

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE PETROLEO**

**Transmisión de Potencia en Equipos  
de Perforación**

**TESIS DE BACHILLER**

**VICTOR HUGO ACOSTA BALCAZAR**

**Promoción: "A. OSORIO B."**

**LIMA - PERU**

**1965**

A MI QUERIDA MADRE.-

A MI MANITA-  
Y HERMANOS.-

AGRADEZCO AL ING:  
ARTURO.OSORIO.B.  
FOR SU GENTIL  
ASESORAMIENTO.-

-INDICE-

- 1.-Introducción.
- 2.-Usos:
  - a).-Transmisiones combinadas.
  - b).-Flujo de potencia.
- 3.-Mecanismos especiales de transmisión:
  - a).-Acoplamientos fluidos.
  - b).-Convertidor de torsión.
  - c).-Combinación de un:Acoplamiento-Convertidor.
- 4.-Mecanismos de transmisión electromagnéticos:
  - a).-Acoplamientos eléctricos:Su mantenimiento.
- 5.-Embragues:
  - a).-Embragues mecánicos:Su mantenimiento.
  - b).-Embragues de aire comprimido:Su mantenimiento.
- 6.-Medios de transmisión de potencia:
  - a).-Cadenas:-Cadenas de rodillos:Mantenimiento.  
-Cadena Silenciosa:Mantenimiento.
  - b).-Bandas-V:-Instalación y mantenimiento.
  - c).-Engranajes:Su mantenimiento.
- 7.-Transmisiones de potencia por diesel eléctrico:
  - a).-Control-Aplicaciones.
- 8.-Conclusiones generales.
- 9.-Como obtener proyectos económicos al usar malacates y transmisiones combinadas.
- 10.-Malacates:
  - a).-Reglas para su empleo.
- 11.-Frenos de tambor:
  - a).-Reglas para su empleo.-Mantenimiento.
- 12.-Frenos auxiliares:
  - a).-Reglas para su empleo.

## TRANSMISION DE POTENCIA EN EQUIPOS DE PERFORACION.

### 1.-INTRODUCCION.-

Todo equipo de perforación para poder realizar trabajos de: elevaciones, rotaciones, bombeos y servicios auxiliares; requiere de potencia. Esta potencia es suministrada comúnmente por la máquina generadora de energía, que a su vez puede ser:

-Una máquina de combustión interna, una máquina de vapor o un motor eléctrico.

Como esta potencia debe ser utilizada en diversos puntos de un equipo, se emplean medios que conducen dicha energía desde su origen a dichos puntos; los medios por los cuales la potencia es suministrada en forma directa o transformada a los puntos de uso final, es lo que se denomina: TRANSMISION DE POTENCIA.

En los diversos equipos de perforación se emplean medios mecánicos para transmitir la potencia; éstos generalmente son: Engranajes, cadenas y empleo de bandas-V; estos medios originan que la potencia varíe en algún grado, motivo por el cual se emplean adaptadores de potencia: Acoplamientos fluidos, convertidores de torque o combinaciones de ambos.

El control de la potencia durante cada transmisión o adaptación es proporcionado mediante el uso de embragues, ya sean mecánicos o de aire comprimido.

La designación o cálculo de un sistema de transmisión de potencia es sumamente dificultoso, ya que existen muchos factores contradictorios que inciden en su eficiencia; algunas veces se necesitan que sean fácilmente portables y posean mayor aceleración, lo cual es difícil debido a la gran rigidez y gran peso de las piezas componentes; además el costo, el tiempo de permanencia en esa área, usos en servicios simples o complicados, y los proyectos futuros hacen casi imposible el cálculo de un proyecto perfecto.

## 2.-USOS:

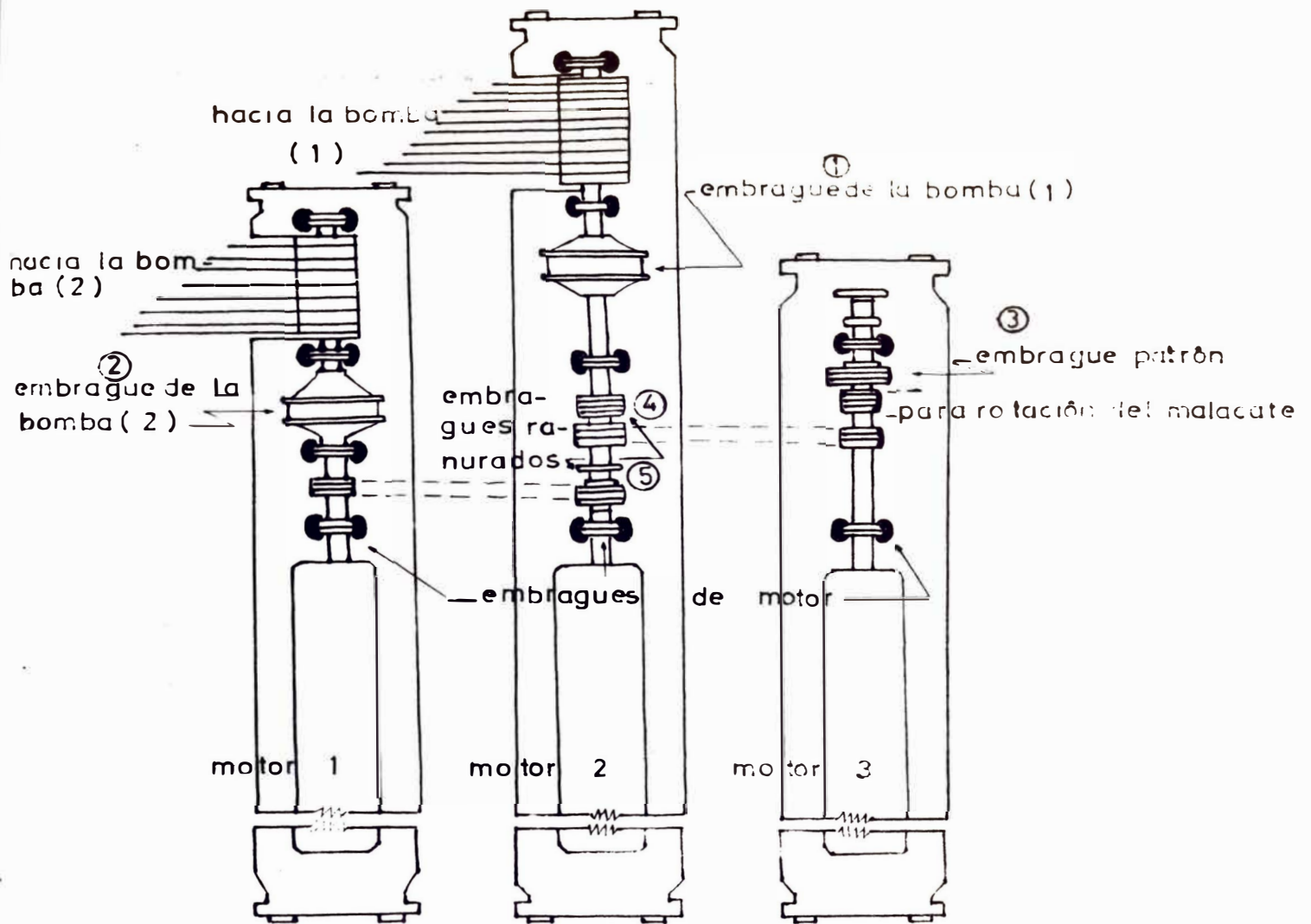
### a).-TRANSMISIONES COMBINADAS:

En la mayoría de los equipos de perforación, ya sean grandes o medianos, es necesario combinar la potencia de dos o más máquinas generadoras de potencia, para poder cubrir la potencia requerida en las elevaciones, rotaciones, etc; esta potencia necesaria se obtiene mediante el empleo de las transmisiones combinadas. En la figura se observa la combinación de tres motores:

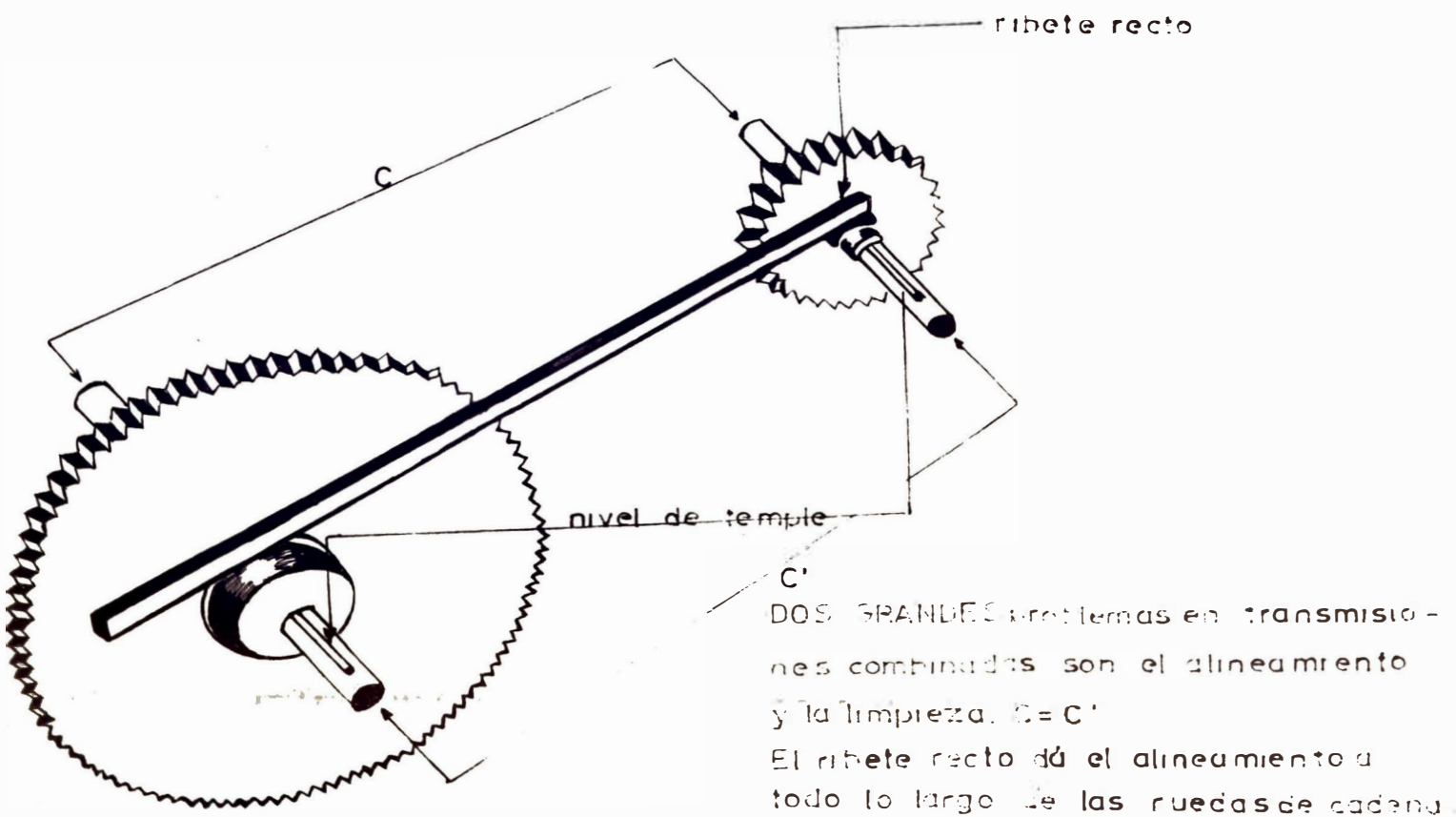
EMPLEO.	EMBRAGUES EMPLEADOS.	EMBRAGUES DESENGANCHADOS.	MOTORES BOMBA(1)	IMPULSORES. BOMBA(2)	MALAC-MESA.
En perforaciones.	1,3,4,5.	2.	1,2,3.		1,2,3.
En perforaciones.	1,3,5.	2,4.	2,3.		1.
En perforaciones.	2,3,4.	1,5.		3.	1,2.
En elevaciones.	3,4,5.	1,2.			1,2,3.
En bombeos en perforaciones.	1,2,3.	4,5.	2.	3.	1.

Antiguamente las conexiones de transmisiones de potencia se realizaban por medio de bandas-V, actualmente se emplean cadenas; también se emplean embragues medios-múltiples, que permiten combinar la potencia en el número deseado para satisfacer los requerimientos numerosos de potencia en las diversas fases perforativas. Ultimamente al estandarizarse el empleo de las brocas a chorro, ha originado que la potencia empleada en el bombeo del lodo sea mayor que la requerida en las elevaciones; además las elevaciones son intermitentes a diferencia del bombeo que es semi-continuo.

Un multi-motor de gran potencia posee dos palancas simples de control en el tope de caja, y son empleadas para poner en acción el embrague cónico y así permitir el flujo de potencia a los ejes de trabajo. El aprovisionamiento real de potencia a las bombas conductoras es realizada mediante una bomba pedestal (grande o pequeña) colocada en la parte posterior de la combinación; las bombas pedestales están unidas a las bombas por cadenas, y estas bombas de bombeo pueden estar escalonadas.



COMBINACION DE 3 MOTORES pueden hacerse variar la performance de varios rangos de perforación.





## b).-FLUJO DE POTENCIA.-

La potencia es generalmente transmitida a las bombas de bombeo mediante el empleo de Fajas-V, desde el equipo de transmisión combinada; y en el caso de una bomba individual mediante un motor especial. En los puntos en que la potencia requerida sea fuerte o es necesario mover una pieza impulsora de movimiento, la transmisión de potencia se realiza mediante el empleo de cadenas.

Los flujos de potencia empleando transmisiones combinadas, desde los malacates a los puntos requeridos para elevaciones, rotaciones son suministrados mediante el uso de cadenas; y cuando se requiere dicho flujo para otros trabajos auxiliares importantes tales como ajustes y des-ajustes de las barras mediante los cat-heads, el uso del tambor de la cuchara (sand reel), etc.

En los equipos grandes de perforación, un cambio adicional selectivo de velocidad está acondicionado entre la transmisión combinada y el tambor, de esta manera la combinación puede suministrar varias velocidades centrales más el mecanismo de retroceso. De esta forma tres velocidades son centrales o delanteras (desdobladas en velocidades elevativas y rotativas) y dos velocidades de retroceso pertenecientes al malacate; las velocidades centrales usan generalmente transmisiones a cadena, en cambio las de retroceso emplean una seleccionada transmisión mediante engranajes. Sin embargo en algunos casos se usan transmisiones a cadena en los mecanismos de retroceso o de marcha atrás, y un sistema de engranajes es empleado en las velocidades centrales.

Esta gran variedad de combinaciones es originada por la no estandarización de las transmisiones.

Las transmisiones combinadas, se emplean también como fuente directa de potencia (bombas de agua, generadores, bombas de aceite, engrasadoras, etc); estas maquinarias emplean como medio de transmisión fajas o bandas-V, o sinó cadenas.

