecuada de las probetas en forma estandard con una longitud de 2"n y un diámetro de 5 mm, y con cierta diferencia de sección en los extremos, además de la adecuada máquina de tracción.

Es necesario recalcar que tal deducción sólo sirve para obtener valores aproximados.

Entre la dureza Brinell de un metal y su resistencia a la tracción existe una relación estrecha. La relación es una proporcionalidad directa, pero el coeficiente adecuado no es el mismo para metales o aleaciones diferentes y además depende de la estructura y estado del metal.

a) La relación entre la dureza Brinell y la resistencia a la tracción de los materiales es :

Para los aceros ordinarios al [→]carbo-
no, productos de laminación o reco-
cidos ,las constantes tienen los -
siguientes valores:

Cifra de Dureza Brinell	Constante	Dirección de la superficie ensayada
Menor de 175	0.362	Transversal a la dirección de laminación.
	0.354	Paralela a la dirección de laminación.
Mayor de 175	0.344	Transversal a la dirección de laminación.
	0.324	Paralela a la dirección de laminación.

b) Para algunos aceros aleados, tratados térmicamente en forma adecuada, para que presenten sus mejores propiedades físicas, son válidas las siguientes - relaciones :

- Para los aceros a. Níquel con dis-
tinto contenido de carbono :

$$R = 0.499B - 22.5$$

donde :

R : Resistencia a la tracción en
Kilogramos por milímetros cu
adrados.

B : Dureza Brinell.

- Para los aceros con 3.5% aproximado
de Níquel y 1% de cromo y dife
rente contenido de carbono :

$$R = 0.499B - 23.2$$

- Cuando el contenido de Níquel es
1.5% y el cromo 0.5%, la formula
es:

$$R = 0.478B - 15.5$$

- Para los aceros al cromo-vanadio
con distinto contenido de carbo-
no:

$$R = 0.499B - 17.7$$

Para las fundiciones grises, la re
lación entre la dureza Brinell y
la resistencia a la tracción es :

$$R = 0.1B$$

III.- EL ENSAYO METALOGRAFICO :

III.1 CONCEPTO :

Las técnicas metalográficas se han desarrollado para identificar las fases presentes en los metales y sus aleaciones, y para explicar el mecanismo de sus formación. Estas fases que constituyen el agregado metálico, son generalmente de tamaños microscópicos, por lo que para su observación y estudio es preciso preparar debidamente las probetas y hacer uso del microscopio metalográfico.

Las superficies metálicas, en las que se realizó las observaciones microscópicas fueron preparadas dandoles planitud y pulimento.

Plana porque la pequeña profundidad de foco de los sistemas ópticos de observación a grandes aumentos no permitiría enfocar la imagen simultaneamente a planos ubicados a diferentes niveles.

Pulido debidamente, porque para que sólo pueda aparecer de ella detalles de su estructura y no circunstancias ajenas que puedan desfigurarla.

III.2 OPERACIONES DEL ENSAYO METALOGRAFICO

Podemos dividirla en dos partes :

- Preparación.
- Observación.

III.2.1.-PREPARACION DE LAS PROBETAS :

Para realizar esta operación se realizó el siguiente procedimiento :

a) Toma de Muestra :

Esta es una operación de gran importancia ya que se trata de obtener una probeta representativa del material a examinarse.

Para el caso de las fundiciones que son la mayoría de las piezas, se tomaron muestras en sección perpendicular al flujo de colada, para las planchas de acero se tomó y se prepararon secciones normales y paralelas a la dirección de laminación.

El corte de las probetas para las piezas de fierro fundido y planchas se hizo con sierra manual y para los aceros de ejes con sierra eléctrica.

Las probetas fueron tomadas por lo general en dimensiones de 20 a 25 mm de ancho por 25 a 30 mm de largo, y unos 20 mm de alto.

b) Desbaste grocero :

Operación por la cual se obtuvo una superficie rigurosamente plana en las caras a

observarse, utilizándose la piedra de esmeril. Esta operación se realizó tratando de evitar alterar la estructura de la probeta, para lo cual se tomaron las siguientes precauciones:

- Se trató de no presionar en forma excesiva al medio abrasivo y se evitó también que se calentará ya que esto podría formar rayas excesivas y/o distorsiones intensas en el metal de la superficie de la probetas.

Se biceló o chaflanó los bordes de las probetas con el esmeril, evitandose así desgarró y roturas de las probetas lijas y paños en las operaciones posteriores.

El desbaste grocero se dió por acabado cuando la superficie de la probeta estuvo completamente plana. Luego se lavó la probeta con detergente y agua , para evitar el transporte de las partículas del abrasivo.

c) Desbaste Fino :

Operación en la cual las probetas fuerón tratadas con papeles de esmeril de alta calidad, en particular en lo que respeta

a la uniformidad en el tamaño de sus partículas. Estos papeles abrasivos son de diferentes tamaños, siendo los empleados los papeles abrasivos Numeros 220, 320 400 y 600. Estos se fijaron en una placa soporte de continua lubricación con corriente de agua y las probetas en forma manual fueron deslizándose en plano longitudinal en movimiento de vaiven constante.

El final de esta operación se determinó por la desaparición de las rayas producidas por el desbaste grocero o papel abrasivo anterior.

d) El pulido Metalográfico :

Operación que se realizó con el objeto de eliminar el desbaste producido por el último abrasivo y poder así conseguir una superficie sin rayas y con alto pulimento.

Esta operación se realizó con pulidoras de disco de 25 cm. de diametro, el cual está cubierto con un paño de calidad apropiada (como la lona del tipo de mesa de billar). Estos discos giran a una

cantidad graduable de revoluciones, de acuerdo al material a analizar. El paño es previamente mojado y sobre el cual se vierte el abrasivo que ha sido previamente preparado y diluido convenientemente.

Una vez pulida la probetas, se tomarón las siguientes precauciones :

- Se evitó tocar la cara pulida de la probeta con objetos extraños que pudiesen rayarlo .

Se evito tocat la cara pulimentada - con los dedos, ya que estos podrian mancharla o ser causa de que el ataque posterior sea desigual.

e) Los Abrasivos :

Son sustancias que físicamente, en forma ideal deben poseer una dureza relativamente alta, la forma externa de sus partículas deben ser tal que presenten numerosos y ~~agudas~~ ~~aristas~~ y ~~vertices~~ cortantes. Los principales abrasivos son : polvo de diamante, alindun, alúmina, magnesia, óxido de cromo, oxido de fierro, etc.

f) El ataque micrográfico :

Operación que tiene por objeto someter a la probeta a acción química de un reactivo apropiado en condiciones cuidadosamente controladas, para determinar las características estructurales verdaderas de la probeta, para lo cual es necesario que los diferentes constituyentes estructurales que den delineados con precisión y claridad; disolución que se produce por la disolución de puntos de diferentes contenidos energéticos al resto del metal.

Estas particularidades de los detalles estructurales se deben a las diferentes fases de una aleación polifásica o los planos distintamente orientados de cada grano de un metal puro que forma la superficie de la probeta tienen diferentes velocidades de disolución debido a la diferencia de actividades.

Algunos reactivos tienen a particularidad de manchar o colorear en forma distinta a los granos de las diversas fases.

g) Reactivos de ataque :

Sustancias acidas orgánicas o inorgánicas alcális: y otras sustancias más complejas disueltas en algún disolvente, - tales como agua, alcohol, glicerina o mezcla de estos u otros.

El comportamiento de un reactivo está - ligado a características tales como con centración ácida o básica, capacidad pa ra manchar preferentemente a una u otra fase, etc.

III.2.2. OBSERVACION DE LAS PROBETAS :

Teniendo ya preparada y atacadas convenientemente las probetas, se procedio luego a su observación por medio del microscopio - metalúrgico.

Los microscopios ópticos metalúrgicos ilu minan las probetas por reflexión a diferencia de los de medicina que lo hacen por - transparencia.

Los aumentos con que cuentan los micros - copios empleados fuerón de 60, 90, 100, 150, 400, 600, 1000, y 1500 aumentos.

Existen otros microscopios que dan mayores referencias sobre la estructura de un material, que son los microscopios electrónicos que dan hasta 30,000 aumentos.

3.2.2.1. COMPONENTES MAS IMPORTANTES EN
LOS ACEROS Y FUNDICIONES :

a) Ferrita.-

Considerado como hierro prácticamente puro. Es el más blando y dúctil constituyentes de los aceros. Cristaliza en la red cúbica centrada en el cuerpo.

Sus propiedades mecánicas son:

-Resistencia a la rotura de 28 Kg/mm². con un alargamiento de 35 a 40%.

-Dureza Brinell : 90

La ferrita en las fundiciones contienen en disolución cantidades muy importantes de silicio, que elevan su dureza y resistencias.

-Resistencia a la rotura de 45 Kg/mm².

-Dureza 100 - 140 Brinell.

b) Cementita :

Es un carbono de hierro Fe_3C - con 6.67 % de Carbono y 63.33 de hierro.

Es el constituyente más duro de los aceros, llega a una dureza de 700 Brinell.

Caracterisa a las fundiciones blancas por constituir su matriz.

c) Perlita :

Nombrada así por las iridaciones que adquieren al ser iluminada, parecida a las de las perlas.

-Constituyen compuestos por ferrita y cementita en forma alternada.

-Está compuesto de 86,5% de ferrita y 13.5% de cementita.

-Depende del carbono combinado.

-PROPIEDADES MECANICAS :

Resistencia a la rotura de 80 Kg/mm^2 , con un alargamiento del 1.5%.

Dureza entre 200 y 300 Brinell.

d) Martencita .-

Después de la martencita es el constituyente más duro de los aceros.

Es una solución sólida sobresaturada de carbono en hierro alfa.

Se obtiene por un enfriamiento - muy rápido de los aceros.

Se presentan en forma de agujas.