Un plano esquemático que muestra los principales componentes de transmisión de potencia empleados en un equipo de perforación de 900HP, utilizado en operaciones de bombeo, elevaciones y rotaciones

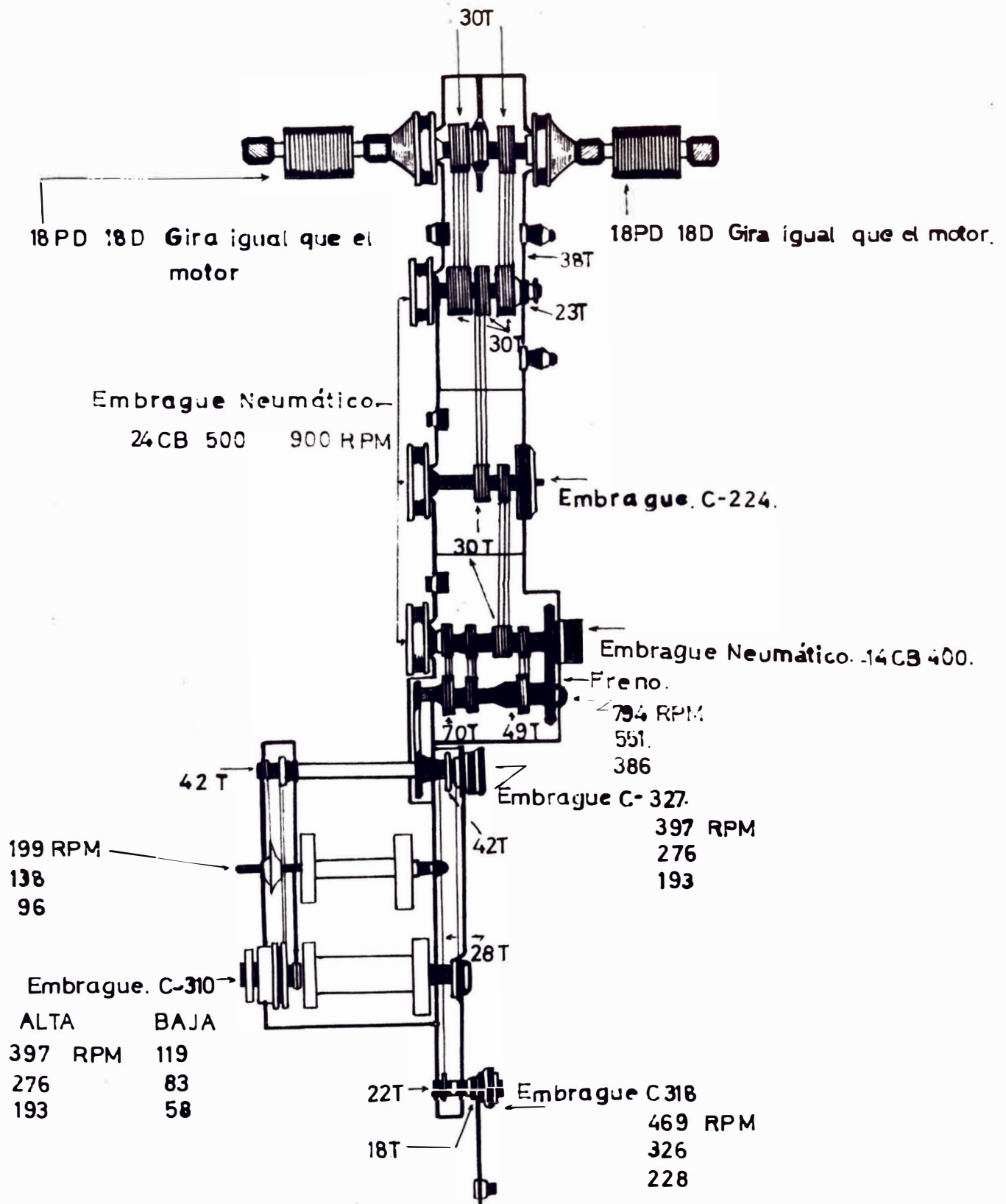


Fig.2. DIAGRAMA DE VELOCIDADES DE UN EQUIPO DE PERFORACION DE 900 HP.

se muestra en la fig:2. Este diagrama de velocidad muestra a las cadenas, poleas, engranajes, embragues, etc; usados en los equipos modernos de perforación. Este esquema nos proporciona una excelente representación de transmisión de potencia en un polímero equipo de perforación.

### 3.-MECANISMOS ESPECIALES DE TRANSMISION DE POTENCIA:

Para realizar el control, conversión o adaptación de potencia, se utilizan frecuentemente medios especiales de mecanismos de transmisión (equipos hidráulicos o eléctricos); éstos proporcionan numerosas ventajas a determinados factores de empleo de potencia.

Los mecanismos especiales de transmisión, sacan mayor provecho de las ventajas que posee un equipo de perforación balanceado, mejorando las designaciones críticas y disminuyendo en su menor grado las desventajas.

#### a).-ACOPLAMIENTOS FLUIDOS:

Comúnmente se le conoce por: "FLUID DRIVE", y consiste en una bomba impulsora (unida a un eje conductivo y a una corredera de turbina), la corredera de turbina está unida a su vez a un eje impulsor; éstas dos unidades están incluidas en un alojamiento simple que contiene un fluido que es generalmente petróleo, que sirve a su vez como lubricante y fluido, debido a su fácil disponibilidad y estabilidad. El fluido en su alojamiento transmite el "momento de momentos" o torque, desde la bomba impulsora a la corredera de turbina.

Concluyendo que los principios de operación pueden ser simples y ser efectivamente ilustrado por una armadura de dos ventiladores eléctricos cara a cara y arrancando uno de ellos. No existen contactos sólidos entre las partes conductivas y las impulsoras.

En todo fluid drive, cuando el fluido va desde el ventilador conductivo, ejerciendo suficiente torque sobre el ventilador opuesto origina la inercia; el segundo ventilador o ventilador turbina comenzará a arrancar.

Los fluid drive, son usados en gran escala en motores eléctricos y de combustión interna para transmitir el torque; inicialmente se

usaban en acoplamientos de motores marinos con ejes propulsores. Actualmente se les usan en industrias automotrices, ferrocarrileras, motores marinos y en equipos petroleros.

Generalmente son usados adonde hay impactos suaves y libertad de operación para maniobrar las cargas iniciales empleadas; se usan generalmente motores eléctricos o de combustión interna con una potencia de 36,000HP.

Un típico acoplamiento fluido es mostrado en la fig:3. Como el eje conductivo está arrancando, la bomba impulsora origina que el fluido fluya desde el ojo de la bomba impulsora a la periferia exterior de esta bomba impulsora, adonde es descargada interiormente a través de la corredera de turbina a la bomba. Como la velocidad de la pieza impulsora es incrementada, el torque fluido de la corredera incrementa hasta que sobreviene la inercia de la unidad impulsora y, la corredera de turbina y el eje comienzan a rotar.

.-La POTENCIA CONSUMIDA de un acoplamiento fluido puede definirse como:

$$P = T \cdot w_p$$

T = torque.

$w_p$  = velocidad angular de la bomba o eje impulsor.

.-La POTENCIA PRODUCIDA de un acoplamiento fluido se define como:

$$P = T \cdot w_t$$

$w_t$  = velocidad angular del eje de la turbina.

.-La EFICIENCIA de un acoplamiento fluido es la relación de la potencia producida a potencia consumida:  $e = T \cdot w_t / T \cdot w_p = w_t / w_p$ .

.-La PERDIDA es definida como:  $s = (w_p - w_t) / w_p = 1 - w_t / w_p$ .

La eficiencia de un fluid drive es grande, generalmente de rango de 94%. Una curva típica de:  $e$  vs  $w_t / w_p$ , para un fluid drive es mostrada en la fig:5. La eficiencia comienza en 0 e incrementa uniformemente con la razón de velocidades ( $w_t / w_p$ ) hasta 95% y entonces comienza a decrecer en forma rápida hasta llegar a 0.

#### b).-CONVERTIDOR DE TORSION:

Se le conoce generalmente por: TORQUE CONVERTER, es similar a un fluid drive excepto por una serie de paletas guías fijas, que son construidas entre la bomba impulsora y la corredera de turbina; en este caso el líquido ejerce un torque sobre esas paletas guías estacio-

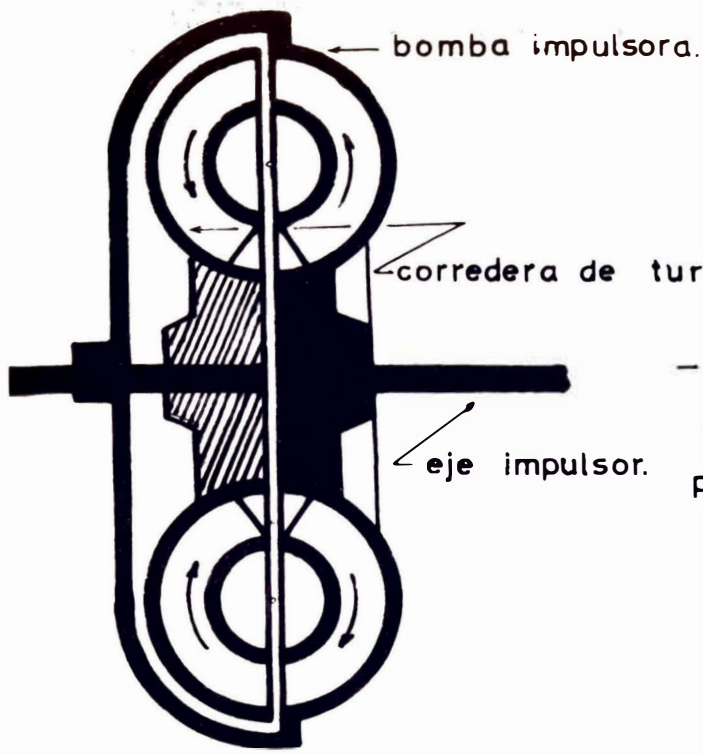


Fig. 3. ACOPLAMIENTO FLUIDO.

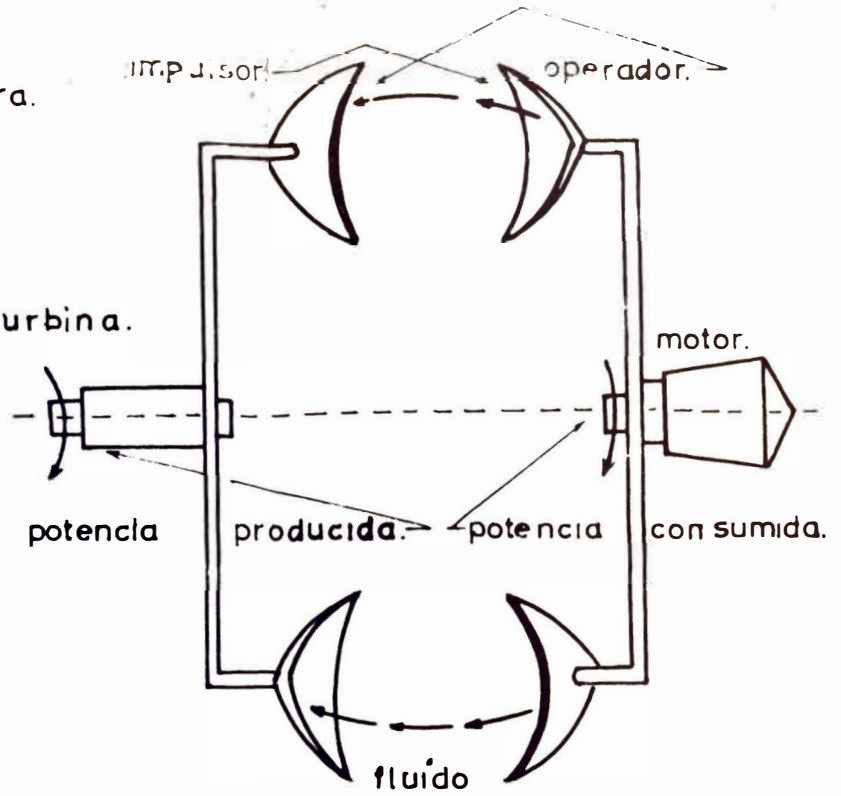


Fig. 4. PRINCIPIO DE TRANSMISION DE UN ACOPLAMIENTO FLUIDO.

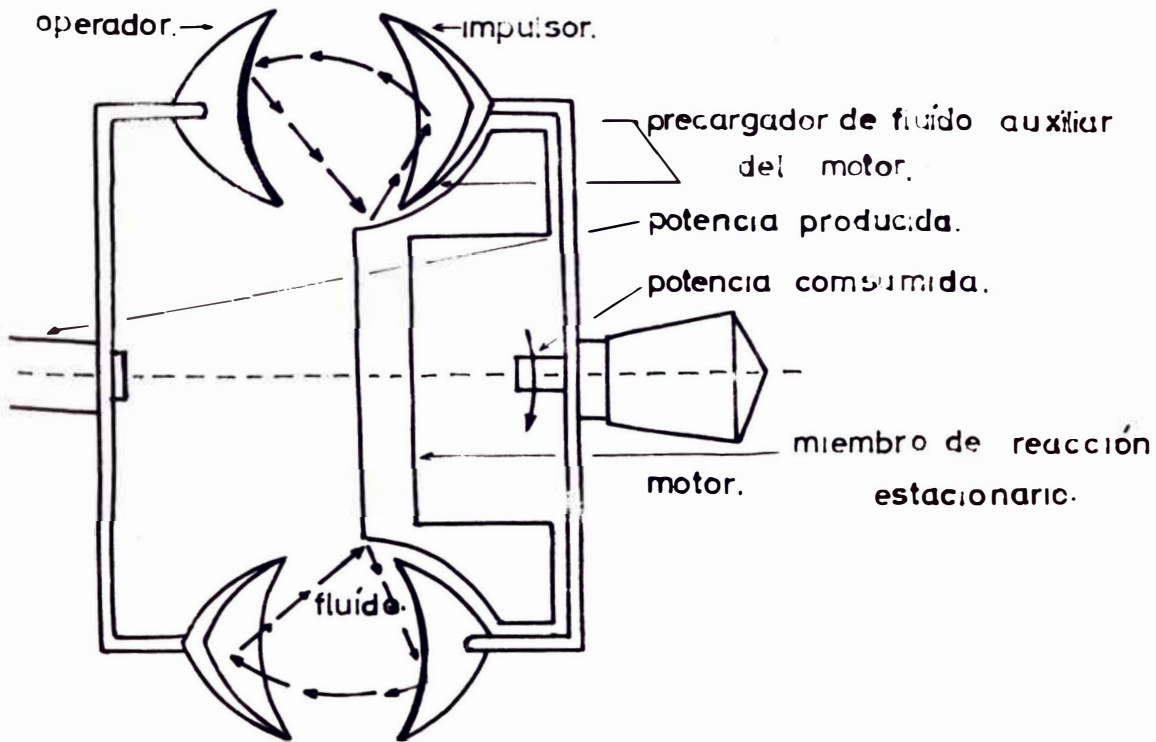


Fig. 4. PRINCIPIO DE TRANSMISION DE UN CONVERTIDOR DE TORSION.

narias ya que fluye de la bomba a la turbina; la transmisión del torque fluido de las paletas guías, causa un torque y velocidad producida, diferentes a los del fluid drive.

La relación de TORQUES es:  $T_t = T_p + T_v$ . (1).

adonde:  $T_t$  = torque de la corredera de turbina.  
 $T_p$  = " de la " de bomba.  
 $T_v$  = " de las paletas guías fijas.

El valor de  $T_v$ , puede ser: + ó - en la ecuación (1).

Esto es si las paletas guías estacionarias, son diseñadas para recibir el torque del fluido que tiene una dirección opuesta al ejercido sobre el eje impulsor, incrementando el torque resultante.

Inversamente si las paletas son designadas para recibir el torque del fluido que posee la misma dirección de el eje impulsor, resulta una reducción de torque resultante.

Para obtener una gran reducción en velocidad ( $w_p/w_t$ ) y una gran ampliación de torque, el torque converter es diseñado ampliando dos o mas juegos de correderas de turbina y de guías fijas (localizadas entre las correderas de turbina).

La variación de la eficiencia del torque converter con la razón de velocidades ( $w_t/w_p$ ), es ilustrada cualitativamente en la fig:6.

-Viendo la ordenada del gráfico observamos que: la eficiencia del convertidor es aparentemente mayor a pequeños valores de la razón de velocidades, a diferencia de un acoplamiento.

Las ventajas de los acoplamientos fluidos y de los convertidores de torsión, pueden observarse en la industria automotriz, mediante diseños de paletas guías entre la bomba impulsora y la corredera de turbina, como que cuando:

$w_p > w_t$ , el torque sobre las paletas influyen en ellas, otorgándoles una posición fija.

$w_p \rightarrow w_t$ , las paletas guías rotan libres no participando en la transmisión de potencia; y por consiguiente se comporta como un acoplamiento fluido.

En SINTESIS: -Un acoplamiento fluido, consiste en una paleta acoplada-conectada al eje motriz que impulsa el líquido; este líquido

DIAGRAMAS DE MECANISMOS ESPECIALES

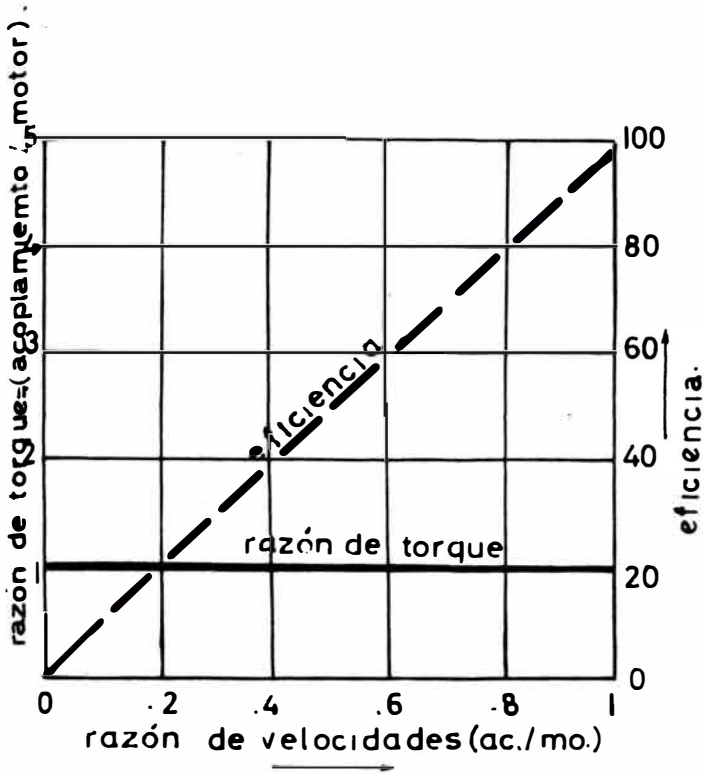


Fig. 5. CARACTERISTICAS DE UN ACOPLAMIENTO FLUIDO.

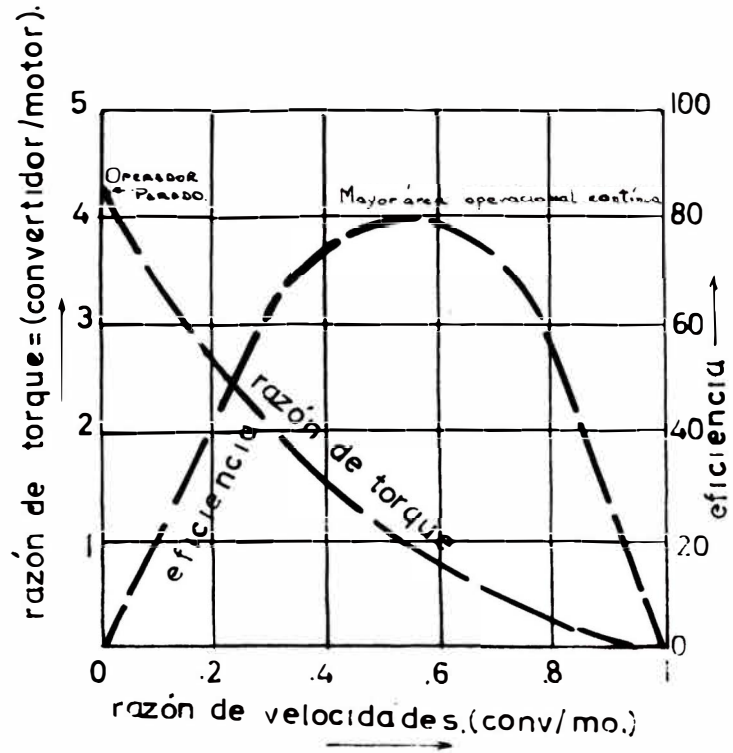
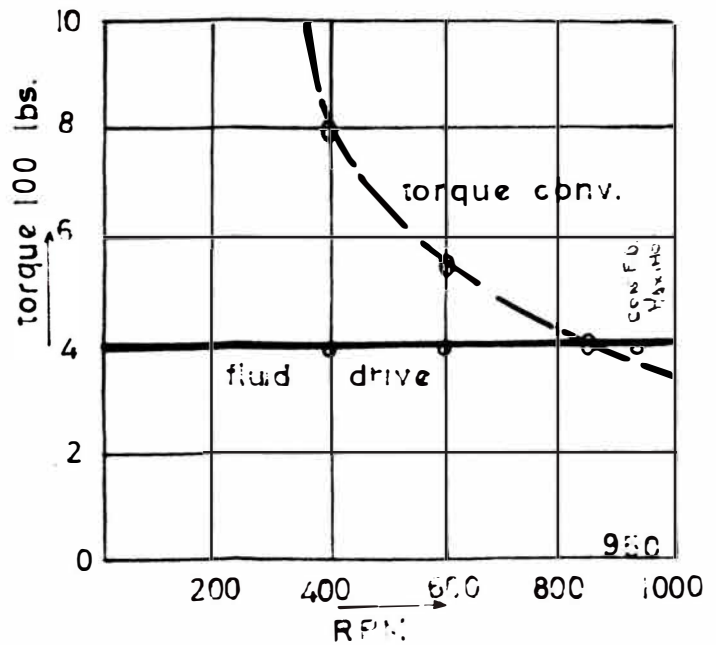
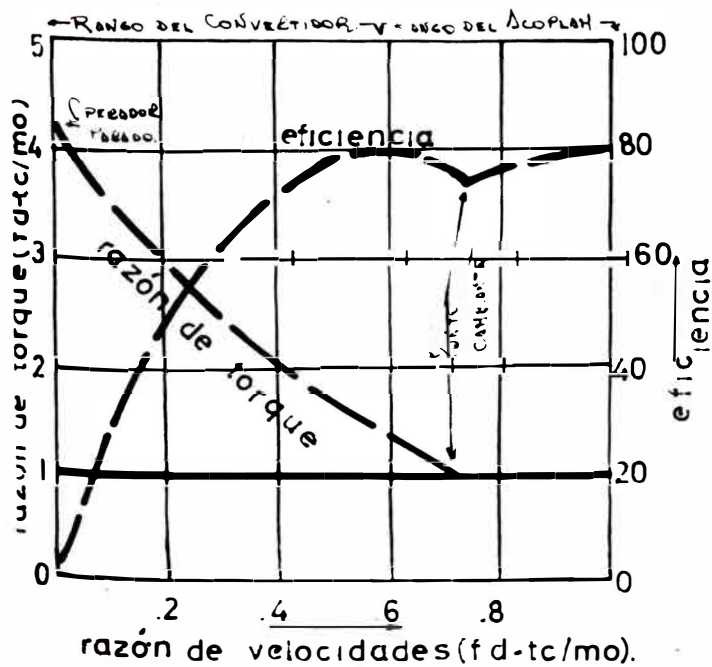


Fig. 6. CARACTERISTICAS DE UN CONVERTIDOR DE TORSION.

Fig. 7. CARACTERISTICAS DE UN ACOPLAMIENTO - CONVERTIDOR.

Fig. 8. COMPARACION ENTRE AMBOS.



impulsado sobre otra paleta paralela ubicada-conectada a un eje de resistencia(transmisión de bombas,etc).Por fricción se pierde el 5% a 6% de energía,manteniéndose un torque constante;este sistema de transmisión no puede superar torques mayores(presiones-tensiones mayores) que el que recibe del impulsor.

EJEMPLO:Motor que entrega 500HP al fluid drive para una bomba de lodo;las canisetas de la bomba están programadas para dar 430 gpm (16"x6-1/4"x60spm).

-La presión máxima sería:PSI  $= (1714 \times 500 \text{hp} / 430) \times 0.95 \times 0.98 \times 0.90$ .

$$\text{PSI} = 1,670.$$

Aquí son:eficiencia del fluid drive = 0.95.

" de la cadena. = 0.98.

" volumétrica de la bomba.= 0.90.

Este sistema trabajará:

SISTEMA.	DIAMETRO DEL LINER.	SPM.	GPM.	PSI.	RESULTADO.
A	6-1/4"	60	430	1,670	Máxima eff del Fd
B	6-1/4"	50	358	1,670	83%Fd.Taponamiento-chorros chicos.
C	6-1/4"	60	430	1,500	90%Fd.Chorros grandes.
D	6-1/4"	60	430	1,336	80%Fd.Chorros grandes.

Un torque converter,básicamente es una paleta impulsora y 2,3,4 o más paletas receptoras y cambiadoras de dirección.Al iniciar el movimiento todo el esfuerzo concentrado en la paleta 1 ocasiona su rotación,y la energía que no es absorbida por la paleta 1 pasa a la paleta 2,y así sucesivamente al resto de paletas fijas. Todo este esfuerzo encuentra mayor resistencia en el convertidor (15%) que en el acoplamiento.

EJEMPLO:Motor de 500hp input al torque converter para accionar bomba de lodo de 430 gpm(16"x6-1/4"x60spm).

-La presión máxima sería:PSI  $= (1714 \times 500 \text{hp} / 430) \times 0.85 \times 0.98 \times 0.90$ .

$$\text{PSI} = 1,494.$$

Aquí son:eficiencia del torque converter = 0.85.

" de la cadena. = 0.98.

" volumétrica de la bomba. = 0.90.



Este sistema trabajará:

SISTEMA	DIAMETRO DEL LINER.	SPM	GPM	PSI	RESULTADOS
A	6-1/4"	60	430	1494.	Eficiencia con FD 90%
B	6-1/4"	52	375	1710.	90%
C	6-1/4"	60	430	1494.	90%
D	6-1/4"	62	445	1440.	90%

SE ASUME:(A).-Un motor de 1,000 rpm que produce un torque de 400 lb-pié.(1).

(B).-Un fluid drive sin reducción de torque de 95% de eficiencia al máximo de 1,000-950 rpm.(2).

(C).-El mismo fluid drive a 600 rpm.(3).

(D).-El torque converter con 85% de eficiencia.(4).

#### HIDRAULICO

→ c).-COMBINACION DE UN ACOPLAMIENTO-CONVERTIDOR:

Esto es posible obtener al combinar las características operacionales de cada uno de ellos,utilizando las ventajas que ofrecen en la transmisión de potencia.La fig:7,muestra las características operacionales de esta combinación.

Esta combinación se pone en marcha en forma similar al convertidor,pero cuando el rendimiento de trabajo del eje incrementa su velocidad,la eficiencia del convertidor comienza a bajar su marcha,el miembro de reacción del convertidor está "sin cerrar" a parte de la presión en su lado posterior y de artefactos libres; de tal manera que se vuelve casi inoperante.Como resultado de este cambio de aprovechamiento del convertidor y del acoplamiento,se continúa de esta manera hasta que la velocidad del operador es bastante reducida en relación al del impulsor para volver "a cerrar" el miembro de reacción y, vuelve la parte posterior del acoplamiento dentro del convertidor.

#### 4.-MECANISMOS DE TRANSMISION ELECTROMAGNETICOS.

a).-ACOPLAMIENTOS ELECTRICOS:

Los mecanismos de transmisión electromagnéticos o acoplamientos de corriente eléctrica en forma de revolinos,tiene características operacionales muy similares al fluid drive;el control de los

acoplamientos eléctricos se obtiene aparte controlando la potencia consumida común, la cuál a su vez controla la cantidad de fluido; por otro lado, apagando la corriente de excitación externa en forma brusca, es posible controlarlo mediante el embrague en forma completa. Esto es posible realizarlo con los acoplamientos de corrientes en remolino para disipar la potencia en forma continua completamente; igualmente es posible por el mecanismo de transmisión del malacate, bombas, o mesa rotaria, a alguna velocidad deseada con la máquina o motor eléctrico a velocidad regulada.

Como sus características operacionales son similares al del acoplamiento fluido, se usa en reemplazo de éstos en varios casos. La mayor diferencia entre ambos acoplamientos es en su aplicación práctica, ya sea por sus características de control, costo, servicio y disponibilidad.

#### -MANTENIMIENTO:

Debido a la efectiva complicación y naturaleza especial de todo mecanismo de transmisión eléctrico, el conocimiento de su mantenimiento es poco conocido y su completo estudio es un curso de gran interés, sobre todo estudiar las especificaciones para su uso que proporcionan los fabricantes.

En los mecanismos de transmisión mediante acoplamientos fluidos la mayor dificultad se debe a:

- 1.-Aceite sucio y barroso: Resultado de un llenado impropio o mantenimiento filtrante deficiente.
- 2.-Sobre calentamiento: Debido a una sobrecarga o sínó como resultante de una operación deficiente de potencia en el engranaje errado.
- 3.-Aire en el sistema: Frecuentemente resulta de presiones reducidas y cavitaciones, como consecuencia de insuficiente llenado o mal sistema de drenaje.

Las causas que originan la deficiencia de un convertidor son generalmente similares a las de un acoplamiento fluido.

## 5.-EMBRAGUES.

Se les denomina también: CLUTCHES. En adiciones de los medios de embrague, proporcionados mediante transmisiones especiales de potencia (ya sean fluid drive o torque converter, acoplamientos eléctricos) mecánicos, o de aire comprimido, los embragues de fricción controlados por medios manuales, aire o hidráulicos son empleados también en los equipos de perforación.

En general el aire tiene reemplazamiento hidráulico controlado por el embrague, en la mayoría de los equipos de perforación.

Hay dos tipos de embragues:

### a). .-EMBRAGUES MECANICOS:

Los tipos generales de embragues usados son:

- 1.-Embragues mecánicos de quijada.
- 2.- " " de cuña o engranajes.

El antes popular embrague de quijada, ha sido reemplazado en su gran mayoría por los embragues de fricción de aire controlado donde se usaba para conexiones o desconexiones múltiples durante las operaciones. Pero en muchos casos los embragues de quijada son usados todavía, generalmente en los equipos de vapor adonde la acción mecánica puede ser fácilmente utilizable debido a la amortiguación y al rango amplio de velocidad del vapor mismo, se los puede adaptar en mecanismos de transmisión de motores eléctricos.

Adonde la acción del embrague es efectivamente "no-operable" en períodos prolongados, se emplean los embragues de cuña o de engranajes; éstos son controlados mediante anillos cambiantes que a su vez pueden ser controlados manualmente o neumáticamente. Es importantísimo que estos embragues sean empleados en donde el movimiento no sea relativo entre las partes del embrague mismo, de otra manera los dientes o cuñas se desgastan rápidamente y llegan a ser inoperantes en su acción y comienzan a sonar fuerte.

Una posición del embrague mecánico es mostrada en la fig:9. Este embrague es controlado mediante un anillo cambiante que actúa mediante un cilindro de aire; este sistema está equipado con un "inter-cerrador" de control de modo que el embrague no puede ser empleado hasta que el freno que paraliza el movimiento relativo en-

tre las partes del embrague ,esté neutro.

b),-EMBRAGUES DE AIRE COMPRIMIDO:

Actualmente en la mayoría de los equipos de perforación, se emplean este tipo de embrague; generalmente se usan embragues de aire directo: El aire es conducido directamente en el interior del embrague; algunos embragues mecánicos de aire externo son silenciosos y fácilmente adaptables a los modernos equipos de perforación

En el tipo de embragues de "aire comprimido directo" existen dos designaciones básicas:

- 1.-Pistón tipo disco.
- 2.-Tubo circunferencial.

Un diafragma del tipo de embrague de disco, de láminas múltiples se muestra en la fig:9'. En los embragues tipo disco, el aire es introducido en su interior, de tal modo que mediante un pistón es comprimido en la superficie de una o más láminas planas (discos), contra la superficie de un número igual de discos estacionarios-planos. La fricción de los discos en movimiento contra los discos estacionarios, es de tal forma que arrastra a éstos y los vuelve movibles; como la presión es incrementada en ambas disposiciones de los discos (convenientemente cerrados ambos) indica su momento de empleo. Cuando el aire escapa desde el muelle interno del embrague forzando, los discos separadamente cesando la acción del embrague.