Cristaliza en la red tetragonal. |

Sus propiedades mecánicas, son:

-Resistencia a la rotura de 175 a 250 Kg/mm², y un alargamiento de 0.5 a 2.5 %.

-Dureza de 50 a 68 R.C.

e) Grafito .-

Es una forma elemental del carbono (los otros estados alotrópicos en que se encuentra el carbono libre en la naturaleza, son el diamante y el carbono amorfo).

Es blando, untuoso, de color gris-oscuro, peso específico: 2.25. Es este color el que se presentan en las fundiciones grises (de éste su nombre).

La forma de presentarse el grafito caracteriza a las fundiciones, - así:

El grafito se presenta en forma de láminas en las fundiciones grises.

Se presentan en forma de nódulos - en las fundiciones maleables.

En forma esferoidal, en algunas - fundiciones especiales.

El grafito reduce la dureza, resistencia mecánica, elasticidad, plasticidad de las fundiciones que las contienen. En cambio mejora la resistencia al desgaste y a la corrosión; disminuye el peligro por agrietamiento por roces de mecanismos en piezas de máquinas y motores aumenta la maquinabilidad y reduce la contracción durante la solidificación.

f) Esteadita .-

Es un fosforo de hierro, de naturaleza eutéctica que aparece en las fundiciones con más de 0.15% de - fósforo.

- Tiene un 10% de fósforo
Aparece en los bordes de grano.
- Es duro y le dá fluidez a la fundición.

En las fundiciones grises está compuesto de un eutectico celular binario de ferrita y fosfo de hierro.

En las fundiciones atruchadas y blancas está constituido por un eutéctico celular terciario de ferrita, fosforo de hierro y cementita.

El fosforo de hierro que forma parte de la esteadita tiene una dureza muy elevada de 600 a 700 Vickers y la esteadita suele tener de 300 a 350 Vickers.

III .2.2.2 FUNDICIONES :

Existen diversidades de clasificaciones de las fundiciones. A continuación se detalla la clasificación ordinaria :

a) Fundiciones Grises .-

Denominada así por el color que presenta las superficies de frac-

tura, debido a que la mayor parte del carbono que las constituyen - están en forma de grafito.

Son más tenaces, pero menos duras que las fundiciones blancas.

Tienen una contracción lineal del 1% y una contracción volumétrica del 2.1%.

Su resistencia a la tracción varía desde 12 Kg/mm² hasta 20 Kg/mm².

Las fundiciones grises en forma estructural, se determinan según:

1.-El tipo de grafito :

Formas de presentarse de las placas grafito, que se dividen en :

TIPO A :

Distribución uniforme con orientación radial, es el más corriente.

Es el que más conviene para la fabricación de piezas para máquinas.

Es el tipo de grafito que interesa obtener, porque con él suele conseguirse las mejores características mecánicas.

TIPO B :

El grafito se presenta en forma de roquetas. Suele presentarse - en piezas delgadas de unos 10 mm de espesor.

TIPO C :

El grafito se presenta en forma de placas superpuestas con orientación radial, denominada "Pata de gallo", se presentan en - piezas medianas y en las de gran tamaño.

TIPO D :

El grafito se presenta en forma - de segregación interdendrítica - con orientación radial.

TIPO E :

El grafito se presenta en forma de segregación interdendrítica con orientación preferencial.

Las estructuras D y E no convienen que aparezcan y suelen aparecer en fundiciones de bajo contenido de carbono y muy alta temperatura de colada como consecuencia del fenómeno del enfriamiento.

TAMAÑO DE LAS PLACAS DE GRAFITO :

Se clasifican en :

<u>TAMAÑO</u>	DIMENSIONES EN PULGADAS	
	<u>AUMENTOS</u>	<u>DIMENSIONES</u>
1	4" a 100 aumentos	0.04"
2	2" a 4" a 100 "	0.02" - 0.04"
3	1" a 2" a 100 "	0.01" - 0.02"
4	1/2" a 1" " "	0.005" - 0.01"
5	1/4" a 1/2" " "	0.0025" - 0.005"
6	1/8" a 1/4" " "	0.00125" - 0.0025"
7	1/16" a 1/8" " "	0.000625" - 0.00125"
8	1/16" a 100 "	0.000625"

b) Fundiciones Blancas :

Denominada así porque el color que presenta su superficie de fractura es de ese color predominantemente.

En estas fundiciones todo el carbón que contiene está combinado con el hierro formando la cementita. Son duros y frágiles.

c) Fundiciones Atruchadas :

Son intermedio entre las fundiciones blancas y las grises, en cuanto a sus propiedades mecánicas, sus secciones de fracturas son también blancas y grises.

d) Fundiciones especiales ;

entre otras tenemos :

- Fundición Maleable .-

Fundición blanca a la cual después de un tratamiento térmico de recocido se le maleabiliza, transformando su estructura y aumentando su tenacidad y resistencia a la tracción.

- Fundición de grafito esferoidal o Nodular :

Fundiciones especiales que se obtienen mediante adición de magnesio o de otro elemento, en el proceso de su elaboración, con lo que se consigue que el grafito de las fundiciones ordinarias que esta en forma de láminas, adquiera la forma esferoidal o nodular.

Obteniéndose en este cambio una resistencia a la tracción de hasta 90 Kg/mm² y un alargamiento de hasta 15%.

Los nodulos de grafito son aproximadamente de 0.05 mm.

III.2.2.3 BRONCES :

Son aleaciones binarias de cobre con todos los metales, excepto con el zinc, al que se le denominan latones.

Los bronce industriales contienen hasta un 20% de estaño. Su peso específico varía desde 7.2 a 8.9, según el porcentaje de estaño y varia desde el rojo pálido hasta el blanco.

Su conductividad eléctrica disminuye al aumentar la cantidad de cobre.

Su resistencia a la corrosión aumenta con el contenido de estaño. Resisten también a la acción del agua fría y vapor recalentado, los ácidos orgánicos no los atacan, ni tampoco los carburantes, por lo que se emplea en la industria del petróleo, con preferencia al cobre.

CLASES DE BRONCES :

1. Bronces ordinarios :

- Bronces.
- Bronces fosforosos.
- Bronces rojos.

2. Bronces especiales :

Según el elemento aleante que contengan. Al aluminio, al magnesio, al níquel, al plomo, al silicio, al berilio y bronce conductores.

III.2.3.- MICROFOTOGRAFIA :

Operación que consiste en la reproducción de la estructura de un metal que se está observando, mediante la fotografía, ya que estas estructuras son de tamaño microscópicas, se le denomina micro-fotografía o fotografía microscópicas.

Está destinada a la verificación de estructuras metalúrgicas como complemento en las funciones de control permanente.

Es también una herramienta muy valiosa en el desarrollo de nuevos metales, particularmente en los aceros aleados de compleja composición y estructura, así como también en ciertos tipos de fundiciones especiales, y en general cualquier tipo de aleación en estudio.

IV.- EL ANALISIS QUIMICO :

IV.- FINALIDAD :

El análisis químico se realizó para clasificar a los materiales o aleaciones a un rango más específico, es decir, particularizar a los tipos de acero, tipos de fundición y tipos de bronce, para lo cual se determino en forma cualitativa y cuantitativa a los elementos presentes.

IV.2 CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LOS ACEROS :

Son aleaciones de hierro y carbono, que son los más predominantes en los materiales estructurales de la industria Metal-Mecánica.

4.2.1. NOMENCLATURA DE LOS ACEROS :

Los aceros se nombran según normas técnicas internacionales, como, la Sociedad of Automotive Engineers (S.A.E.) o por el American Iron and Steels Institute (A.I.S.I.).

Esta nomenclatura esta en función del contenido de carbono, debido a la importancia que tiene en la obtención del acero y de la calidad y cantidad de elementos aleantes.

Para la denominación se usa un sistema de cuatro dígitos en el que los últimos dos indican el número de centésimos del contenido de carbono. Por ejemplo un acero 1040, tiene aproximadamente 0.4% de C. Los dos primeros dígitos indican el tipo de elemento aleante que se le a agrupado al hierro y al carbono. La clasificación 10XX, se reserva para los aceros casi puros, con solo un mínimo de elementos aleantes.

Esta designación ha sido aceptada como normas tanto por la S.A.E. como por la A.I.S.I.

Muchos aceros comerciales, con aplicaciones especiales no son considerados como productos ordinarios y no quedan dentro de esta clasificación porque contienen muchas adiciones o variaciones en el contenido de aleación.

IV.3.- CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LAS FUNDICIONES :

Son aleaciones de hierro, carbón y silicio, que generalmente contienen manganeso, azufre y fósforo, en las proporciones siguientes:

C	: 2.5 - 4.5%
Si	: 0.5 - 4.0%
Mn	: 0.3 - 2.0%
S	: 0.0 - 0.20%
P	: 0.0 - 1.5%

Hay también fundiciones que contienen hasta un 15% de silicio y elementos de aleación como el Ni, Cr, Mo, Cu, etc.

IV.3.1. COMPOSICION DE LAS PRINCIPALES FUNDICIONES :

CLASES DE FUNDICION	C	Si	Mn	P	S
Gris ordinaria	2.5 - 4.00	1.00-3.80	0.40-1.0	0.05-1.00	0.05-0.
Gris de alta resistencia	2.8 - 3.30	1.4 -2.00	0.50-0.8	0.05-0.15	0.05-0.1
Blanca	1.8 - 3.20	0.5 -1.90	0.25-0.8	0.05-0.20	0.06-18

De grafito esferoidal (nodular) Son fundiciones grises ordinarias, a las que en su proceso de obtención se les inocula magnesio u otro elemento.

IV.4.- TABLAS DE COMPOSICION QUIMICA DE LOS ACEROS :

Las tablas que a continuación mostramos, nos determinan los SAE correspondientes, según la composición química de cada acero.