El embrague de tipo "tubo circunferencial", es denominado así porque el aire es introducido en su interior por un tubo continuo, que está colocado a lo largo de una circunferencia externa de un círculo; al ser el aire introducido en el interior del tubo, sufre expansión ya sea interna o externa y de esta manera todos los espacios libres de la circunferencia reciben su acción, como la bola está equipada con zapatos de fricción, éstos arrastran en sus superficies de contacto el aire, de modo que lo impulsan al interior en forma de movimiento de rotación acompañado del tubo que lo contiene.

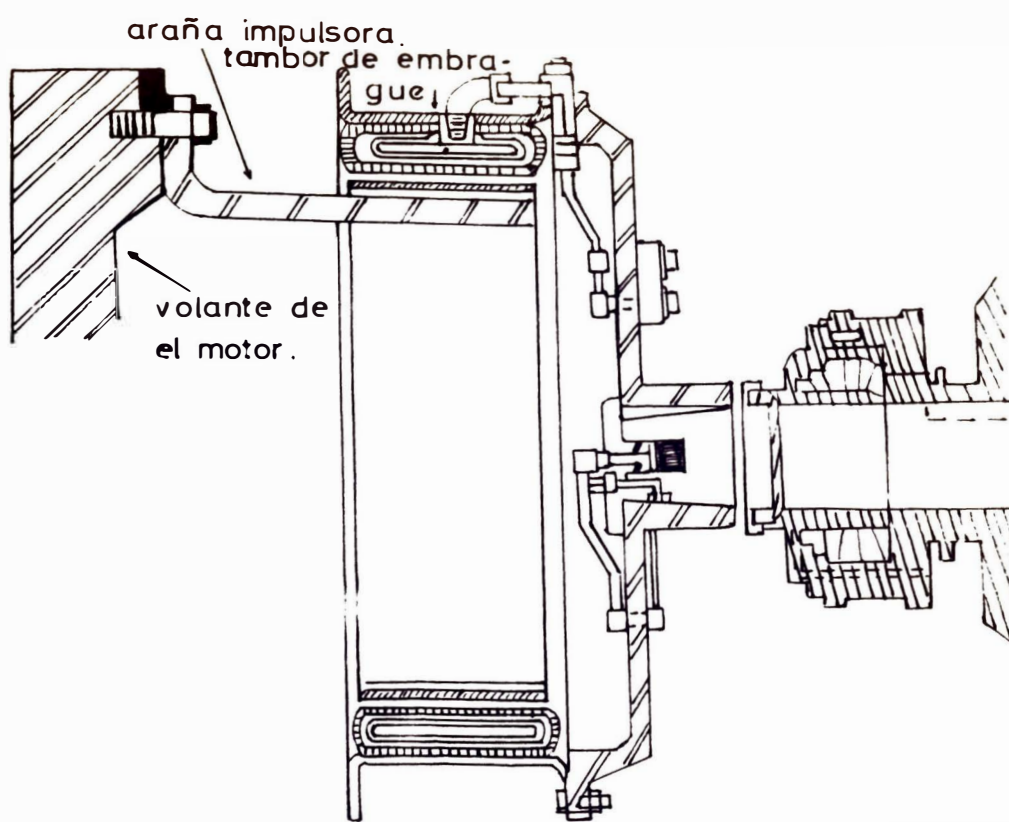


Fig:9. FRENO DE UN EMBRAGUE-AIRE.-Usado como un embrague de motor. Cuando el forro de el embrague y la volante de el motor no dependen del indicador de el manómetro, usar el indicador esférico montado sobre la araña impulsora del embrague e indicar sobre el tambor del embrague.

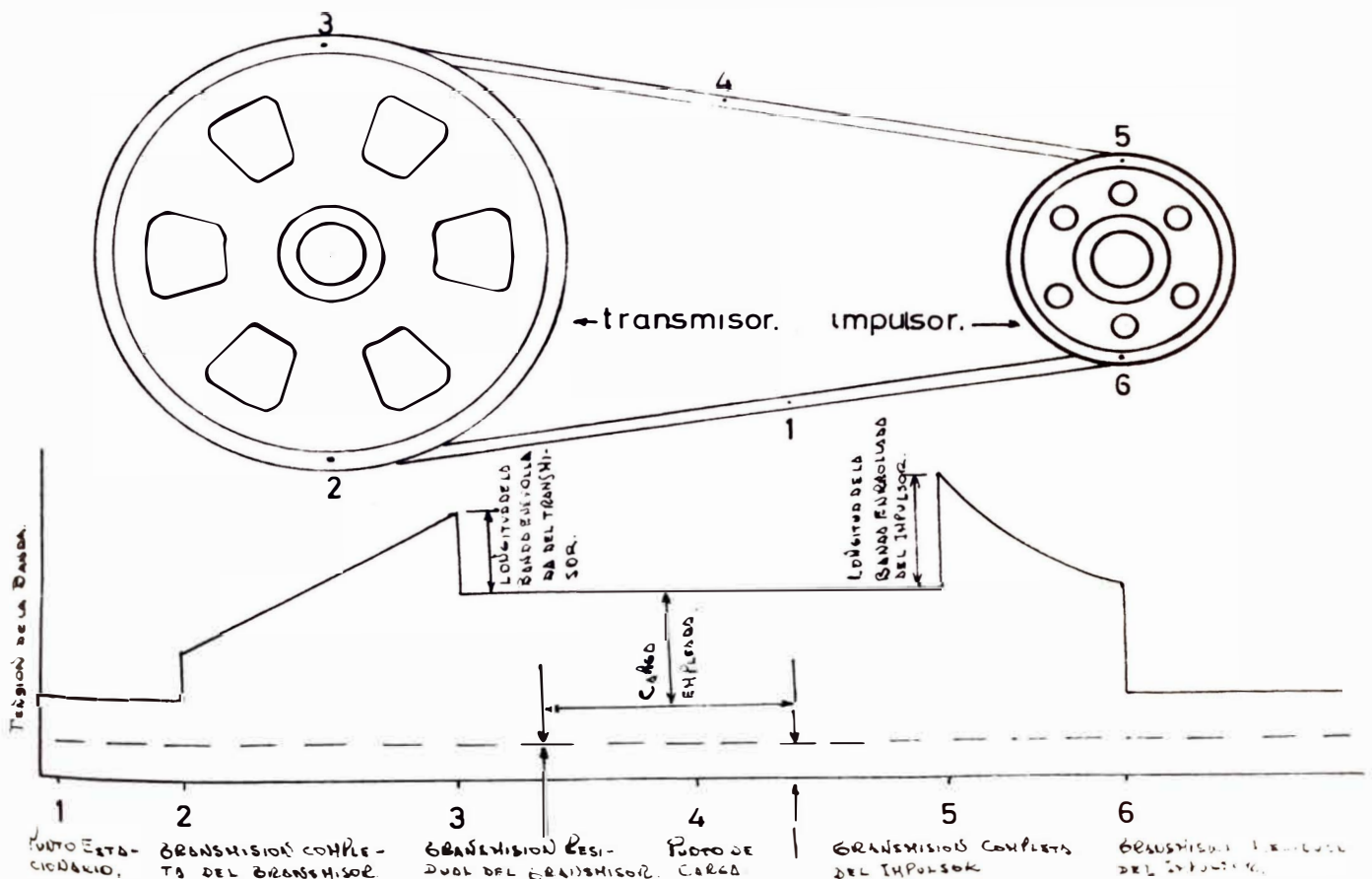


DIAGRAMA DE TENSIONES.- Para una típica transmisión con bandas -7- para una bomba de todo, la tensión es menor alrededor de la longitud del diámetro de ambas roldanas.

Las bandas enrolladas tiene mayor tensión que las rectas comprendidas entre ambas roldanas.

Los embragues tubo-circunferencial son usados en máquinas combinadas y controles de transmisión de bombas, porque es sumamente fácil de acoplarlo en un alineamiento flexible; una versión más rígida de este tipo de embrague es el que se usa en las diversas aplicaciones del malacate. Su principal ventaja es que proporciona una fácil desconexión en forma completa.

Los embragues de disco han sido empleados en los diversos campos, en un número mayor que los embragues tubo-circunferencial y tiene gran aceptación en el control operacional de éstos.

c). -MANTENIMIENTO:

El mantenimiento de ambos tipos de embrague, tipo disco y tubo-circunferencial, debe ser determinado por las especificaciones de fabricación. Por ejemplo muchos embragues tipo disco requieren especial lubricación para sus sellos internos; cuando este tipo de embrague no pueden ser fácilmente lubricados se emplean los embragues tubo-circunferencial.

Existen siempre dos o más piezas que deben ser siempre vigiladas: -El primero es el "operador" que recibe como positivo un contacto y el constante resbalamiento origina que las superficies de fricción se vuelvan lisas, arruinándose así la eficiencia del embrague.

-Continuos errores de la no coordinación de las láminas, hacen que no coincidan una con las otras ocasionando su desgaste, y originando el sobrecalentamiento de embrague; debido a este sobrecalentamiento las láminas sufren desviaciones y los tubos pueden arruinarse por el calor.

Los errores de no coordinación de las láminas, pueden ser causados por diversos factores, pero casi todos se pueden prever con una supervisión y adecuado mantenimiento. Los principales factores son: -Impropia operación de control. El control del embrague debe ser empleado rápidamente y firmemente procurando no sobrecargarlo

-Superficies de fricción aceitadas, barrosas; deberán ser limpiadas frecuentemente con solventes y protegerlas de la entrada

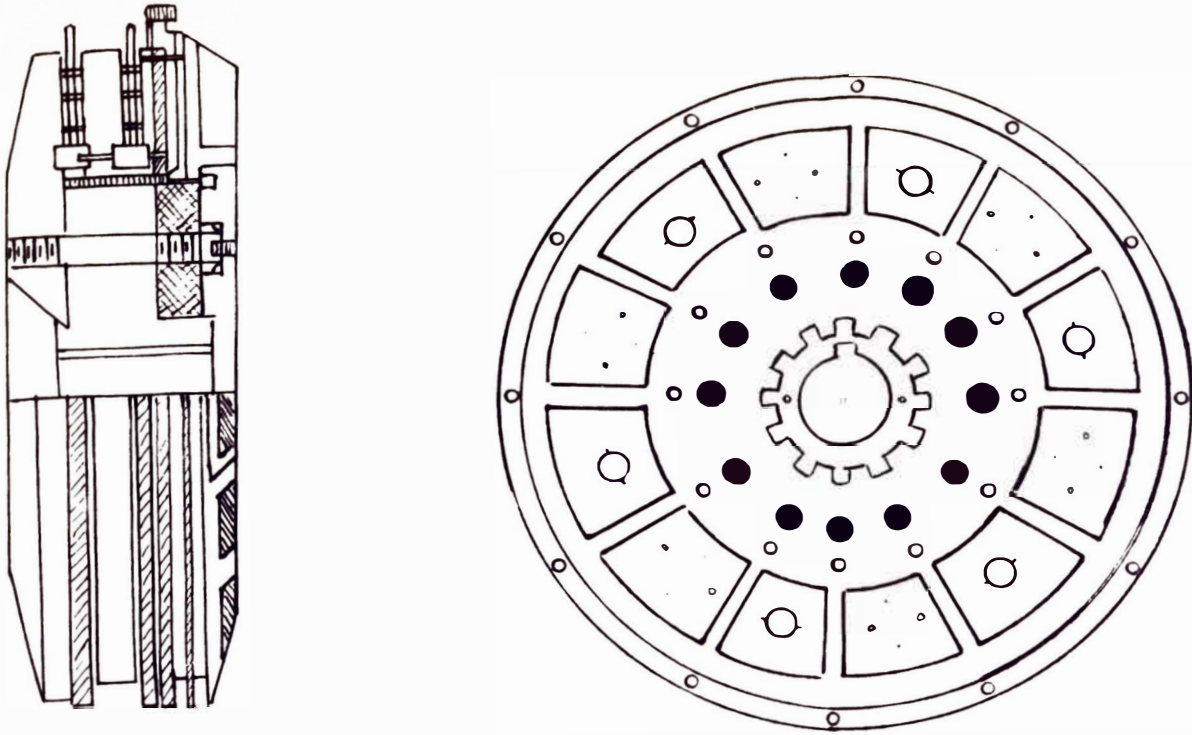


Fig: 9'. FUNCIONAMIENTO DE UN EMBRAGUE DE DISCO POR AIRE DIRECTO.

Este embrague ocupa menor espacio que el de tipo tambor y puede ser arreglado reemplazando unas piezas baratas.



(A)



(B)

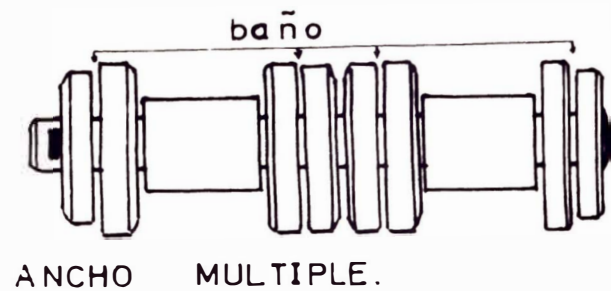
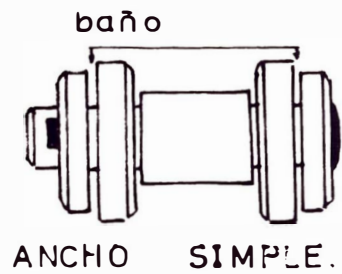


Fig: 9''. CADENAS API: Son designadas para transmisiones lentas.

Se usan en mecanismos rotarios silenciosos, deben lubricarse con un baño continuo de gotas de aceite.

de aceite, barro o grasas.

-Debido a un sobrecargamiento del embrague: Los engranajes de línea recta deben usarse cuando sea posible; los ronquidos fuera de la tubería, se debe a un error de engranajes que al entrar al hueco debiera procurarse evitarse.

-Embragues húmedos o poca presión de aire: Los embragues y sus líneas de aire deben consumir el condensado que se forma periódicamente y es recomendable mantener una mínima presión de aire en todo instante.

EN SINTESIS: EMBRAGUE.- Es el mecanismo que une o separa dos piezas con relación al movimiento.

El embrague neumático o de aire comprimido tiene una eficiencia de 100%, y es el que se usa en casi todos los equipos de campo.

#### 6.- MEDIOS DE TRANSMISION DE POTENCIA:

Las transmisiones de potencia en los modernos equipos de perforación, utilizan tres medios de transmisión principales:

- a).- Cadenas.
- b).- Bandas-V-.
- c).- Engranajes.

Otros medios especiales como mecanismos de transmisión por fricción son usados en forma irregular.

- a).- CADENAS: Existen dos tipos:
  - Cadena de rodillos.
  - Cadena silenciosa.

#### a).- CADENA DE RODILLOS:

Es generalmente el más popular medio de transmisión de potencia usado en los equipos de perforación. Dos aplicaciones típicas se observan en la fig: 9''; donde una doble hilera de cadenas de 1-1/2 pulgadas, es usada como un medio de transmisión de retroceso dentro de una selectiva transmisión; y una hilera simple del tamaño de una cadena de motocicleta, es usada como medio de transmisión de la bomba de lubricación.

Las ventajas del empleo de las cadenas de rodillos son:

- 1.- Tiene una eficiencia de operación de 98%.



2.-Medio de transmisión positivo, sin resbalamiento ni deslizamiento.

3.-Medio de transmisión compacto, requiere de pequeño espacio.

4.-No requiere tensión inicial.

5.-Puede proporcionar grandes reducciones de velocidad:10:1.

6.-Necesita ligeramente menor perfección en el alineamiento que los engranajes.

7.-Es fácil su conservación y reemplazamiento.

8.-No es afectada por cambios razonables, climatéricos o ambientales.

9.-Es durable.