COMPOSICION QUIMICA

ACEROS AL CARBONO

S. A. E. N°	Porcentaje Carbón	Porcentaje Manganeso	P. Max.	Sulfuro Max.
1010	0.05-0.15	0.30-0.60	0.045	0.055
1015	0.10-0.20	0.30-0.60	0.045	0.055
1015x	0.10-0.20	0.70-1.00	0.045	0.055
1020	0.15-0.25	0.30-0.60	0.045	0.055
1020x	0.15-0.25	0.70-1.00	0.045	0.055
1025	0.20-0.30	0.30-0.60	0.045	0.055
1025x	0.20-0.30	0.70-1.00	0.045	0.055
1030	0.25-0.35	0.60-0.90	0.045	0.055
1035	0.30-0.40	0.60-0.90	0.045	0.055
1040	0.35-0.45	0.60-0.90	0.045	0.055
1044x	0.35-0.45	0.40-0.70	0.045	0.055
1045	0.40-0.50	0.60-0.90	0.045	0.055
1045x	0.40-0.50	0.40-0.70	0.045	0.055
1050	0.45-0.55	0.60-0.90	0.045	0.055
1050	0.45-0.55	0.40-0.70	0.045	0.055
1055	0.50-0.60	0.60-0.90	0.040	0.055
1055x	0.50-0.60	0.90-1.20	0.040	0.055
1060	0.55-0.70	0.60-0.90	0.040	0.055
1065	0.60-0.75	0.60-0.90	0.040	0.055
1065x	0.60-0.75	0.60-0.90	0.040	0.055
1070	0.65-0.80		0.040	0.055
1075	0.70-0.85	0.60-0.90	0.040	0.055
1080	0.75-0.90	0.60-0.90	0.040	0.055
	0.80-0.95	0.60-0.90	0.040	0.055
1090	0.85-1.00	0.60-0.90	0.040	0.055
1095	0.90-1.05	0.25-0.50	0.040	0.055

ACEROS CORTE LIBRE

			Range	Range
1112	0.08-0.16	0.60-0.90	0.09-0.13	0.10-0.20
1112x	0.08-0.16	0.60-0.90	0.09-0.13	0.10-0.20
1115	0.10-0.20		0.045max	0.075-0.15
1120	0.15-0.25	0.60-0.90	0.045max	0.075-0.15
1314x	0.10-0.20	1.00-1.30	0.045max	0.075-0.15
1315x	0.10-0.20	1.30-1.60	0.045max	0.075-0.15
1330x	0.25-0.35	1.35-1.65	0.045max	0.075-0.15
1335x	0.30-0.40	1.35-1.65	0.045max	0.075-0.15
1340x		1.35-1.65	0.045max	0.075-0.15

ACEROS AL MANGANESO

S. A. E. N°	Porcentaje Carbón	Manganeso Porcentaje	P.	Sulfuro
T1330	0.25-0.35	1.60-1.90	0.040	0.050
T1335	0.30-0.40	1.60-1.90	0.040	0.050
T1340	0.35-0.45	1.60-1.90	0.040	0.050
T1345	0.40-0.50	1.60-1.90	0.040	0.050
T1350	0.45-0.55	1.60-1.90	0.040	0.050

El alcance del silicio en todos los aceros básicos aleados de hornos abiertos S. A. E. debe ser de 0.15 a 0.30 %. Para aceros aleados eléctricos o ácidos de horno abierto el contenido de silicio será de 0.15 % como mínimo.

ACEROS AL NIQUEL

S. A. E. N°	Carbón Range	Manganeso Range	P. Max.	Sulfuro Max.	Níquel Range
2015	0.10-0.20	0.30-0.60	0.040	0.050	0.40-0.60
2115	0.10-0.20	0.30-0.60	0.040	0.050	1.25-1.75
2315	0.10-0.20	0.30-0.60	0.040	0.050	3.25-3.75
2320	0.15-0.25	0.30-0.60	0.040	0.050	3.25-3.75
2330	0.25-0.35	0.50-0.80	0.040	0.050	3.25-3.75
2335	0.30-0.40	0.50-0.80	0.040	0.050	3.25-3.75
2340	0.35-0.45	0.60-0.90	0.040	0.050	3.25-3.75
2345	0.40-0.50	0.60-0.90	0.040	0.050	3.25-3.75
2350	0.45-0.55	0.60-0.90	0.040	0.050	3.25-3.75
2515	0.10-0.20	0.30-0.60	0.040	0.050	4.75-5.25

ACEROS AL CROMO-NIQUEL

S. A. E. N°	Carbón Range	Manganeso Range	P. Max.	Max. Sulf.	Níquel Max.	Cromo Max.
3115	0.10-0.20	0.30-0.60	0.040	0.050	1.00-1.50	0.45-0.75
3120	0.15-0.25	0.30-0.60	0.040	0.050	1.00-1.50	0.45-0.75
3125	0.20-0.30	0.50-0.80	0.040	0.050	1.00-1.50	0.45-0.75
3130	0.25-0.35	0.50-0.80	0.040	0.050	1.00-1.50	0.45-0.75
3135	0.30-0.40	0.60-0.90	0.040	0.050	1.00-1.50	0.45-0.75
3140	0.35-0.45	0.60-0.90	0.040	0.050	1.00-1.50	0.45-0.75
3140x	0.35-0.45	0.60-0.90	0.040	0.050	1.00-1.50	0.60-0.90
3145	0.40-0.50	0.60-0.90	0.040	0.050	1.00-1.50	0.45-0.75
3150	0.45-0.55	0.60-0.90	0.040	0.050	1.00-1.50	0.45-0.75
3215	0.15-0.25	0.30-0.60	0.040	0.050	1.50-2.00	0.90-1.25
3220	0.10-0.20	0.30-0.60	0.040	0.050	1.50-2.00	0.90-1.25
3230	0.25-0.35	0.30-0.60	0.040	0.050	1.50-2.00	0.90-1.25
3240	0.35-0.45	0.30-0.60	0.040	0.050	1.50-2.00	0.90-1.25
3245	0.40-0.50	0.30-0.60	0.040	0.050	1.50-2.00	0.90-1.25
3250	0.45-0.55	0.30-0.60	0.040	0.050	1.50-2.00	0.90-1.25
3312	0.17-max.	0.30-0.60	0.040	0.050	3.25-3.75	1.25-1.75
3325	0.20-0.30	0.30-0.60	0.040	0.050	3.25-3.75	1.25-1.75
3335	0.30-0.40	0.30-0.60	0.040	0.050	3.25-3.75	1.25-1.75
3340	0.35-0.45	0.30-0.60	0.040	0.050	3.25-3.75	1.25-1.75
3415	0.10-0.20	0.30-0.60	0.040	0.050	2.75-3.25	0.60-0.95
3435	0.30-0.40	0.30-0.60	0.040	0.050	2.75-3.25	0.60-0.95
3450	0.45-0.55	0.30-0.60	0.040	0.050	2.75-3.25	0.60-0.95

El alcance del silicio de todos los aceros básicos aleados de hornos abiertos eléctricos o ácidos de horno abierto el contenido de silicio será de 0.15 % como mínimo.

ACEROS AL MOLIBDENO

S. A. E. N°	Carbón Range	Manganeso Range	P. Max.	Sulf. Max.	Cromo Range	Niquel Range	Range
4130	0.25-0.35	0.50-0.80	0.040	0.050	0.50-0.80	— —	0.15-0.25
4130x	0.25-0.35	0.40-0.60	0.040	0.050	0.80-1.10	— —	0.15-0.25
4135	0.30-0.40	0.60-0.90	0.040	0.050	0.80-1.10	— —	0.15-0.25
4140	0.35-0.45	0.60-0.90	0.040	0.050	0.80-1.10	— —	0.15-0.25
4150	0.45-0.55	0.60-0.90	0.040	0.050	0.80-1.10	— —	0.15-0.25
4320	0.15-0.25	0.40-0.70	0.040	0.050	0.30-0.60	1.65-2.00	0.20-0.30
4340	0.35-0.45	0.50-0.80	0.040	0.050	0.50-0.80	1.65-2.00	0.30-0.40
4340x	0.35-0.45	0.50-0.80	0.040	0.050	0.60-0.90	1.65-2.00	0.20-0.30
4615	0.10-0.20	0.40-0.20	0.040	0.050	— —	1.65-2.00	0.20-0.30
4620	0.15-0.25	0.40-0.70	0.040	0.050	— —	1.50-2.00	0.20-0.30
4640	0.35-0.45	0.50-0.80	0.040	0.050	— —	1.50-2.00	0.20-0.30
4815	0.10-0.20	0.40-0.60	0.040	0.050	— —	3.25-3.75	0.20-0.30
4820	0.15-0.25	0.40-0.60	0.040	0.050	— —	3.25-3.75	0.20-0.30

ACEROS AL CROMO

S. A. E. N°	Carbón Range	Manganeso Range	P. Max.	Sulf. Max.	Cromo Range
5120	0.15-0.25	0.30-0.60	0.040	0.050	0.60-0.90
5140	0.35-0.45	0.60-0.90	0.040	0.050	0.80-1.10
5150	0.45-0.55	0.60-0.90	0.040	0.050	0.80-1.10
52100	0.95-1.10	0.20-0.50	0.040	0.050	1.20-1.50

ACEROS AL CROMO-VANADIO

S. A. E. N°	Carbón Range	Manganeso Range	P. Max.	Cromo Range	Vanadio Min-Desired	Sulf. Max.
6115	0.10-0.20	0.30-0.60	0.040	0.80-1.10	0.15-0.18	0.050
6120	0.15-0.25	0.30-0.60	0.040	0.80-1.10	0.15-0.18	0.050
6125	0.20-0.30	0.60-0.90	0.040	0.80-1.10	0.15-0.18	0.050
6130	0.25-0.35	0.60-0.90	0.040	0.80-1.10	0.15-0.18	0.050
6135	0.30-0.40	0.60-0.90	0.040	0.80-1.10	0.15-0.18	0.050
6140	0.35-0.45	0.60-0.90	0.040	0.80-1.10	0.15-0.18	0.050
6145	0.40-0.50	0.60-0.90	0.040	0.80-1.10	0.15-0.18	0.050
6160	0.45-0.55	0.60-0.90	0.040	0.80-1.10	0.15-0.18	0.050
6196	0.90-1.06	0.20-0.45	0.030	0.80-1.10	0.15-0.18	0.035

ACEROS AL TUNGSTENO

S. A. E. N°	Carbón Range	Manganeso Range	P. Max.	Sulf. Max.	Cromo Range	Tungsteno Range
0.50-0.70	71360	0.30	0.035	0.040	3.00-4.00	12.00-15.00
0.50-0.70	71660	0.30	0.035	0.040	3.00-4.00	15.00-18.00
0.50-0.70	7260	0.30	0.035	0.040	0.50-1.00	1.50- 2.00

El alcance de silicio en los aceros básicos aleados de horno abierto S. A. E. debe ser de 0.15 a 0.30 %. Para aceros aleados eléctricos o ácidos de horno abierto el contenido de silicio será de 0.15 % como mínimo.