10.-Puede ser corrido en cualquier dirección.

En los equipos antiguos de perforación, los mecanismos de dirección estaban sujetos a bruscas sacudidas al emplear el embrague.

El A.P.I. ha estandarizado las cadenas de acuerdo a sus diversos tamaños: N<sup>OS</sup>: 3, 3-3/8, 4; representando así el tipo de cadena.

El A.P.I. en su norma 7 proporciona gráficos de aplicaciones recomendables de estas cadenas, considerando el caballaje, velocidad y la lubricación recomendable. Copias de estos gráficos están representados por las figs: 10, 11, 12; la comparación e inspección de estos gráficos muestra que conforme el tipo de cadena decrece desde "4 a 3", la máxima recomendación en las velocidades de cadena incrementa desde 2,950 hasta 3,270 ft/min. Esto es debido a que la velocidad de cadena incrementa el impacto de el diente de la rueda de cadena; pero los estirones bruscos causan la rotura de los pernos que unen los eslabones, por eso es importante tener la cadena un poco flexible y no demasiada rígida.

Como la velocidad del mecanismo de transmisión a cadena ha sido frecuentemente incrementado, actualmente se usan cadena de 2-1/2", tipo menor que el que especifica el A.P.I.

Una de las excepciones es la transmisión de la mesa rotaria, ya que está sujeta a usos extremadamente fuertes a relativas velocidades bajas.

Fig:10. MAXIMAS RECOMENDACIONES CON HP APLICADO PARA

TRANSMISIONES ROTARIAS CON CADENA Nº 3.

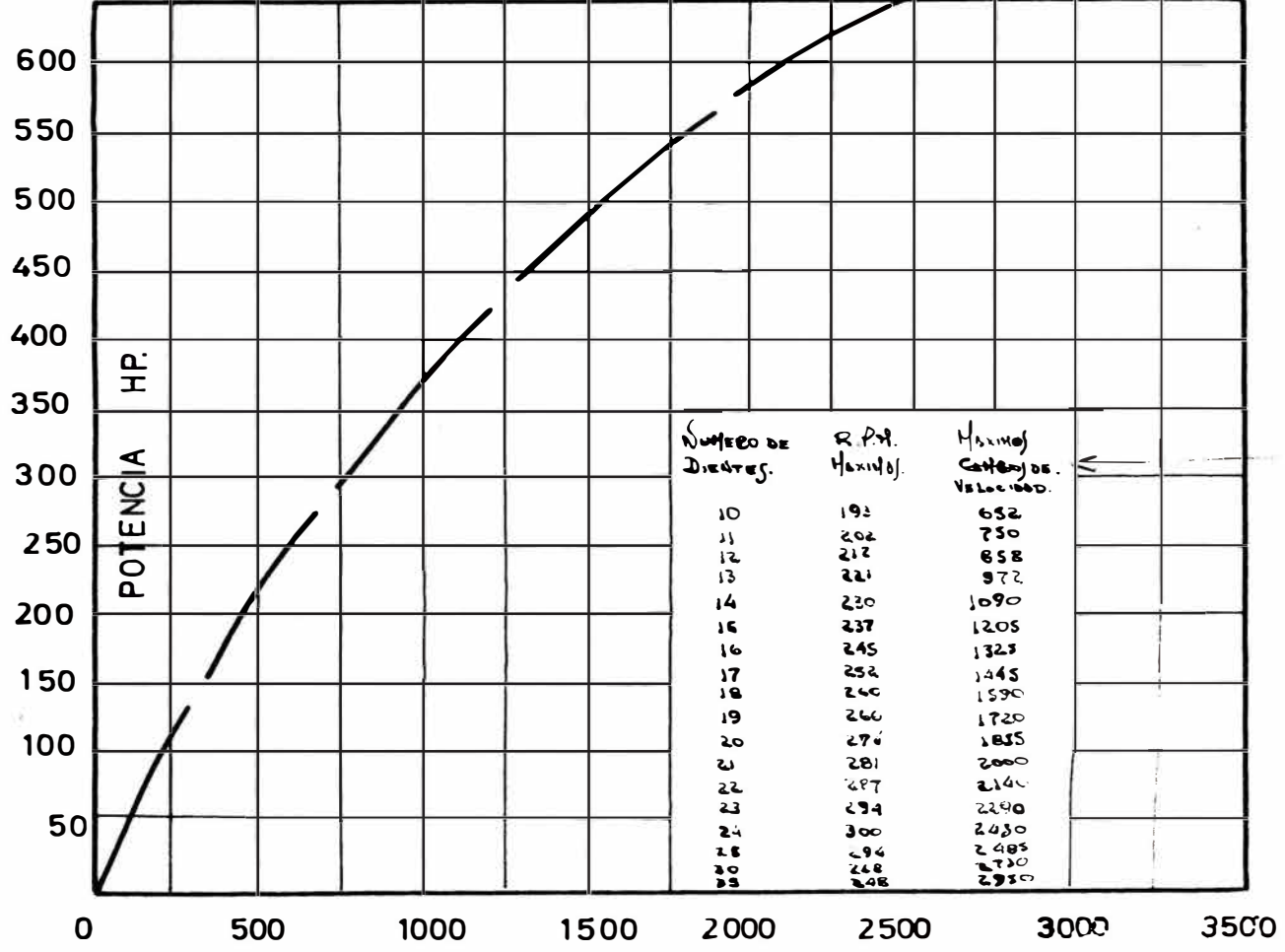
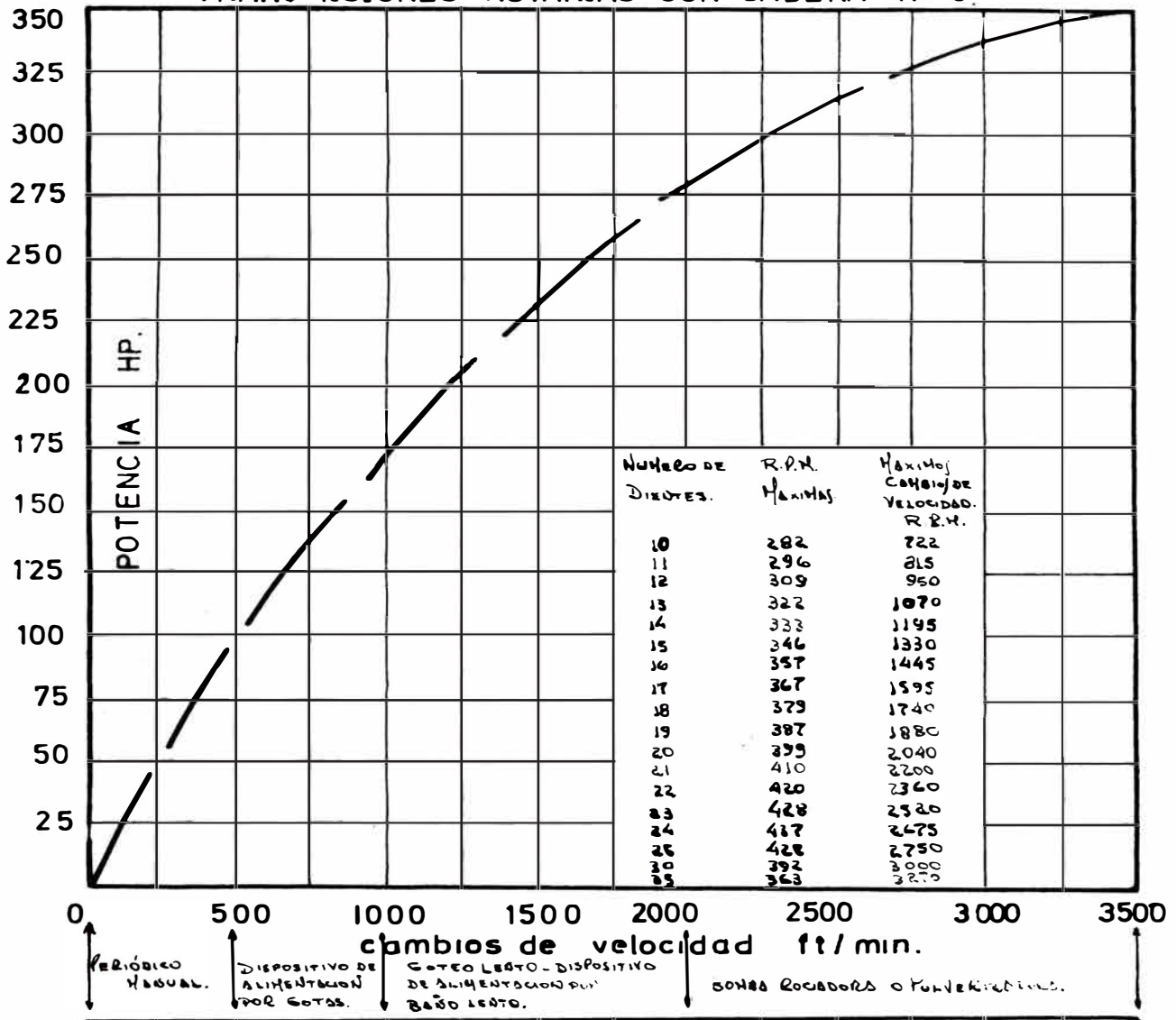


Fig:11. MAXIMAS RECOMENDACIONES CON HP APLICADO PARA TRANSMISIONES ROTARIAS CON CADENA Nº 4.

La cadena de rodillos usado en los equipos de perforación, que poseen mecanismos de transmisión, mayores; son fabricadas de acuerdo a los requerimientos de la A.S.A. y normalmente los tamaños usados son:  $2-1/2"$ ,  $2-1/4"$ ,  $2"$ ,  $1-3/4"$ ,  $1-1/4"$  y de  $1"$ . Con algunas excepciones los nombres de cadena se realizan por: Divisiones entre 80; por ejemplo la cadena  $140H = 140/80 = 1-3/4"$ , y H corresponde al tipo de cadena pesada, que soporta la tensión en los costados.

Los malacates poseen un rodillo de acero de cadena, que puede estar fabricado en simples, dobles o múltiples grosores, originando una gran variedad de cadenas.

#### -MANTENIMIENTO:

La lubricación de la cadena de rodillos como se muestra en los gráficos del A.P.I. llega a ser demasiada crítica al incrementar la velocidad. En la mayoría de los equipos de perforación en donde las velocidades de los mecanismos de transmisión, son altas; es conveniente proporcionar una fuerza que lubrique a la cadena en el interior del mecanismo, de tal manera que la fuerza centrífuga impulse al lubricante a través de la cadena y no lejos de ella.

Algunas designaciones introducidas ultimamente en la lubricación de los dientes de la rueda de cadena, es lubricar el eje, raíz y diámetro del diente de la rueda de cadena.

La lubricación es esencial para la conservación de las cadenas y se deben seguir las especificaciones de los lubricantes a emplearse que proporcionan los fabricantes; ya que cualesquiera incorrección en el uso de un aceite, carencia de aceite, o líneas de alimentación obstruidas (resultantes de filtros sucios, sedimentos fangosos, trapos o curdas arrastradas en el sistema), ocasionan el deterioro de la cadena.

Se debe instalar correctamente la guía del rodillo de la cadena y no descuidar que los costados no estén demasiado flojos o excesivamente templados, ya que ocasionarían el no alineamiento en los ejes de los cojinetes, o la desunión de los dientes debido a su continuo vaivén.

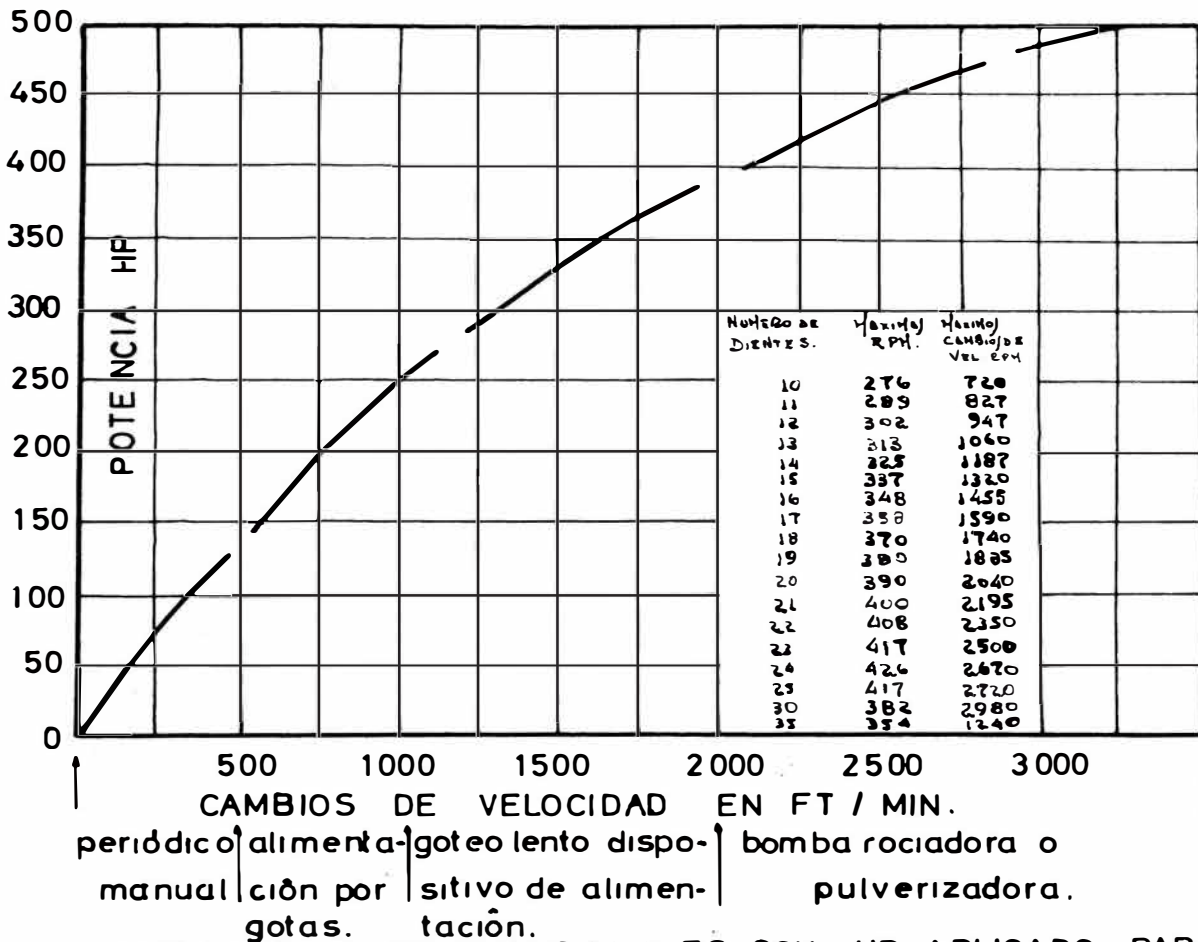


Fig:12 MAXIMAS RECOMENDACIONES CON HP APLICADO PARA TRANSMISIONES ROTARIAS CON CADENA Nº 3-1/8

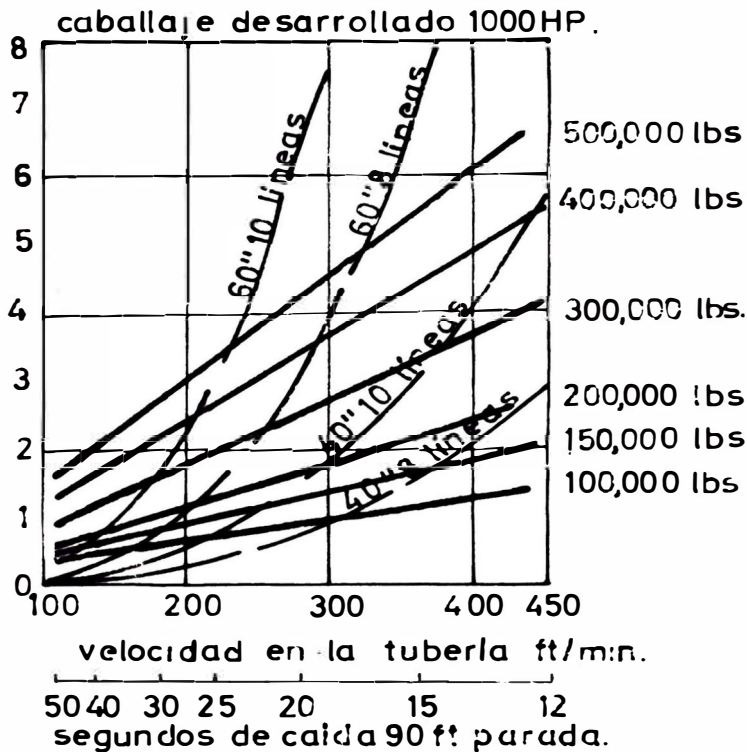


Fig:I-CAPACIDADDE FRENO DE UN HIDROMATICO aumenta con la velocidad de rotación. por esta razón la potencia de freno de algún modelo es mayor con 10 líneas q'con 8 líneas (su veloc. también)

En una conducción larga es posible acortarla secando un eslabón; frecuentemente así se les tiempla.

Se debe procurar conservar la cadena limpia y se le debe lavar con solventes, debido a que ella está expuesta al polvo, y lubricar la nuevamente.

Al notar que los dientes están desgastados, se le debe cambiar inmediatamente, para que la cadena no esté desalineada.

a) .-CADENA SILENCIOSA:

Este tipo de cadena, combina algunas características de engranajes transmisores y de tambor de cadena. Comparando la cadena de rodillos y la cadena silenciosa, ésta utiliza dientes de engranaje tipo diente de rueda de cadena y una semi-articulación de acción en granadora; por eso durante su operación puede acoplarse magníficamente a las altas velocidades que la transmisión requiera, lo que no sucede con la cadena de rodillos.

Siempre la cadena silenciosa requiere que el eje esté bien alineado y que su instalación esté rígida. Al emplearla en levantamientos debe conservarse más desajustada que la cadena de rodillos.

Los puntos especificados para el mantenimiento de la cadena de rodillos, es aplicable en este tipo de cadena.

b) .-BANDAS-V-:

En la perforación de pozos, las bandas son generalmente empleadas en mover las bombas de lodo; sin embargo en pequeñas instalaciones son empleadas en una gran variedad de transmisiones auxiliares tales como: Generadores, bombas lavadoras, bombas de aceite, etc. Las bandas-V-son usadas en transmisiones largas, debido a que son más suaves en su movimiento y de conexiones más flexibles que las cadenas, y principalmente que no necesita mantenimiento.

También absorbe los golpes, vibraciones, proporcionando una acción segura.

Debido a su peso liviano y a su longitud, generalmente son trans

portadas en rollos. Las bandas-V-son movidas por la fricción que ejerce los surcos de las roldanas en sus costados; estas bandas son seleccionadas para encajar en los surcos de la roldana sin tocar el fondo de éstos. Las bandas son frecuentemente instaladas, ordenadas y repuestas por parejas en el tren de engranajes, de tal manera que todas ellas poseen igual longitud y permite que las cargas actuantes sean distribuidas en todas ellas en igual forma.

Como resultado del uso de las bandas-V-en los campos petroleros el A.P.I. ha desarrollado cálculos considerando su aplicación y uso. Esta información ha sido publicada en la "STANDARD A.P.I.", la cual es redactada líneas seguidas, informando sobre su instalación mantenimiento, prácticas operativas, etc.

#### -INSTALACION:

Se dan las siguientes recomendaciones en la instalación de las bandas-V-:

-Las roldanas deben estar alineadas y sus ejes deben ser paralelos y libres en su rotación.

-Nunca deben ser forzadas a actuar encima de los surcos de la roldana.

-Los centros de la roldana deben estar flojos, hasta que las bandas sean colocadas dentro de los surcos, con las manos.

-Antes de que se dé algún ajuste a un tren de engranajes, observar que las bandas estén en su respectivo surco o trazo de transmisión.

Si se ajusta antes de colocar todas las bandas, puede ocasionar el deterioro de éstas.

La tensión de las bandas resulta al estar la transmisión en un punto muerto, pero cuando la transmisión está debajo de la velocidad máxima, las bandas presentan una ligera curvatura entre los puntos comprendidos de las dos roldanas, y sus extremos no rozan fuertemente las paredes de los surcos. Un diagrama de tensiones de las bandas se observa en la figura inferior de la primera lámina.

## -MANTENIMIENTO Y PRACTICAS OPERATIVAS:

Las bandas-V-requieren poco mantenimiento, pero si carecen de atención los siguientes puntos, su durabilidad disminuirán:

-Lubricación de los ejes de las roldanas, principalmente de sus cojinetes.

-Mantener una tensión constante de operación, mediante ajustes continuos del centro de la roldana. Al realizar cambios extras de posición, al instalarse bandas nuevas; éstas deben revisarse después de 24 a 48 horas de operación.

-Cuidar que los ejes de las roldanas estén paralelos, las roldanas estén alineadas y se desplacen correctamente; el excesivo bamboleo origina una vibración de sobre carga que ocasiona el deterioro de la banda.

-No se debe permitir que las bandas rocen algo puntiagudo ya que se astillarían.

-Cuidar que las superficies de contacto entre la banda y la roldana esté libre de aceite o de cualquier otro cuerpo extraño.

-Si se produce algún deslizamiento de la banda, sobre los surcos de la roldana se debe a que éstos estén aceitosos, enlodados o barrocos. Puede limpiarse con un trapo o paño empapado con una sustancia solvente.

-Antiguamente se empleaba un tubo torcido para voltear y acomodar una banda, pero frecuentemente se dañaban los surcos de la roldana o los costados de las bandas se astillaban.

-Los surcos astillados, rajados o ásperos influyen en la duración de una banda, es decir acortan su tiempo de uso.

-Las roldanas dañadas (surcos defectuosos) deben ser re-surcadas nuevamente.

-Si la sección de tensión de una banda sufre un ligero resquebrajamiento o una pequeña fisura, debe cambiarse la banda.

-Las bandas no deben trabajar invertidas en los surcos, debido a que su sección de tensión sufre un esfuerzo mayor y ocasionaría su rompimiento.

-Solamente se usarán bandas dobles en transmisiones múltiples, pero procurar que sean nuevas y las usadas se pueden emplear en el tren de engranajes, siempre y cuando que no estén dañadas.

-Deben estar guardadas en sitios frescos y no en lugares descubiertos, ya que se resecarían.

-Las aplicaciones tensionales se harán mediante ajustamientos centrales de las poleas locas; si el uso de estas poleas es necesario, se deben emplear roldanas con surcos invertidos de un diámetro no más pequeño que el mínimo recomendado en transmisiones por roldanas.

-Los surcos angostos o anchos, ocasionan desgastes desiguales en las bandas y originan transmisiones diferenciales que son una fuente de error. La causa de estos surcos defectuosos son el uso de máquinas malogradas.

-Se deben usar dispositivos que amortigüen las vibraciones de las bandas en los costados lentos.

-Las bandas que prestan diferentes servicios, no podrán ser empleadas en una misma transmisión nuevamente.

Las transmisiones en base del uso de las bandas-V-múltiples, emplean bandas unitarias en que el área de tensión cubre enteramente el ancho de la roldana, impidiendo así el empleo de bandas por parejas.

c).-ENGRANAJES:

Los engranajes son de gran uso en equipos compactos, operaciones silenciosas y cuando grandes variaciones de velocidades son requeridas. Se emplean 7 tipos de engranajes en los campos petroleros:

- 1.- Engranajes espolonados.....SPUR GEAR.
- 2.- "       hélios.....HELICAR GEAR.
- 3.- "       espina de pescado.....HERRINGBONE GEAR.
- 4.- "       biselados.....BEVEL GEAR.
- 5.- "       en espiral (con. jeringa)..SPIRAL GEAR (including Hypoid).
- 6.- "       serpentes o tornillos sin fin.



## 7.-Engranajes de cremallera o piñón.

De estos siete, los más usados son: engranajes hélicos, espina de pescado, biselados y espirales; se los emplea en transmisiones de potencia y en cambios de velocidades.

Los engranajes biselados, espirales y sus diversas derivaciones, se emplean en la mesa rotaria.

Los engranajes espina de pescado y hélicos, se emplean en transmisiones selectivas, bombas de lodo y unidades de bombeo.

El engranaje espina de pescado, es actualmente un engranaje hélico doble cortado juntamente de modo que el empuje final, obtenido por el engranaje hélico simple sea cancelado exteriormente.

### -MANTENIMIENTO:

Lo más esencial es el alineamiento de engranajes; y cualquiera instalación de engranajes debe de ser rígida y se debe prevenir cualquier motivo que consiga forzar el engranaje y hacerlo salir fuera de su alineamiento.

Al estar los engranajes sucios o duros, ocasionan golpes en la transmisión y dañan la instalación de ellos mismos.

Los engranajes deben emplearse en transmisiones de larga duración; y al limpiarse frecuentemente su instalación debe revisarse su alineamiento, lubricación, que constituyen los puntos esenciales en la conservación de los engranajes. Pero se debe procurar seguir las indicaciones de los fabricantes.

## 7.-TRANSMISIONES DE POTENCIA POR DIESEL ELECTRICO.

La potencia generada por los motores diesel eléctricos, ha sido aplicada en los campos petroleros durante algunos períodos, sin embargo actualmente son utilizados en gran escala.

Este tipo de transmisión incluye generadores y motores, que nos proporcionan la transmisión y paralelamente su control de la potencia original transmitida por el diesel eléctrico (motor).

Este sistema reemplaza mayormente el empleo de las transmisiones combinadas a base de cadenas, y a una buena parte de controles mecánicos; con transmisiones de potencia controlada eléctrica.

Una de las nuevas aplicaciones de este tipo de transmisión, es en tracciones, en donde se emplean equipos similares a los usados en los ferrocarriles (conjunto de motores diesel eléctricos).

Se emplean también en transmisiones intermedias de potencia y en controles eléctricos. Su rendimiento es muy similar al de la potencia producida por el vapor, por este hecho su potencia es aplicada a los modernos malacates de gran potencia, y como resultado de la gran eficiencia localizada en el conjunto de potencia motriz colocada entre el malacate y las bombas, este tipo de transmisión se aplica frecuentemente en perforaciones.

La flexibilidad del sitio es importante para el cálculo del espacio, fuerza estructural y tamaño del equipo. Este siempre debe estar dentro de un rango económico.

#### -CONTROL:

La mayoría de las aplicaciones del diesel eléctrico, son similares aunque difieren en sus operaciones.

En todo conjunto un motor motriz de potencia DIESEL ELECTRICO, consta de: -Un generador eléctrico principal y de un generador adicional que proporciona el control de la potencia.

El generador principal es conectado al diesel eléctrico y al malacate en forma directa, mediante un sistema de control eléctrico; este sistema usa el generador auxiliar para controlar la potencia del motor principal de corriente directa que suministra al malacate de maniobras.

Un sistema de control usado es aquél que tiene: "velocidad variable" y "voltaje constante", en donde el motor diesel opera a "velocidad constante". Otro es aquél donde la "velocidad es constante" y el "voltaje es variable", aquí el motor opera también a "velocidad constante"; pero hay otros en donde la velocidad del motor es controlada.

Los controles manuales están colocados en un tablero, y son de dos tipos: -Control de la excitación del campo magnético o inductor.

-Control del voltaje del inducido.

En cada sistema una pequeña cantidad de potencia inicial, proporciona el control de la mayor potencia producida sobre un alto rango. Existe un pequeño suministro para el paso mínimo del motor de control, de modo que continúa la baja de potencia requerida, resultante de una pequeña válvula reguladora del consumo de energía.

El control de la velocidad del motor actúa con el control de la velocidad del generador principal y consecuentemente con el control del voltaje inducido, que es en suma los controles del inductor de excitación del motor, proporcionando una combinación de sistemas de controles.

Semejante a la conducción especial previamente discutida, el equipo diesel eléctrico proporciona algunas ventajas en el control de la transmisión de potencia al malacate.

El uso de infinidad de engranajes intermedios hacen posible un torque máximo controlado, su mecanismo de retroceso, la fácil aplicación del embrague mediante el control eléctrico, proporcionan ventajas sobre otro tipo de motor.

Mediante el circuito de control "cortado" no existe conexión entre el circuito primario del motor de corriente directa y el malacate; con el circuito de control "invertido" el motor de corriente directa proporciona potencia reversible sobre la pedida. Esta combinación reduce el número de cambios de velocidades requeridos, y son suficientes para operar con máxima eficiencia.

Los engranajes reversibles flojos en los malacates, no es problema debido a la acción reversible de los motores eléctricos.

#### -APLICACIONES:

Las bombas de lodo son generalmente proporcionadas de potencia, por medios diferentes a los que emplean los malacates o mesas rotatorias; generalmente es un motor independiente, el cuál frecuentemente es un motor diesel eléctrico.

Los motores diesel eléctricos, se emplean en servicios auxilia-

res de controles de bombas o mesa rotaria.

Los motores diesel eléctricos de 600HP se utilizan para proporcionar potencia a los malacates de 4 velocidades usados en la perforación; estos motores están proporcionados de potencia por los generadores eléctricos, que a su vez son controlados mediante el generador de control de potencia.

Estos motores poseen un sistema de refrigeración por aire, que viene incluido en la venta del equipo del motor diesel eléctrico.

#### 8.-CONCLUSIONES GENERALES.-

La selección de un sistema de transmisión de potencia, se debe fundamentalmente a la gran experiencia de interpretar los principios básicos de ingeniería; pero es imposible catalogar un cálculo de transmisión de potencia como perfecto, porque puede servir para un proyecto actual pero no para un proyecto futuro, o servirá para una determinada área pero fallará en cualquier otra.

Esto se debe al avance continuo de la técnica en la perforación y la continua variación de los sistemas de control.

Los avances de la técnica es evidente en todo campo operacional; ya sea en la estandarización del empleo de las brocas a chorro que originan una mayor velocidad en la perforación de pozos, mayor capacidad de las bombas de lodo, y también mayor revoluciones por minuto de la mesa rotaria.

También influyen las modernas perforaciones usando aire, perforaciones dirigidas, etc.

Es evidente que la transmisión de potencia, desde el empleo del cable en la perforación al uso de las bandas-V-, desde el uso de engranajes espolonados al uso de engranajes espina de pescado, o desde el mecanismo de transmisión recta a el mecanismo de transmisión hidráulica, ha sufrido un avance técnico de gran magnitud que obliga a los fabricantes y compradores a estar al corriente de estos avances para no errar en la compra de equipos, cuyo resultado sería el bajo rendimiento operacional o su rápido deterioro, rotura de sus piezas por sufrir tensiones mayores a las indicadas.

## 9.-COMO OBTENER PROYECTOS ECONOMICOS AL USAR MALACATES Y

### TRANSMISIONES COMBINADAS.

Hay tres pasos esenciales para obtener éxito económico al realizar proyectos de perforación:

- a).-Realizando una inteligente oferta.
- b).-Realizando una perforación rápida.
- c).-Cuidando que los costos sean bajos.

El orden y la perforación dependen de el área de trabajo, pero los costos son los mismos en casi todos los lugares.

Se comienza con obtener el equipo conveniente y conservarlo en óptimas condiciones hasta la finalización de la perforación. Como ayuda para la obtención del éxito económico de un proyecto, el presente artículo en base de charlas dictadas por fabricantes y contratistas de malacates y transmisiones combinadas, es dado como guía. Si nos gusta un equipo por su precio bajo, debemos tener presente los siguientes puntos:

-Si es el adecuado para el trabajo: Puede el malacate maniobrar con todas las cargas necesarias que trabaja el equipo? ¿puede resistir sobrecargas sin malograrse?.

-Puede ser facilmente desarmable, de fácil traslado y armado? ¿Es el malacate de fácil traslado y armado? ¿Es el malacate y sus diversas combinaciones, portátiles para su tamaño?.