ACEROS AL SILICIO-MAGNESIO

S. A. E. N°	Carbón Range	Manganeso Range	P. Max.	Sulf. Max.	Silicio Range
9255	0.50-0.55	0.60-0.90	0.040	0.050	1.80-2.20
9260	0.55-0.65	0.60-0.90	0.040	0.040	1.90-2.20

ALEACIONES QUE RESISTEN LA CORROSION Y EL CALOR

S. A. E. N°	0.08	0.20	0.75	0.030	0.030	13.00	17.00	8.00
30905	0.08	0.20	0.75	0.030	0.030	13.00	17.00	8.00
30915	0.09	0.70	0.75	0.030	0.030	15.00	17.00	10.00
	0.20	0.20	0.50	0.030	0.030	12.00	20.00	8.00
51210	0.12	0.70	0.50	0.030	0.15	14.00	20.00	10.00
51410	0.12	0.60			0.50	14.00	11.00	—
51235	0.25	0.60	0.50	0.030	0.030	16.00	13.00	—
	0.40	0.60	0.50	0.030	0.030	16.00		—
51510	0.12	0.60	0.50	0.030	0.030	18.00		—
51710	0.12	0.60						—

COMPOSICION ANALISIS: Los análisis de las cucharas conteniendo acero S. A. E. no son de utilidad para el usuario con el objeto de satisfacer definidas propiedades físicas o requerimiento de dureza, luego de la aplicación del tratamiento térmico standarizado según clasificación de composiciones. De acuerdo con esto, los límites de las composiciones de los aceros S. A. E. son aplicables para dicho tratamiento según se los entrega al comprador.

IV.5.- MÉTODOS EMPLEADOS PARA LOS ENSAYOS QUÍMICOS :

IV.5.1.-Métodos Húmedos :

Este método consiste en determinar a los elementos en forma cuantitativa o cualitativa, usando determinado tipos de reactivos.

EQUIPO UTILIZADO :

Se emplea los siguientes equipos:

- 1.-Balanza de precisión.
- 2.-Generador de calor -cocina eléctrica.
- 3.-Reactivos de ataque.
 - Acido nítrico.
 - Acido sulfurico.
 - Acido clorhídrico, etc.
- 4.-Indicadores :
 - Persulfato de amonio.
 - Hidroxido de sodio.
 - Nitrato de plata.
- 5.-Soluciones titulantes :
 - Arsenito de sodio.
 - Permanganato de potasio.
- 6.-Accesorios :
 - Tubos de ensayos.
 - Erlemeyer.
 - Bureta.
 - Pipetas.
 - Filtros, etc.

IV.5.2.-METODO DE ANALISIS ESPECTOGRAFICO :

Ya que los ensayos químicos son lentos y requieren de personal especializado, se emplea ensayos adaptados - especialmente a la industria metalúrgica, de fácil aplicación e interpretación de sus resultados, como son : el análisis fotocolorímetro, el análisis espectográfico y los ensayos a la chispa.

El análisis espectográficos .- Es un análisis cualitativo y cuantitativo, que nos permite asegurar un control muy ajustado a la composición química de los metales, de acuerdo a ciertas especificaciones.

El espectógrafo se opera poniendo en incandescencia el material a ensayar, por medio de una fuerte fuente de calor, como por ejemplo un arco voltaico. La luz emitida por el material incandescente se descompone por medio de un prisma y el espectro obtenido queda registrado en una placa fotográfica.

Cada línea del espectro corresponde a un elemento químico determinado, que se identifica superponiendo la placa a un espectograma transparente, en la que están registradas las líneas correspondientes a los diferentes elementos químicos y su correspondiente cantidad, o mediante los actuales lectores digitales.

El espectógrafo utilizado en MEPSA, es al vacío, de lectura rápida y directa que efectúa el análisis simultáneos de hasta 10 elementos, por muestra, reduciendo al mínimo el tiempo requerido y los márgenes de desviación permisible.

V.- RESULTADOS :

V.1.- RESULTADOS DEL ENSAYO MECANICO DE DUREZA :

Se realizó los ensayos de dureza en la máquina Rockwell, y según las formulas dadas anteriormente se relacionó la dureza con la resistencia a la tracción.

El laboratorio empleado, fué él de ensayos físicos químicos de Maestranza Generales S.A. (MAGENSA). Los resultados de dureza que damos a continuación son el promedio de varias tomas de dureza obtenidas en la metodología indicada anteriormente y en probetas que en su mayoría fuerón del 40-D, según se muestra a continuación.

7.1.1 EJES DE ACERO :

N° de Orden	Probeta N°	N° Ref.	Nombre	Tipo de Material O S A S	Dureza	Resistencia a Brinell la Rotura (Kg,
1	1	35	Eje - piñón de ataque.	4140	309	110.34
2	2	37-3	Eje - piñón intermedio.	4145	351	126.36
3	3	85	Eje del Brazo de salida.	4140	2256	81.72
4	4	150	Eje del balancín.	4145	229	32.44
5						

7.1.2 PLANCHAS DE ACERO :

6	1	157	Barra fija del brazo Pittman.	1022	125	44.75
7	2	177	Viga brazo.	1022	123	44.04
8	3	132	Poste Sansón.	1022	122	43.68
9	4	2 4 3	Base del motor.	1022	122	43.68
10	5	177-16-D	Viga brazo 16D.	1022	121	43.68
11						

7.1.3 FUNDICIONES :

11	1	1-A	Carcasa del reductor.	F. Gris	193	19.3Kg/cm ² .
12	2	31	Chumacera del eje de ataque	F. Gris	127	12.7
13	3	37 A	Engranaje de ataque.	F. Nodular	282	34.6

14	4	42	Engranaje de salida.	F. Modulán	274	82.2
15	5	45	Bocina de eje de ataque.	F. Gris	120	12.0
16	6	62	Brazo de salida.	F. Gris	204	20.4
17	7	109	Tambor del freno.	F. Gris	197	19.7
18	8	127	Riel de la base del motor.	F. Gris	185	18.5
19	9	141	Cremallera del freno.	F. Modulán	242	72.6
20	10	145	Palanca del freno.	F. Modulán	243	72.8
21	11	199	Base del eje central.	F. Gris	190	19.0
22	12	200	Chumacera del eje central.	F. Gris	126	12.6
23	13	373	Folea.	F. Gris	173	17.3
24	14	374A	Contrapeso principal.	F. Gris	165	16.5
25	15	374B	Contrapeso auxiliar.	F. Gris	186	18.6
26	16	52-16D	Brazo de salida 16-D.	F. Gris	200	20.0
27	17	55D	Contrapeso 16-D.	F. Gris	175	17.5

V.2 RESULTADO METALOGRAFICO:

V.2.1 EJES DE ACERO:

N° de Orden	Probeta N°	N° Ref.	Nombre	S.A.S.	Matriz	Tratamiento Térmico
1	1	35	Eje-piñón de ataque.	4137.	Martencita reveni da.	Temple y reveni do.

2	2	37-B	Eje-piñón intermedio	4145	Martencita reve <u>n</u> ida	Temple y revenido
3	3	85	Eje del brazo de salida	4140	Martencita reve <u>n</u> ida	Temple y revenido
4	4	150	Eje del balancin	4145	Martencita reve <u>n</u> ida	Temple y revenido

V.2.2. - PLANCHAS DE ACERO :

Nº	Probeta Nº	Nº Ref.	NOMBRE	SAE	FASES	MATRIZ
5	1	157	Barra fija del Brazo pittman	1022	Ferrita y perlí <u>t</u> a	Ferrítica
6	2	177	Viga brazo	1022	Ferrita y perlita	Ferrítica
7	3	238	Poste sansón	1022	Ferrita y perlita	Ferrítica
8	4	254B	Base del motor	1022	Ferrita y perlita	Ferrítica

V.2.3. - FUNDICIONES :

Nº	PROBETA Nº	Nº REF.	NOMBRE	FASES PRE-DOMINANTES	TAMAÑO DE GRAFITO	TIPO DE GRAFITO	TIPO DE FUNDICION
9	1	1-A	Carcaza del reductor	Ferrita y perlita	5	A	F. Gris

10	2	31	Chumacera del eje de ataque.	Ferrita = 40% Perlita = 60%	6	A	P. Gris
11	3	37-A	Engranaje de ataque.	Perlita = 90% Cementita=10%		Esferoi dal.	P. Nodular
12	4	42	Engranaje de salida.	Perlita = 90% Cementita=10%		Esferoi dal.	P. Nodular
13	5	45	Socina del eje de salida.	Ferrita = 45% Steadita= 5% Perlita = 50%	3	D-B	P. Gris
14	5	62	Brazo de salida.	Ferrita y Per- lita.	5-6	A-B	P. Gris
15	7	109	Tambor del freno.	Ferrita y per- lita.	4-5	A-B	P. Gris
16	8	127	Riel de la base del motor.	Ferrita y per- lita.	4-5	A-C	P. Gris
17	9	141	Cremallera del freno.	Perlita = 95- 98% Cementita= 2 = 5%		Esferoi dal.	P. Nodular
18	10	145	Palanca del freno.	Perlita = 95% Cementita= 5%		Esferoi dal	P. Nodular
19	11	199	Base del eje central.	Ferrita y Perlita. Steadita= 5%	4-5	A	P. Gris
20	12	200	Chumacera del eje central.	Ferrita y Perlita.	4-5	C	P. Gris
21	13	373	Polea	Ferrita y perli ta.	4-5	A-C	P. Gris

22	14	374-A	Contrapeso principal.	1 Ferrita y Per lita.	4-5	A	F. Gris
23	15	374-B	Contrapeso Auxiliar.	Ferrita y Per lita.	4-5	A	F. Gris

V.2.4. FOTOMICROGRAFIAS :

A continuación describimos las características de las piezas a las que se les ha tomado micrografías:

MICROGRAFIA 1 : 650 X

Nº Referencia : 1-A - 40 D
Nombre de la pieza : Carcaza del reductor.
Peso : 264 Kg.
Tipo de material : Fundición gris

CARACTERISTICAS MECANICAS :

Dureza : 193 Brinell.
Resistencia a la rotura 19.3 Kg/mm²

CARACTERISTICAS METALOGRAFICAS :

Fases predominantes : Ferrita y perlita.
Tamaño de grafito : 5 - 6
Tipo de grafito : A

CARACTERISTICAS QUIMICAS :

%C: 3.20 ; %Si: 2.53 ; %Mn; 0.74



MICROGRAFIA N^o 2 : 200 X

N^o de referencia : 31 - 40 D
Nombre de la pieza : Chumacera d l eje de ataque.
Tipo de material : Fundición gris.

CARACTERISTICAS MECANICAS :

Dureza : 127 Brinell.
Resistencia a la rotura : 12.7. Kg/mm².

CARACTERISTICAS METALOGRAFICAS :

Fases predominantes : Ferrita y perlita.
Tamaño de grafito : 6
Tipo de grafito : A

CARACTERISTICAS QUIMICAS :

% C: 3.10 ; % Si: 2.15 ; % Mn: 0.80



MICROFOTOGRAFIA N^o 3 : 100 X

N^o de referencia : 35 - 40 D
Nombre de la pieza : Eje piñón de ataque.
Tipo de material : Acero SAE 4140

CARACTERISTICAS MECANICAS :

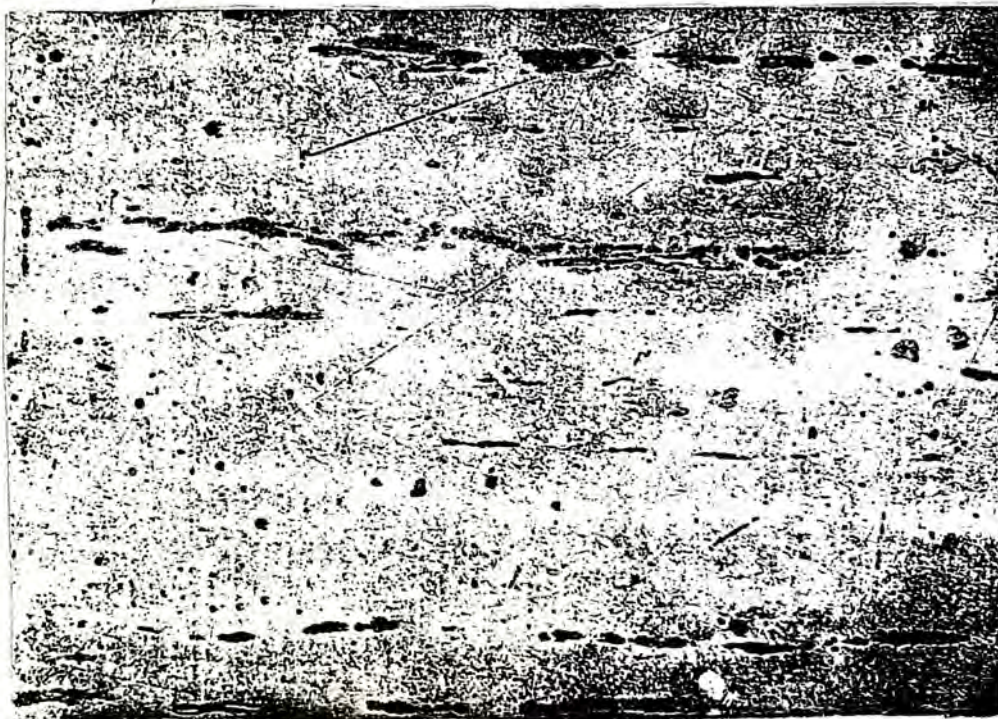
Dureza : 309 Brinell.
Resistencia a la rotura : 110.34 Kg/mm².

CARACTERISTICAS METALOGRAFICAS :

Matriz : Martencita revenida.
Tratamiento térmico : Temple y revenido.

CARACTERISTICAS QUIMICAS :

% C : 0.40	% Si : 0.33	% Ni : 0.21
% P : 0.016	% Mn : 0.77	% Mo : 0.19
% S : 0.046	% Cr : 0.75	



MICROFOTOGRAFIA Nº 4 : 300 X

Nº de referencia : 37 40 D
Nombre de la pieza : Piñón eje intermedio.
Tipo de material : Acero SAE 4145.

CARACTERISTICAS MECANICAS :

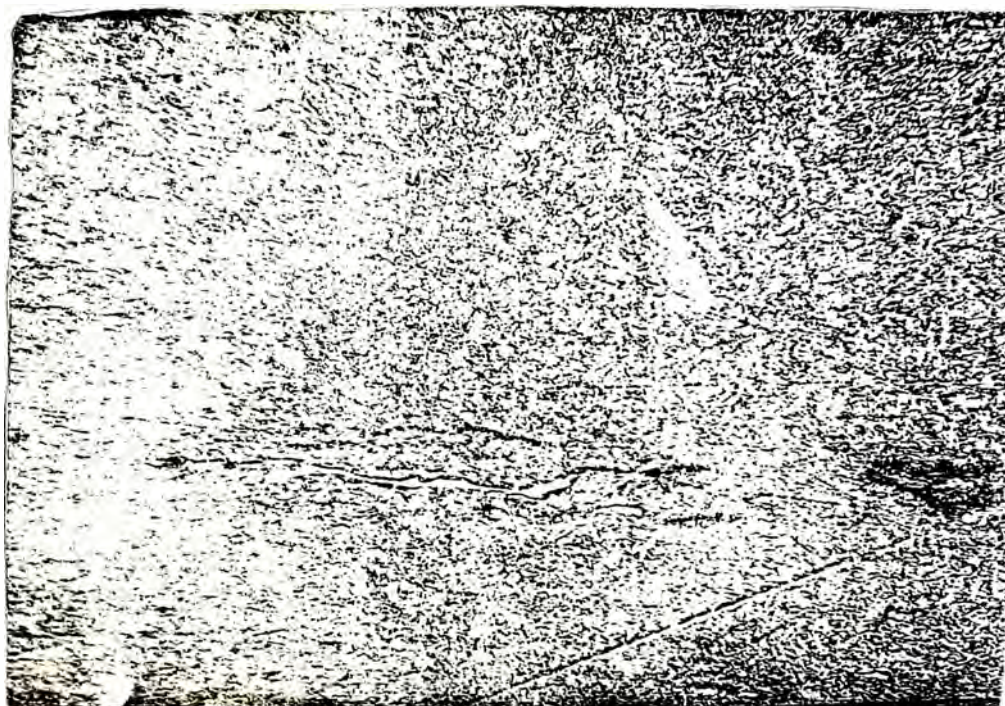
Dureza : 351 Brinell.
Resistencia a la rotura : 126.36 Kg/mm².

CARACTERISTICAS METALOGRAFICAS

Matriz : Martencita revenida.
Tratamiento térmico : Temple y revenido.

CARACTERISTICAS QUIMICAS :

% C: 0.47	% Si: 0.39	% Ni: 0.21
% S: 0.096	% Mn: 1.03	% Mo: 0.19
% P: 0.010	% Cr: 0.87	



MICROGRAFIA Nº 5 : 200 X

Nº de referencia : 42 - 40 D
Nombre de la pieza : Engranaje de salida.
Tipo de mater : Fundición nódular.

CARACTERISTICAS MECANICAS

Dureza : 274 Brinell.
Resistencia a la rotura : 82.6 Kg/mm².

CARACTERISTICAS METALOGRAFICAS :

Fases predominantes : Perlita : 90 %
Cementita : 10 %
Tipo de grafito : Esferoidal.

CARACTERISTICAS QUIMICAS :

% C; 2.13
% Si: 2.87
% Mn: 0.60



MICROFOTOGRAFIA Nº 6 : 750

Nº de referencia : 85 - 40 D
Nombre de la pieza : Eje del brazo de salida.
Tipo de material : Acero SAE 4140

CARACTERISTICAS MECANICAS:

Dureza : 227 Brinell.
Resistencia a la rotura : 81.72 Kg/mm².

CARACTERISTICAS METALOGRAFICAS :

Matriz : Martencita revenida.
Tratamiento térmico : Temple y revenido.

CARACTERISTICAS QUIMICAS :

% C: 0.39	% Si: 0.39	% Ni: 0.12
% P: 0.009	% Mn: 0.72	% Mo: 0.16
% S: 0.023	% Cr: 0.71	



MICROFOTOGRAFIA N^o 7 : 200 X
N^o de referencia : 141 - 40 D
Nombre de la pieza
Tipo de material : Fundición nódular.

CARACTERISTICAS MECANICAS

Dureza : 242 Brinell
Resistencia a la rotura: 72.6 Kg/mm².