-Es facilmente maniobrable? ¿Ejerce el perforador un buen control sobre todo el equipo?.

-Es flexible y facilmente adaptable a cambios de programa de perforación? ¿Puede el equipo perforar económicamente en cualquier área en donde las formaciones y profundidades sean diferentes?

-Está el equipo fabricado cuidadosamente? ¿Están sus líneas de izaje y los catheads en perfecto estado? ¿Posee el perforador un suficiente espacio para maniobrar perfectamente? ¿Están sus partes movibles bien protegidas?.

Todos estos puntos se deben considerar como básicos, para poder catalogar y escoger un equipo de perforación.

### -COMO SE CONSERVA UN EQUIPO:

Hay 4 puntos importantes para conservar el equipo en perfectas condiciones:

1.-Inspeccionar el equipo:Armar un programa que contenga los artículos importantes que servirán de una buena base.

2.-Reemplazar inmediatamente las partes malogradas:Cuando una parte está gastada origina un gran esfuerzo sobre el resto,por es se debe proceder inmediatamente su cambio.

3.-Lubricación del equipo:Tener conocimiento del tipo y cantidad de lubricante que cada pieza necesita:También ver si cada pieza tiene la suficiente lubricación cuando lo necesite.

4.-No abusar del equipo:Los fabricantes no fabrican ninguna armazón sin las limitaciones que posea el equipo;respetando estas limitaciones se pueden reparar las fallas en poco tiempo.Se debe observar que ningún manubrio,choque al mover el equipo.

Los embragues y los frenos deben emplearse pausadamente y no bruscamente.

-ooooOXXKOOoooo-

### 10.-MALACATES.-

#### -SU EMPLEO Y COMO SELECCIONAR EL CONVENIENTE:

La armadura y cubiertas laterales de un malacate constituyen un sistema rígido,de ordenado alineamiento de sus apoyos y sin variaciones de sus distancias centrales;si no fuera rígido tendría variaciones en sus distancias centrales y ocasionaría una pérdida de tiempo y gastos en reparaciones.

La fabricación de las armaduras rígidas no es simple,ya que se estudian las cargas que se maniobran durante la perforación y sus movimientos de giro e inclinaciones de las cargas que soporta la estructura.Por esta razón debe ser fabricada de material resistente y liviano para su fácil traslamiento.

También la plataforma debe de ser amplia y de bastante accesibilidad para su instalación sanitaria,control de tubería,colector

de aceite, controles de cabeza (colocados debajo de la plataforma de maniobras), etc.

-SU TAMBOR DEBE DE SER GRANDE:

Se debe tener en cuenta tres puntos importantes sobre el sistema del tambor en si mismo:

-¿Posee un diámetro apropiado? ¿Es de longitud apropiada? ¿Posee surcos o es ranurado?.

-Si un tambor es pequeño para el cable que se emplea, origina un sobre esfuerzo en éste y puede malograrse rápidamente. Se debe rechazar por esta causa el equipo y el cable al instante.

-Los fabricantes hacen como seguridad el tambor de un malacate, grande, para que el cable entre perfectamente en él, es decir en sus surcos.

-La longitud de un tambor (y la amplitud de su diámetro), conjuntamente con sus surcos son las partes esenciales de todo tambor.

-El cable debe estar enroscado unas cuantas vueltas en el tambor, cubriendo así la longitud total de éste.

-Todo tambor debe poseer la mayor longitud posible, conforme sea el tamaño del malacate; sinó ofrece al cable un ángulo agudo que proporciona una mala velocidad angular al, ser el tambor pequeño. El costo de un tambor ranurado es mayor que el de un tambor plano pero el modelo del cable es mas grande.

-LOS FRENOS DEBEN SER EFICIENTES Y FACILMENTE AJUSTABLES:

Todo perforador debe desear que sus frenos paren las cargas al requerirlos, ya sea durante las elevaciones o al bajarlas; esto se logra cuando el dispositivo de alimentación de fluido de freno accione al instante. Sin embargo se debe vigilar frecuentemente:

-Como se realiza facilmente el ajuste de los frenos.

-Si el perforador puede realizarlo convenientemente.

-Si puede realizarlo solo, al ser requerido este trabajo.

Esto ocasionará la fácil operación y conservará en perfecto estado la estructura, ejes principales, ejes secundarios, de todo el sistema.

### -PARADAS SUBITAS Y CAMBIOS DE VELOCIDADES:

En la perforación rotativa generalmente la "regla de pulgar derecho", es aquella en que los malacates necesitan 1 hp de potencia por cada 10 ft perforados; pero ésta no es una regla fija, debido a que muchos equipos livianos perforan con menos potencia y otros equipos perforadores de grandes profundidades requieren mayor potencia.

Pero el punto importante que se debe de considerar, es que no se debe catalogar un malacate por su línea de velocidades solamente.

El real índice de una unidad de potencia es la combinación de las líneas de velocidades y tensiones que posee todo malacate.

Al trabajar con motores de combustión interna, tenemos esencialmente un mecanismo de velocidad constante, y cualquier cambio en la velocidad y peso que soporta el cable, viene de una transmisión seleccionada.

La fig:C, muestra un gráfico de velocidades vs estiramientos, de un moderno malacate, indicando sus características.

La fig:D, muestra lo mismo pero para malacates impulsados por motores con torque-converters; la transmisión selectiva con cadena, de un moderno equipo de perforación de grandes profundidades, posee tres velocidades centrales, dos mecanismos de transmisión (embragues que pasan sobre y debajo del tambor) del tambor, teniendo así doble juego de velocidades. Cuando este tipo de transmisión selectiva es acondicionada directamente en la estructura del malacate, está montada sobre patines deslizantes, pudiendo realizar movimientos simples para unidades pesadas y grandes.

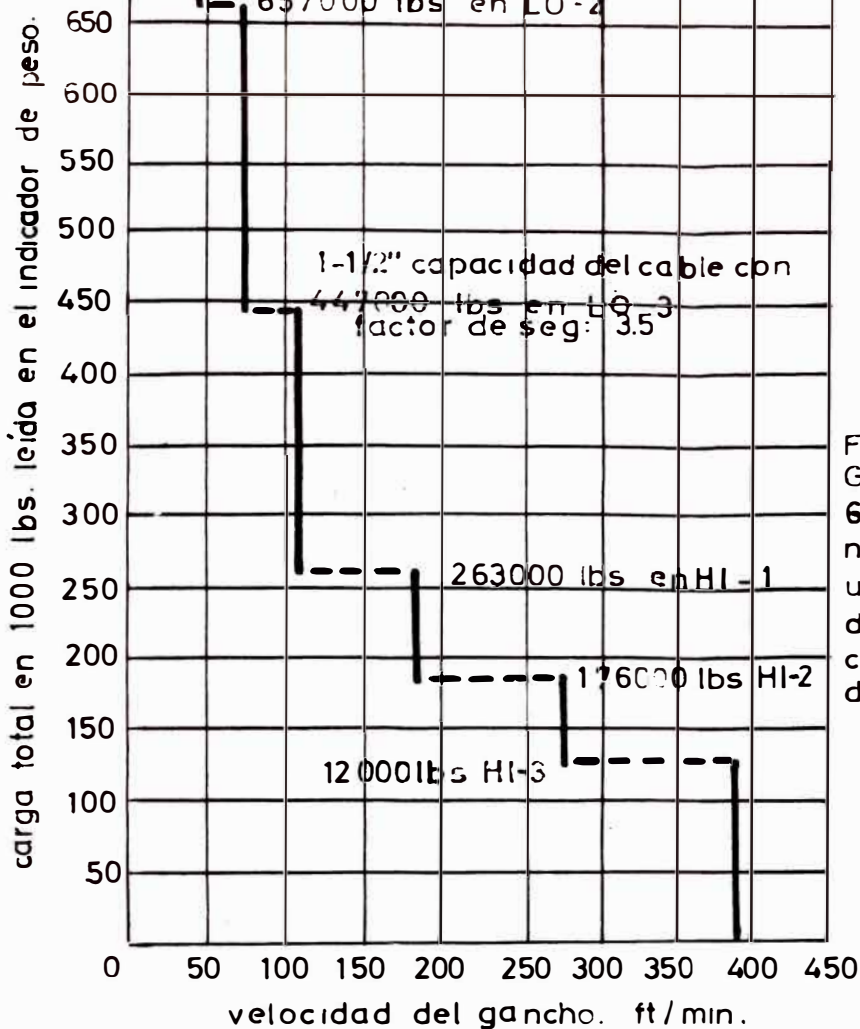
### -NECESIDAD DE USAR EL TAMBOR DE CUCHARA O SAND REEL:

El tambor para la cuchara es raramente usado durante la perforación, pero generalmente se le usa en trabajos de completación de pozos y para sacar cores, pero frecuentemente se le emplea en las pruebas de formación. Como es un tambor integral debe permanecer todo el equipo en el pozo hasta finalizar la completación.

Aunque un tambor integral es mas barato que uno separado, la....

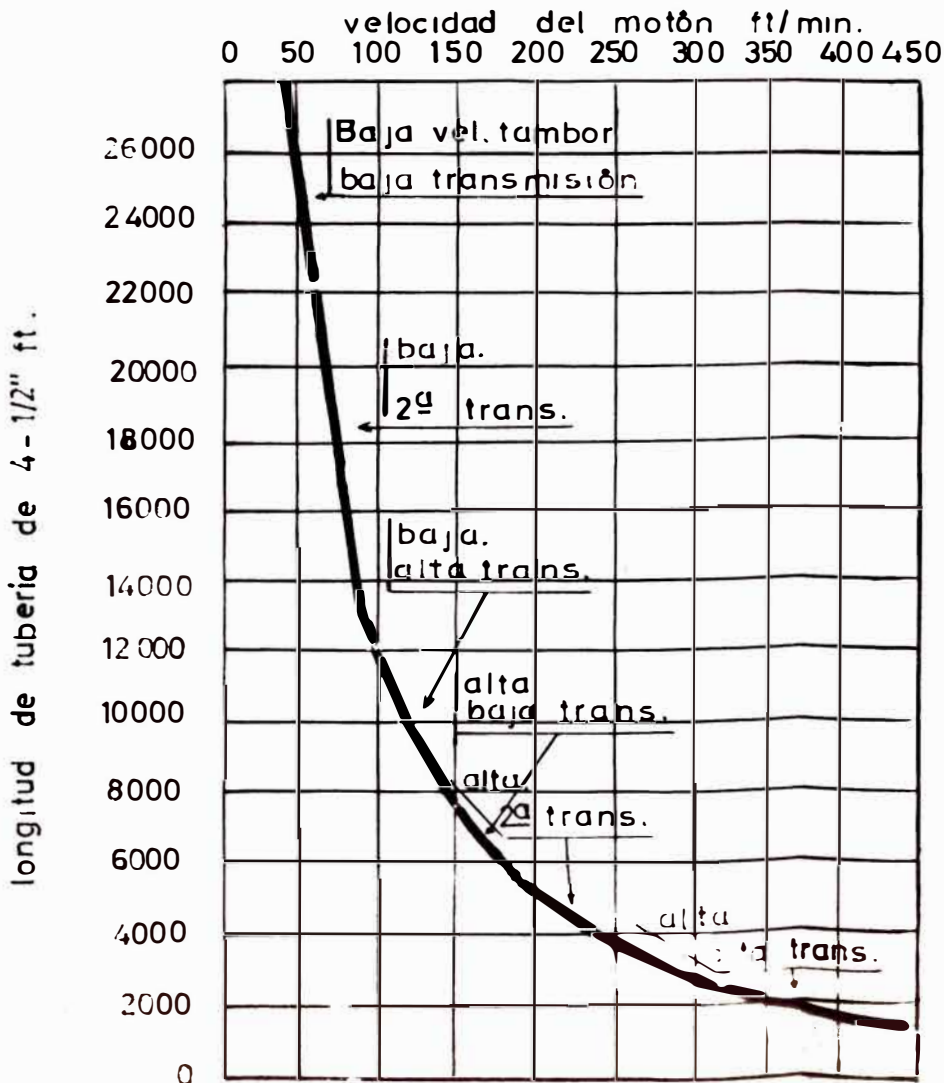


longitud de tubería de 4-1/2" (20 lb/ft) con uniones.



CARGAS Y VELOCIDADES  
usando: 2100 BHP  
1200 RPM  
24-62 RAZON  
10 LINEAS ARRIBA  
1-1/2" cable  
1-1/2 PCT pérdida/lin.  
3 rangos en 36" de tambor.

Fig: C. VELOCIDADES DEL GANCHO en cada uno de los 6 engranajes de un moderno malacate. No catalogar un malacate por su línea de velocidad solamente, compararla con su línea de tensión.



CURVA DE PERFORMANCE con: 1200 HP.  
4-1/2" DP.  
sin fuerza ascensional.  
30000 lb de accesorios.  
8 líneas arriba con convertidor-discos iguales

Fig: D- EFECTO DEL T.C: en una perforadora, en lugar de un escalón angular la línea de tensión y velocidad es una curva suave, la eficiencia es ligeramente mayor sin el absorbedor de choque.

**potencia** de las unidades de fricción en los separados son mejores.

**-EJES O CONDUCCION ROTARIA CON CADENA:**

La gran mayoría de las mesas rotarias son impulsadas con cadenas, este mecanismo es simple, fácilmente protegible y libre de averías. Sin embargo muchos equipos actúan mejor con mecanismos de conducción de ejes impulsores; este es el caso de muchos equipos livianos que no tienen espacio suficiente para instalar transmisiones de cadena; este tipo de conducción es eficaz en equipos que tienen los malacates en sitio informal.

Mientras que los mecanismos de ejes impulsores tienen que ser cuidadosamente observados, no necesitan de repuesto continuos como sucede con las cadenas.

Los golpes son fuertes en las cadenas, en cambio en los ejes impulsores son pequeños; estos ejes pueden actuar libremente en el piso del castillo, y tienen sus engranajes en ángulo recto con los apoyos, expandiéndose mas el eje y por consiguiente necesita mayor cuidado.

Un mecanismo impulsor independiente, de una mesa rotaria, tiene la ventaja de que todos sus ejes pueden ser detenidos en cualesquiera rotación.

Estos medios originan mayor duración de los malacates, facilitando así el uso de los motores en las bombas de lodo, al poseer la mesa rotaria un mecanismo impulsor diferente.

**-ES FACIL SU COMPLETO CONTROL:**

Los controles que operan con aire, reducen el consumo de corriente de un equipo y su velocidad de avance.

Todo perforador debe conocer perfectamente la manipulación de los controles, debe maniobrar con seguridad los instrumentos al operar, debe conocer las medidas de presión, temperatura y lecturas de los tacómetros para obtener una historia completa del suministro de aire, del agua.

Cuando se emplea convertidor de torsión debe tener conocimiento de su finalidad y debe conocer su operación.

## 11.-FRENOS DE TAMBOR.-

¿COMO TRABAJAN?

¿COMO ALARGAR SU DURACION?

¿COMO CONTROLAR SU DESGASTE?

Un bosquejo simplificado para mostrar como los frenos de banda de auto-energía trabajan, es mostrado en la fig: E. Aunque cada fabricante hace el suyo de diferente detalle, todos los frenos de tambor usados en equipos modernos son de este tipo.

Este tipo de freno es llamado auto-energizante, porque solamente una pequeña cantidad de fuerza en el brazo de freno aplicará bastante presión en el borde del freno. Así un perforador de 150 lbs, puede detener una carga que pese cientos de miles de libras.

Casi todos los tambores principales tienen dos bridas de freno y las dos bandas de freno están conectadas por una barra igualizadora, que divide la fuerza frenante en igual forma para ambas bandas.

Los frenos de banda, trabajan bien sólo en una dirección. Así por supuesto los malacates con frenos de tambor deben colocarse en la forma que trabajen mejor al detener el motón viajero, ya sea al descender o ascender. Cuando el motón viajero sube sin carga, es posible presionar lo suficientemente el brazo del freno para detenerlo casi al instante; pero detenerlo rápidamente puede ocasionar que la línea del tambor resbale (cable de perforación).