CARACTERISTICAS METALOGRAFICAS

Fases predominantes : Perlita : 90 %
Cementita: 10 %
Tipo de grafito : Esferoidal

CARACTERISTICAS QUIMICAS:

% C: 2.53
% Si: 3.30
% Mn: 0.68



MICROFOTOGRAFIA Nº 8 : 200

Nº de referencia : 177-A - 40 D
Nombre de la pieza : Viga brazo.
Tipo de material : Plancha de acero SAE 1022

CARACTERISTICAS MECANICAS:

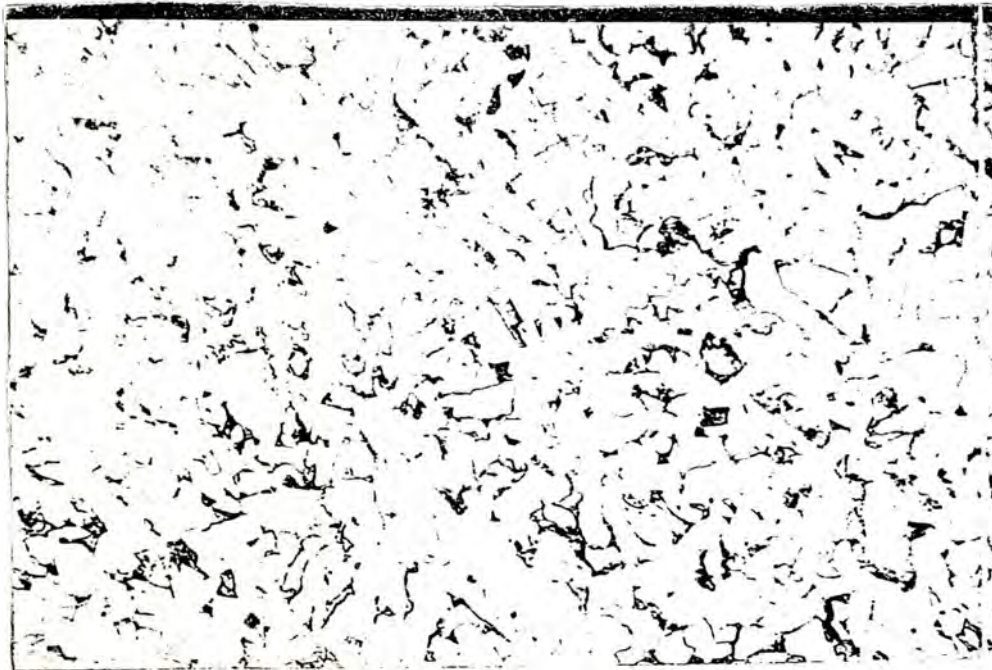
Dureza : 123 Brinell
Resistencia a la rotura : 44 Kg/mm².

CARACTERISTICAS METALOGRAFICAS

Fases : Ferrita y perlita
Matriz : Ferrítica

CARACTERISTICAS QUIMICAS :

% C : 0.24 % P: 0.009
%Si : 0.05 % S: 0.019
%Mn : 0.61



MICROFOTOGRAFIA Nº 9 : 200 x
Nº de referencia : 373 - 40 D
Nombre de la pieza : Polea.
Tipo de material : Fundición gris.

CARACTERISTICAS MECANICAS

Dureza : 173 Brinell
Resistencia a la rotura: 16.5 Kg/mm².

CARACTERISTICAS METALOGRAFICAS

Fases predominantes : Ferrita y perlita.
Tamaño de grafito : 4 - 5
Tipo de grafito : A

CARACTERISTICAS QUIMICAS:

% C : 3.01
% Si : 1.97
% Mn : 0.95



MICROFOTOGRAFIA N^o 10 : 550 X

N^o de referencia : 374 - A - 40 D
Nombre de la pieza : Contrapesos principal.
Tipo de material : Fundición gris.

CARACTERISTICAS MECANICAS:

Dureza : 165 Brinell.
Resistencia a la traccion 16.5 Kg/mm².

CARACTERISTICAS METALOGRAFICAS

Fases predominantes : Ferrita y perlita
Tamaño de grafito : 4 - 5 .
Tipo de grafito : A

CARACTERISTICAS QUIMICAS :

% C : 2.03
% Si : 2.43
% Mn : 0.51



V.3.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS :

V.3.1.- EJES Y PLANCHAS DE ACERO :

La determinación cualitativa y cuantitativa de sus elementos se realizó mediante el uso del espectrógrafo, para lo cual se preparó previamente probetas de 3/4" de diametro y 1" de longitud.

El laboratorio empleado fué el de ensayos - Físicos-Químicos de Metalurgica Peruana S.A. (MEPSA).

Los resultados se dan en la hoja siguiente.

V.3.2.- FUNDICIONES :

La determinación de los elementos se realizó por métodos húmedos, husando virutas.

Se empleó los laboratorios de Mepsa, para determinación sólo de carbono, y el de Magensa, para el resto de elementos.

Los resultados se presentan en la página 68.

18.5.86



MEMORANDUM

PARA : Ventas y Servicios
 DE : Control de Calidad
 REF. : ANALISIS QUIMICOS DE MUESTRAS MAGENSA.

Los siguientes son los resultados de los análisis químicos solicitados por Uds. de acuerdo a su codificación:

PLANCHAS DE ACERO

EJES DE ACERO

Nombre	Nº	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	Nº Ref.
Pitman	1	.26	.45	.07	.015	.020	-	.03	.010	.02	.01	64
Viga M	2	.24	.61	.05	.009	.019	-	.05	.010	.02	.002	177
Cabeza	3	.17	.44	.03	.006	.016	.09	.04	.024	.07	.008	206
Poste	4	.23	.42	.07	.006	.014	.16	.11	.062	.14	.003	238
Eje	5	.37	.74	.29	.016	.026	.19	.80	.20	.11	.035	26
Eje	6	.40	.77	.33	.016	.046	.21	.75	.19	.15	.035	35
Eje	7	.47	1.03	.39	.010	.096	.21	.87	.19	.11	.067	37-B
Eje	8	.39	.72	.39	.009	.023	.12	.71	.16	.18	.033	85
Eje	9	.45	.71	.27	.022	.043	.16	.73	.19	.14	.030	150
Eje	10	.22	.22	.62	.25	.010	.028	.09	.10	.13	.035	194-A

Muestras en ~~ve~~ (a las cuales se les analizó sólo carbono):

Nombre	Nº	NºRef.	%Carbono	Nombre	Nº	NºRef.	%Carbono
Carcasa	1	1-A	2.45	Polea	13	373	3.01
Engranaje	2	37-A	1.80	Contrap.	14	374-A	2.03
Engranaje	3	42	2.13	"	15	374-B	3.32
Bocina	4	45-A	3.00	"	16	65-A	3.29
Tapa	5	45-B	3.11	Eje	18	35	.63
Brazo	6	62	2.65	Eje/Piñón	19	37-B	.53
Tambor	7	109	2.90	Eje	20	73	.51
Cremallera	8	141	2.53	Eje	21	150	.49
Palanca	9	145	2.36	Viga	22	177	.28
Base	10	187	3.33	Eje	23	194-A	.25
Chumacera	11	200	3.20	Plancha	24	194-B	.22
Viga Car.	12	229	2.95				

N° Orden	N° Ref.	Nombre	% Carbono		% Si	% Mn	Tipo Fundición
			MEPSA	MAGENSA	Silicio	Manganeso	
1	1-A	Carcasa del reductor.	2.45	3.20	2.55	0.74	Gris
2	31	Chumacera del eje de ataque.		3.10	2.15	0.80	Gris
3	37-A	Engranaje de ataque.	1.80	1.70		0.60	Nodular
4	42	Engranaje de salida.	2.13	2.35	2.37	0.64	Nodular
5	45-A	Bocina del eje de salida.	3.00	3.19	1.05	0.30	Gris
6	45-3	Tapa de la bocina.	3.11				Gris
7	62	Brazo de salida.	2.55	3.10	1.99	0.64	Gris
8	109	Timbor del freno.	2.90	3.29	3.06	0.75	Gris
9	127	Tiel de la base del motor.	2.95	3.00	2.47	0.92	Gris
10	141	Cresallera del freno.	2.52	2.70	2.00	0.63	Nodular
11	145	Palanca del freno.	2.36				Nodular
12	199	Base del eje Central.	3.33	3.01	2.47	0.77	Gris
13	200	Chumacera del eje central.	3.20	3.01	2.05	0.51	Gris
14	273	Polea.	3.01	3.01	1.57	0.91	Gris
15	374-A	Contrapeso principal.	2.01	2.24	2.43	0.72	Gris
16	374-B	Contrapeso auxiliar.	3.32	2.32	2.46	0.45	Gris
17	65-A	Contrapeso del 16-D.	3.29	3.38	1.60	0.30	Gris

(16 D)

7.3.3. BRONCES:

1	23	Bocina.	Tipo de Bronce: Bronce Especial al Plomo.
			La cantidad de sus elementos: % Cu = 71 % Pb = 10
			% Sn = 3.5 % P = 1.5
			% Zn = 13.5

V.3.4.- PINTURA :

Análisis de laboratorio :

- Prueba de solubilidad de la muestra pintada en negro, en diluyentes de diferentes puntos de ebullición.
- Prueba de adherencia según el código de ITINTEC.
- Prueba de reconocimiento de bitúmenes.
- Prueba de dureza.

Resultados

Según los análisis efectuados, se determinó que el recubrimiento de las unidades de bombeo, puede hacerse según dos alternativas :

Alternativa A :

Recomienda el uso de dos capas de pintura anticorrosiva como Base Azarcón industrial.

Sobre esta pintura utilizada como base, se deberá emplear dos capas de esmalte sintético: Super sintético Jet Lux.

Alternativa B :

Esta alternativa recomienda el uso de dos capas de anticorrosivo Marino P.U. sobre las que se aplicaran a su vez, dos capas de esmalte sintético Rain-Luv.

Precios de Pinturas :

La alternativa A ofrece una pintura de mejor calidad, por la cual su precio de venta es superior al de la alternativa B; a continuación indicamos los precios de las pinturas indicadas:

<u>PINTURA</u>	<u>PRECIO \$/Gal</u>
Anticorrosivo Base Azarcon Industrial.	14.00
Super Esmalte Sintético JET LUX	10.00
Anticorrosivo Marino P.U.	9.50
Esmalte sintético RAIN LUX	7.00

VI.- RECOMENDACIONES :

Las recomendaciones pertinentes a los ensayos realizados a las probetas del equipo 40 -D, se dan - generalizando las características o proyectándose a la calidad de los otros materiales a los cuales no se les ha tomado probetas.

Estas sugerencias se dan por comparación y analogía, de sus características superficiales y a la forma de su funcionamiento.

A continuación pasamos a describir las sugerencias de los materiales en las hojas adjuntas siguientes.

EQUIPO MAG - UP - 40 D

Nº	Nº REF	NOMBRE	PESO (Kg)	UND	TIPO DE MATERIAL	CARACTE. MECAN.		METALOGRAFIA	COMPOSICION QUIMICA (%)				
						DUREZA (H. B.)	R. T. Kg/mm ²		C	Si	Mn	Cr	Mo
A. - <u>BASTIDOR</u>													
<u>GRUPO I</u>													
1	177	Viga brazo	184	1	Pl. acero SAE 1022	123	44	FASE: F y P Matriz: Ferrítica	0.24	0.05	0.61	0.05	0.01
2	206	Cabeza de caball	61	1	Pl. acero SAE 1017	120	43	Fases: F y P Matriz: Ferrítica	0.17	0.03	0.44	0.04	0.02
<u>GRUPO II</u>													
3	127	Riel base del motor 12		2	Fund. gris	185	18.5	Fases: F y P; N.G.=6; T.P.=A	2.95	2.47	0.92	-	-
4	238	Poste Sansón	238	1	Pl. acero SAE 1022	122	44	Fases: F y P; Matriz Ferrítica	0.23	0.07	0.42	0.11	0.06 ²
5A	254-A	Base del reductor	291	1	Pl. acero SAE 1022	122	44	Fases: F y P; Matriz Ferrítica	0.24	0.05	0.61	0.05	0.01
5B	254-B	Base del motor	211	1	Pl. acero SAE 1022	122	44	Fases: F y P; Matriz Ferrítica	0.24	0.05	0.61	0.05	0.01
<u>GRUPO III</u>													
6	62	Brazo de salida	315	2	Fundición gris	204	20.4	Fases: F y P; N.G.=5-6; T.P.=A	3.10	1.99	0.64	-	-
7	64-A	Brazo Pittman	23.5	2	Pl. acero SAE 1025	122	44	Fases: F y P; Matriz Ferrítica	0.26	0.07	0.45	0.03	0.01
8	64-B	Chumacera del braz	5	2	Fundición gris	190	19	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.=A	3.33	2.47	0.77	-	-
9	157-A	Barra fija del ba- lancin	49.5	1	Pl. acero SAE 1022	122	44	Fases: F y P; Matriz Ferrítica	0.23	0.05	0.61	0.05	0.01
10	374-A	Contrapesos princi.	12	4	Fundición gris	165	16.5	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.=A	2.3	2.43	0.51	-	-
11	374-B	Contrapeso auxiliar	3	4	Fundición gris	186	18.6	Fases: F y P; N.G.=r; T.G.=A	3.32	2.46	0.48	-	-

F : FERRITA

P : PERLITA

EQUIPO MAG - UP - 40 D

Nº	Nº REF	NOMBRE	PESO (Kg)	UND	TIPO DE MATERIAL	CARACTE. MECANI		METALOGRAFIA	COMPOSICION QUIMI (%)				
						DUREZ (H. B.)	R. T. Kg/mm²		C	Si	Mn	Cr	Mo

GRUPO IV
IV.1.- SUB-GRUPO 73

12	76	Tapa de chumacera del brazo de salida	2.25	2	Fundición gris	187	18.7	Fases: F y P; N.G.=6; T.G.=A	3.10	2.15	0.80			
13	80	Chumacera del Brazo de salida	10.0	2	Fundición gris	190	19	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.=A	3.33	2.47	0.77			
14	85	Eje del brazo de salida	6	2	Acero SAE 4140	227	82	Matriz: martencita revenida	0.39	0.39	0.72	0.71	0.16	
15	88	Bocina del eje del brazo de salida	1	2	Bronce al plomo				Cu:71%; Pb:10.51%; Sn:3.5%; Zn:13.5					

IV.2.- SUB-GRUPO 158

16	160	Eje del balancín	20	1	Acero SAE 4145	229	83	Matriz: martencita revenida	0.45	0.27	0.71	0.73	0.19	
17	160	Chumacera del balancín	1.5	1	Fundición Gris	190	19	Fases: F y p; N.G.= 5; T.G.=A	3.33	2.47	0.77	-	-	
18	171	Pin del balancín		1	Acero SAE 4140	226	82	Matriz: Martencita revenida	0.40	0.20	0.70	0.70	0.19	
19	172	Bocina de ajuste	1	1	Fundición gris	127	13	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.= B	3.10	2.15	0.80	-	-	
<u>IV. SUB GRUPO-187</u>														
20	188	Bocina del eje central	1		Bronce al plomo				Cu:71; Pb:10.5; Sn:3.5; Pb:1.5; Zn:13.5					
21	184-A	Eje central	4	1	Acero SAE 4023	226	82	Matriz: Martencita revenida	0.22	0.62	0.22	0.09	0.10	
22	184-B	Pl. del eje central	9	1	Pl. acero SAE 1022	122	44	Fases: F y P; Matriz ferrítica	0.22	0.07	0.42	0.05	0.01	

Nº	Nº REF	NOMBRE	PESO (Kg)	UND	TIPO DE MATERIAL	CARACT. MECANI		METALOGRAFIA	COMPOSICION QUIMICA (%)					
						DUREZA (H. B.)	F. T. Kg/mm ²		C	Si	Mn	Cr	Mo	
23	199	Base del eje central	27	1	Fundición gris	190	19	Fases: F y P; N.G.=6; T.G.=A	3.33	2.47	0.77			
24	200	Chumacera del eje central	7.5	2	Fundición Gris	130	13	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.=A	3.10	2.15	0.80			
<u>GRUPO DEL FRENO</u>														
25	109	Tambor del freno	4.5	1	Fundición gris	197	19.7	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.=A	2.90	3.06	0.75			
26	115	Leva del freno		1	Fundición gris	190	19	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.=A	3.20	2.40	0.70			
27	119	Zapata superior (derecha)		1	Fundición gris	190	19	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.=A	3.20	2.50	0.77			
28	120	Zapata inferior (Izquierda)		1	Fundición gris	190	19	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.=A	3.20	2.50	0.77			
29	141	Cremallera del freno	6	1	Fundición nodular	242	73	Fases: C y P; T.G.: Esferoidal	2.53	3.30	0.68			
30	145	Palanca del freno	3	1	Fundición nodular	243	73	Fases: C y P; T.G.: Esferoidal	2.36	3.30	0.68			
31	146	Mango levantador de uña	1	1	Fundición gris	190	19	Fases: F y P, N.G.=5; T.G.=A	3.20	2.40	0.70			
<u>LEVANTADOR DEL MOTOR</u> (GRUPO OBSIONAL)														
32	220	SopORTE del motor		2	Pl. acero SAE 1022	122	44	Fases: F y P ; Matriz ferrítica	0.22	0.07	0.42	0.05	0.01	
33	2	Barra espaciadora		1	Pl. acero SAE 1022	122	44	" " " "	0.22	0.07	0.042	0.05	0.01	
34	229	Viga carrilera 17"		2	Fundición gris	185	19	Fases: F y P ; N.G.=5; T.G.=A	2.95	2.47	0.92	-	-	
35	231	SopORTE p' tornillo de ajuste		2	Fundición gris	180	18.5	" F y P " "	3.00	2.40	0.70	-	-	
36	235	Viga carrilera 21"		2	Fundición gris	185	19	" " " "	2.95	2.47	0.92	-	-	

F : FERRITA T.G.=TIPO DE GRANO
P : PERLITA N.G.=NUMERO DE GRANO
C : CEMENTITA

EQUIPO MAG - UP - 40 D

Pág. 75

Nº	Nº REP	NOMBRE	PESO (Kg)	UND	TIPO DE MATERIAL	CARACT. MECANI		METALOGRAFIA	COMPOSICION QUIMICA (%)				
						DUREZA (H. B.)	R. T. Kg/mm ²		C	Si	Mn	Cr	Mo
37	1-A	Carcaza del reductor	264	1	Fundición gris	193	19.5	Fases: F y P; N.G.=6; T.G.=A	3.20	2.53	0.74		
38	3	Tapa de inspección	5.5	1	Fundición gris	130	13	Fases: F y P; Matriz: Ferrita	3.20	2.10	0.80		
39	12	Tapa del reductor	3.5	1	Fundición gris	130	13	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.=A	3.00	2.10	0.80		
40	26	Eje de salida	62.5	1	Acero SAE 4137	351	127	Matriz: Martencita revenida	0.37	0.29	0.74	0.80	0.20
41	27	Chumacera del eje intermedio	5.5	2	Fundición gris	127	13	Fases: F y P; N.G.= 6; T.P.=A	3.10	2.15	0.80	-	-
42	31	Chumacera del eje de ataque	5	2	Fundición gris	127	13	" " " "	3.10	2.15	0.80		
43	35	Eje-piñón de ataque	7	1	Acero SAE 4140	309	110	Matriz: Martencita revenida	0.40	0.33	0.77	0.75	0.19
44	37-A	Engrazaje intermedio	10	1	Fundición Nodular	282	85	Fases: C y P; T.G. Esferoidal	1.80	2.80	0.60		
45	37-B	Eje piñón intermedio	9	1	Acero SAE 4145	351	126	Matriz: Martencita revenida	0.47	0.39	1.03	0.87	0.19
46	42	Engrazaje de salida	20	1	Fundición nodular	274	82	Fases: C y P; T.G. Esferoidal	2.13	2.87	0.60		
47	45-A	Bocina del eje de salida	4.6	2	Fundición gris	120	12	Fases: F y P; N.G.=8; T.G.= D-E	3.00	1.05	0.30		
48	45-B	Tapa de la bocina	3	2	Fundición gris	127	13	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.= A	3.00	2.10	0.30		
49	56	Brazadera del raspador	1	2	Fundición gris	130	13	Fases: F y P; N.G.=8; T.G.= d	3.00	2.10	0.30		

Nº	REF	NOMBRE	PESO (Kg)	UND	TIPO DE MATERIAL	CARAC. MECANI		METALOGRAFIA	COMPOSICION QUIMICA (%)				
						DUREZ (H. B.)	R. T. Kg/mm ²		C	Si	Mn	Cr	Mo
<u>1.- BASTIDOR</u>													
<u>GRUPO I</u>													
1	177	Viga brazo	86	1	Pl. acero SAE 1022	121	44	Fases: F y P; Matriz ferrítica	0.24	0.05	0.61	0.05	0.01
2	206	Cabeza de caballo	18.8	1	Pl. acero SAE 1017	120	43	Fases: F y P; Matriz ferrítica	0.17	0.03	0.44	0.04	0.02
<u>GRUPO II</u>													
3	127	Riel base de motor	8	2	Fundición gris	185	18.5	Fases: F y P; N.G.=4-5; T.G.=A	2.95	2.47	0.92		
4	238	Poste sansón	140	1	Pl. acero SAE 1022	122	44	Fases: F y p; Matriz ferrítica	0.23	0.07	0.42	0.11	0.06
5	254	Base del motor y del reductor	320	1	Pl. acero SAE 1022	122	44	" " " "	0.24	0.05	0.61	0.05	0.01
<u>GRUPO III</u>													
6	62	Brazo de salida de 24"20.5 de carrera	20.5	2	Fundición gris	204	21	Fases: F y P; N.G.=5; T.P.=A	3.10	1.99	0.64		
7	65	Contrapesos	50	24	Fundición gris	175	18	" " " "	3.29	1.60	0.90		
8	64	Pittman rígido	9.5	2	Pl. acero SAE 1025	125	45	Fases: F y P; Matriz ferrítica	0.26	0.07	0.45	0.03	0.01
9	157-A	Barra fija del Pittman	19	1	Pl. acero SAE 1022	125	45	" " " "	0.23	0.05	0.61	0.05	0.01
10	157-B	Orejas de la barra	2	2	Pl. acero SAE 1022	125	45	" " " "	0.23	0.05	0.61	0.05	0.01

Nº	Nº REF	NOMBRE	PESO (Kg)	UND	TIPO DE MATERIAL	CARAC. MECANI.		METALOGRAFIA	COMPOSICION QUIMICA (%)						
						DUREZA	R. T.		C	Si	Mn	Cr	Mo		
						(H. B.)	Kg/mm ²								
GRUPO IV															
4.1.- SUB-GRUPO 73															
11	76	Tapa de la chumacera del eje del brazo de salida	0.85	2	Fundición gris	127	13	Fases: F y P; N.G.= 6; T.G.= A	3.10	2.15	0.80				
12	80	Chumacera del eje del brazo de salida	9	2	Fundición gris	190	19	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.=A	3.33	2.47	0.77				
13	85	Eje del brazo de salida	15	2	Acero SAE 4140	227	82	Matriz martencita revenida	0.39	0.39	0.72	0.71	0.16		
4.2.- SUB-GRUPO 158															
14	150	Eje del balancín	3.2	1	Acero SAE 4145	229	82.5	Matriz: Martencita revenida	0.45	0.27	0.71	0.73	0.19		
15	159	Bocina	1	2	Bronce al Plomo				Cu:71; Pb:10.5; Sn:3.5; Zn:13.5;P:1.5						
16	160	Chumacera del eje del balancín	11	1	Fundición gris	190	19	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.=A	3.33	2.47	0.77	-	-		
17	164	Tapa de alineamiento de la chumacera	1	1	Fundición gris	190	19	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.=A	3.33	2.47	0.77	-	-		
4.3.- SUB-GRUPO 187															
18	183	Bocina del eje central	1	2	Bronce al Plomo				Cu:71; Pb:10.5; Sn:3.5; Zn:13.5;P:1.5						
19	184-A	Eje central	15	2	Acero SAE 4023	227	82	Matriz: Martencita revenida	0.22	0.62	0.22	0.09	0.10		
20	184-B	Plancha del eje central	4	1	Pl. acero SAE 4023	125	45	Fases: F y P; Matriz:ferrítica	0.22	0.07	0.42	0.05	0.01		
21	188	Base del eje central	17.25	1	Fundición gris	190	19	Fases: F y P; N.G.=5; T.G.=A	3.33	2.47	0.77	-	-		
22	200	Chumacera del eje central	6.85	2	Fundición gris	127	13	Fases: F y P; N.G.=4; T.G.=A	3.10	2.15	0.80	-	-		

EQUIPO MAG - UP - 16 D

No	No REF	NOMBRE	PESO (Kg)	UND	TIPO DE MATERIAL	CARACT. MECANI.		METALOGRAFIA	COMPOSICION QUIMICA (%)				
						DUREZA (H.B.)	R.T. KG/mm ²		C	Si	Mn	Cr	MO
B. - REDUCTOR													
23	1-A	Carcaza del reductor	115	1	Fundición gris	193	19.3	Fases: F y P; N.G.= 5; T.G.=A	3.20	2.53	0.74		
24	18	Tapa del reductor	26.7	1	Fundición gris	130	13	Fases: F y P; N.G.= 6; T.G.=A	3.00	2.10	0.80		
25	26	Eje de salida	20	1	Acero SAE 4137	351	126.4	Matriz: Martencita revenida	0.37	0.29	0.74	0.80	0.20
26	27	Chumacera del eje intermedio	2.8	2	Fundición gris	127	12.7	Fases: F y P; N.G.=6; T.G.=A	3.10	2.15	0.80		
27	31-A	Chumacera (abierta)	1.1	1	Fundición gris	127	12.7	Fases: " " "	3.10	2.15	0.80		
28	31-B	Chumacera (cerrada)	1.3	1	Fundición gris	127	12.7	" " " "	3.10	2.15	0.80		
29	35	Eje piñón de ataque	1.3	1	Acero SAE 4140	309	110.3	Matriz; Martencita revenida	0.40	0.33	0.77	0.78	0.20
30	37-A	Engranaje intermedio	5.5	1	Fundición nodular	282	81.6	Fases: C y P; T.G.=Esferoidal	1.80	2.30	0.60		
31	37-B	Eje piñón intermedio	2.8	1	Acero SAE 4145	351	126.4	Matriz: Martencita revenida	0.47	0.39	1.03	0.87	0.19
32	39	Chumacera del eje de salida	7	2	Fundición gris	127	12.7	Fases: F y P; N.G.= 6; T.G. = A	3.10	2.15	0.80		
33	42	Engranaje de salida	25	1	Fundición nodular	274	82.2	Fases: C y P; T.G.=Esferoidal	2.13	2.87	0.60		
GRUPO DEL FRENO													
34	109	Polea de 15" de DP	15	1	Fundición gris	197	19.7	Fases: F y P; N.G.=4-5; T.G.=A	2.90	2.06	0.75		
35	119	Zapata del freno	3	1	Fundición gris	190	19	Fases: F y P; N.G.=5 ; T.G.=A	3.20	2.06	0.7		
36	145	Palanca del freno	1.5	1	Fundición nodular	243	73	Fases: C y P; T.G.=Esferoidal	2.36	2.80	0.68		

VI.2 .- AGRUPOACION POR MATERIALES :

Determinación de los volúmenes requeridos de cada tipo de material ; su peso y su relación porcentual por modelos.

a) Relación de materiales :

Nº	MATERIAL	EQUIPOS			
		40 - D		16 - D	
		PESO (Kg.)	%	PESO (Kg.)	%
1)	Fierro fundido	3,123.75	80.7	1,537.50	82.2
2)	Acero (ejes)	102.50	2.7	40.50	2.2
3)	Vigas y/o perfiles	451.00	11.6	246.00	13.2
4)	Planchas de acero	193.00	5.0	46.00	2.4
	TOTAL	3,870.25	100.00	1,870.00	100.00

b) ACCESORIOS : 50.00 50.00

- Pernos
- Tornillos
- Arandelas
- Pines
- Tubos
- Tapones
- Graseras, etc.

PESO TOTAL	3,920.25	1,920.00
	(40-D)	(16-D)

VII.- CONCLUSIONES DEL INFORME METALURGICO :

1.- Han sido evaluadas y analizadas todas las piezas y partes que conforman los equipos de bombeo MAG - UP.

2.- Estos análisis determinan que los materiales que se utilizan en la elaboración de estos equipos , son:

- Fundición Gris :

Garcaza, chumaceras, bases, brazo de salida, - contrapesos.

- Fundición Nodular :

Engranajes, cremalleras, y palanca de freno.

- Acero :

Brazo Pittman, poste sanson, Viga Brazo, Ejes, chavetas, pines.

- Bronce especial de plomo :

Bocinas.

3.- Existen, además de los materiales anteriormente mencionados, materiales especiales de neoprene, jebe y asbesto, los que son utilizados para la elaboración de retenes y empaquetaduras.

4.- La pintura utilizada, para recubrir el equipo en estudio, es una pintura libre de bitúmenes.

5.- Todas estas conclusiones, se basan en estudios y análisis metalográficos, mecánicos y químicos.

== == == == == == == == == == == == == == == ==