### -.¿COMO COMPARAR FRENOS?

Hay dos cosas esenciales que deben realizar los frenos:

- 1.-Soportar la carga.
- 2.-Tener larga duración.

Al comparar la capacidad para sostener cargas de diferentes frenos, se deben considerar:

- Relación de diámetros: Brida de freno/Diámetro del tambor.
- Angulo de contacto entre la brida y la línea.
- Ventaja mecánica para el eslabonamiento del brazo.
- Coeficiente de fricción de la línea.

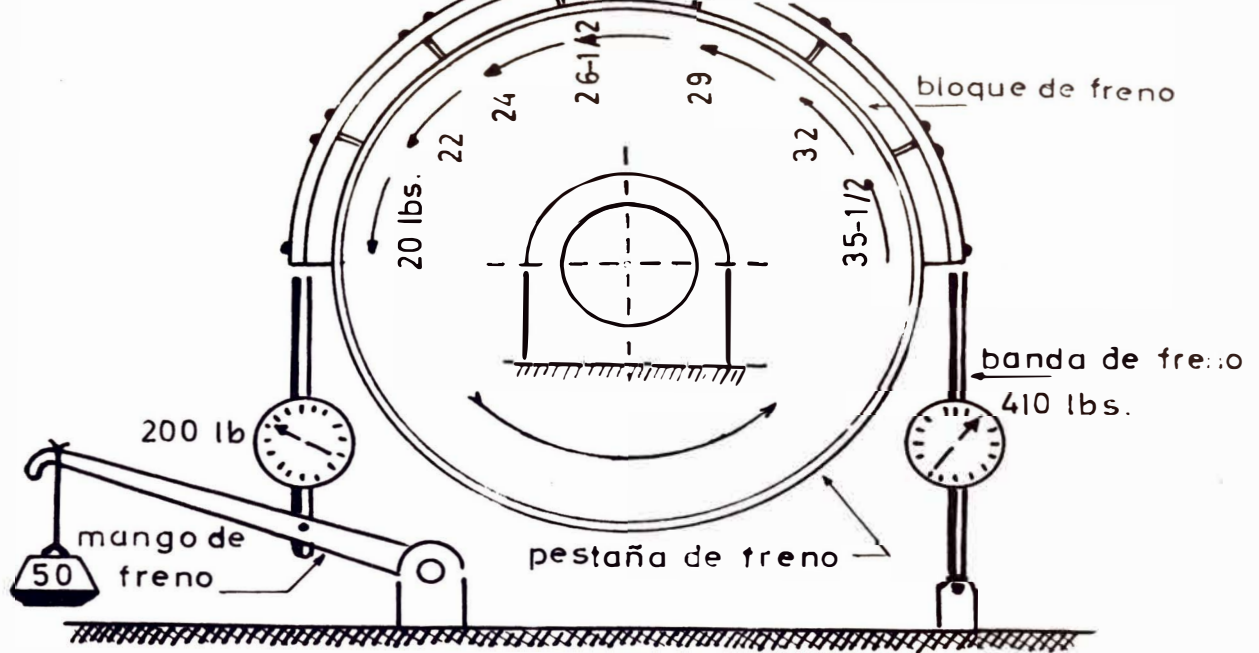


Fig:E. COMPORTAMIENTO DEL TAMBOR DE FRENO, al actuar cada bloque de resistencia sobre él. La resistencia al avance de cada bloque mas la tensión en la banda de freno, origina que el punto muerto de la banda posea mayor tensión que su punto final.

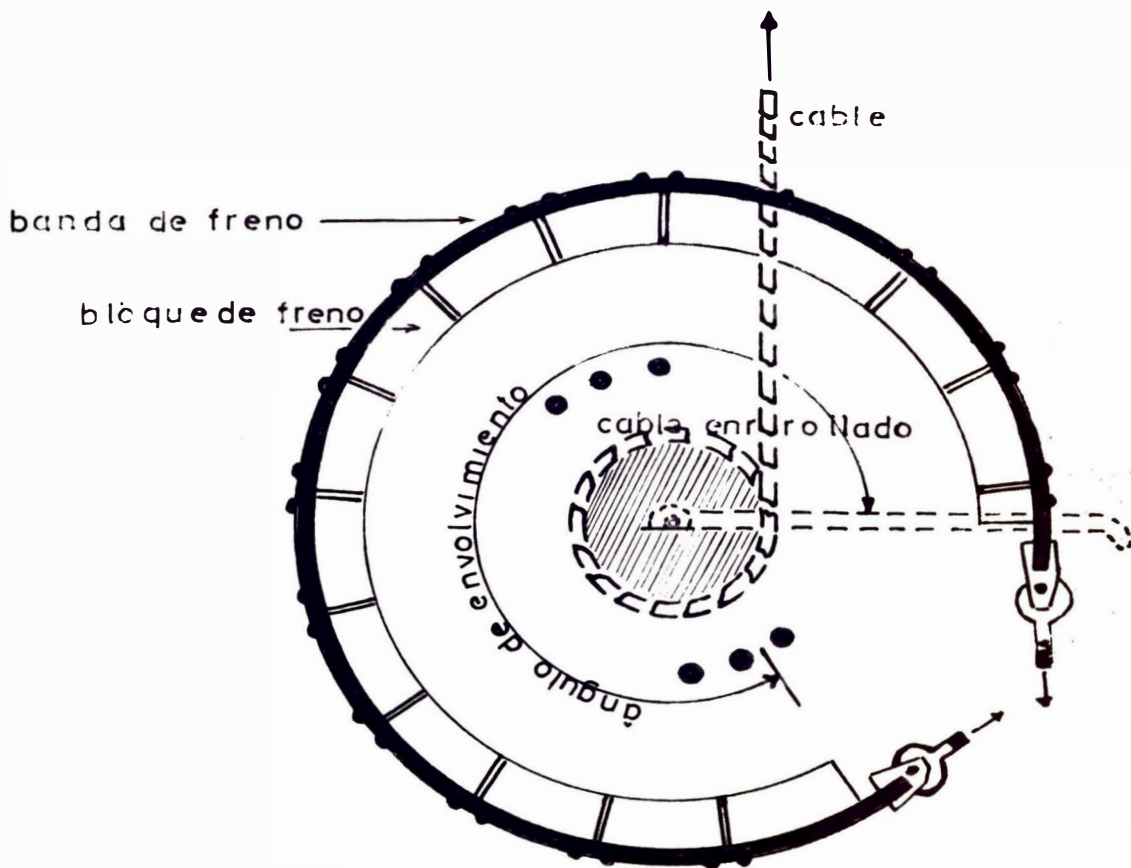


Fig:F. DOS IMPORTANTES FACTORES en toda comparación de frenos, son el ángulo de envolvimiento y la razón de diámetros: pestaña / tambor.

El brazo de palanca imaginario muestra como actúan las fuerzas de la pestaña y su tensión sobre el tambor.

Para conocer porqué la relación de diámetros: Brida/tambor, es importante; observemos la fig: F. Observamos que mientras mas lejos esté la brida del centro, se puede desarrollar mayor brazo de palanca y mayor tracción en la línea para el mismo peso en la manivela; así mientras mas pequeño es el tambor se tendrá menor brazo de palanca, siendo mas fácil sostenerla. Recordemos sin embargo que una brida de gran diámetro no significa nada en si misma, ya que lo importante es su relación con el diámetro del tambor.

La mayoría de los malacates tiene una relación de 2:1; los modernos frenos de tambor tienen más de los  $\frac{3}{4}$  de la vuelta posible de  $360^{\circ}$ , y como regla siempre se desea: Mayor valor angular existente entre la línea y el cable como sea posible.

"A mayor ángulo, mayor será la fuerza frenante". Por ejemplo un freno con una vuelta de  $360^{\circ}$ , tendrá la mitad de tensión en la línea, que un freno con solamente  $270^{\circ}$ , siendo igual los otros factores.

Es un problema simple conseguir gran ventaja mecánica en la articulación del brazo de freno, simplemente haciendo variar la distancia al centro. Sería posible hacer una articulación para que 5 lbs realice un trabajo de 50 lbs en el brazo de palanca.

El problema es que para ganar en ventaja mecánica, tenemos que ceder en la banda de freno. A menor viaje en la banda, los espacios libres tienen que ser más pequeños; esto causa arrastre de la línea en la brida, dificultad en graduar los frenos y rápido desgaste en los cables y frenos.

Como resultado los fabricantes tienen que conseguir suficiente ventaja mecánica, sin perder demasiado viaje en la banda.

#### -COMO CUBRIR EL ESPESOR CON EL FORRO DE FRENO:

Advertimos que no hemos dicho nada, acerca del espesor de la cara de un forro de freno; esto es debido a que el espesor de la cara de un forro de freno es muy pequeño para compararlo con lo que soportará el freno, sin embargo el espesor es sumamente importante en proporcionar larga duración al forro.

Generalmente la estrechez de un forro, la alta presión existente entre ellos y la brida, ocasionará en ambos su deterioro o ruptura y por consiguiente su desperfecto.

#### -GUARDAR LAS BANDAS ENROLLADAS:

En la mayoría de los equipos, la causa principal del desgaste excesivo de las bridas y forros, es que estén fuera de la redonde- la de las bandas de freno; también otras, de las causas es la defor- mación de las bandas, debidas a la fatiga; lo que origina que la pa- lanca del freno golpee o vibre. La causa natural de la salida de la banda es el estiramiento de ellas fuera de los malacates, con la línea de izaje.

Cuando se colocan las bandas fuera, para poder colocar los fo- rros, no debe usarse la línea de izaje y se debe seguir las reco- mendaciones de los fabricantes. Al estar las bandas fuera, al colo- carlas nuevamente debe fijarse que estén bien alineadas; previamen- te se les coloca encima de un círculo dibujado en el suelo que tenga el mismo diámetro de la redondela, evitando así su estira- miento. Pero si sucede que las bandas no son tangentes a la circun- ferencia de dibujo, se debe cambiarlas al instante.

#### -PORQUE LAS POLEAS DE FRENO LLEVAN BANDAS:

Frecuentemente en servicio, las poleas de freno llevan bandas pa- ra evitar el arrancado de los pernos de la polea, causado por un forro defectuoso; pero existen otras causas:

a).- Sobre carga del equipo.

b).- Insuficiente número de pernos que posee la polea.

c).- Existencia de suciedad en los costados de la banda de freno.

Estos tres factores pueden ocasionar la ruptura de los pernos.

Se debe conservar los costados de la banda de freno, limpios, ya que cuando están barrocos no hay bastante fricción y las cargas serán proyectadas a las roscas y pernos. Por esta razón los costa- dos de la banda de freno, nunca deben ser pintadas, debido a que la pintura ocasionaría un bajo coeficiente de fricción.

Por otro lado no dejar que la parte posterior de la polea, esté..

..engrasada o aceitosa; se debe limpiar todo moho, suciedad, engrasamiento, antes de colocar las bandas en la polea de freno.

-MANTENIMIENTO Y AJUSTES DE LOS ENLACES:

El mecanismo completo de los frenos será inspeccionado minuciosamente, principalmente los pernos, ya que estos pueden estar flojos o tener sus roscas-abrazaderas sueltas, las chavetas pueden haberse caído o cosa parecida. Además los mecanismos de freno tienen que ser lubricados regularmente; se nota la falla de un freno cuando la palanca no suelta el embrague de freno, y no ajusta convenientemente los forros libres de la brida en forma completa.

No existirá desgaste, calentamiento, ni resistencia al avance, si los rollos de bandas y resortes son convenientemente conservados y vigilados, si se descuidan las bandas se malograrán rápidamente y estorbarán el avance de la brida. Así en algunos frenos auto-energizantes, el deterioro de las bandas ejercerán mayor presión sobre el tambor.

-ADECUADO ENFRIAMIENTO:

El calentamiento generado en el freno, tiene que ser combatido rápidamente o ello será causante de la pobre acción del freno y acortar la vida de la brida y forro. Para evitar este calentamiento, debe hacerse circular agua a través del freno durante todo el período que dure su acción al efectuar un viaje, que origina que la relación :Dispositivo de alimentación y arranque sea, alta.

Los frenos de los equipos generan una gran cantidad de calor, cuando la sarta está suspendida en el interior del pozo durante un viaje; en este instante los motores están ociosos y los ejes compuestos rotan muy despacio. Como consecuencia de la refrigeración en todo el sistema, las bombas de agua suministran menor cantidad de agua que la necesaria; por eso es necesaria una bomba de agua separada, que accione al recorrer el freno toda su longitud, al instante.

Se debe cuidar que la tubería de suministro de agua contenga este líquido en forma continua, de tal manera que no se corte la refrigeración al actuar el freno auxiliar; la línea de descarga es una tubería de 2" y debido a su pequeño orificio, su velocidad de salida no es alta, pero la distancia de choque debe de ser corta, y su presión baja; pero en la mayoría de los equipos sucede que la refrigeración por agua origina la formación de escamas en la cubierta de la brida; estas escamas actúan como aislantes de la adsorción del calor, originando el sobrecalentamiento de los frenos, ya que el agua tiende a canalizarse; la consecuencia de esta formación de escamas es el desgaste desigual de los forros del freno. Generalmente las escamas se forman al usar aguas duras, se les debe tratar con solventes especiales.

#### -CONTROL DEL DESGASTE DE LOS BORDES:

Por otro lado los bordes del freno se calientan más rápidamente en su parte interior, lo que origina un desigual desgaste.

La alta temperatura causa que la palanca de freno se eleve cuando la tubería esté comenzando a deslizarse adentro.

La recomendación de los fabricantes es el de reemplazar los bordes apenas sufran algún desgaste disparejo.

Existen dos maneras para controlar el desgaste de los bordes:

1.- Como se muestra en la fig: G, colocamos una regla de borde recto a través de la brida, y medimos la distancia desde ella al fondo de la profundidad ranurada; un objetivo de metal, puntiagudo (clavo) se usa para medir esta profundidad, medimos algunos puntos alrededor del borde y apuntamos cada medición, las cuales nos indican los desgastes internos respectivos.

Si el desgaste resulta mayor que el recomendado en las indicaciones dictadas por los fabricantes, se deben reemplazar inmediatamente las bridas.

2.- La "circunferencia gastada" de un borde de freno" puede ser medida mediante el uso de una cuerda enrollada en la brida, ya que ella orienta la parte más gastada y su mayor profundidad.



Es seguro que la cuerda cubre toda la longitud del filo de la brida; realizando un tirón fuerte de la cuerda, marcando luego el punto de inicio. Sacamos luego la cuerda alrededor de la brida y la medimos; la longitud resultante nos indicará la circunferencia de desgaste.

## 12.-FRENO AUXILIAR.-

-COMO TRABAJA.

-COMO CUIDAR SU RENDIMIENTO.

Los frenos manuales de los malacates, no son suficientes para maniobrar todas las cargas de profundidad que intervienen en la perforación de un pozo; ellos no están fabricados para eso.

Este tipo de freno solamente se usan como frenos auxiliares, para controlar la potencia generada por la bajada de la sarta en el interior del pozo.

El tipo mas común de los frenos auxiliares es el HIDROMÁTICO, el cuál es un freno a base de un fluido friccionante. En la fig:H, se muestra que el hidromático es similar a una bomba centrífuga; sin embargo se diferencia en que el agua adsorve la energía de la bomba en lugar de ser expulsada.

-ALTA VELOCIDAD-MAYOR FRENADO:

La capacidad total de un hidromático es casi la quinta potencia del diámetro del rotor, y casi como la tercera potencia de la velocidad de rotación. Como un ejemplo observemos la fig:J, que muestra un hidromático de gran capacidad de carga con 10 líneas tendidas, como también con 8 líneas tendidas; la principal razón de este factor es la línea de mayor velocidad (acción de frenado rápida) que corresponde a la de 10 líneas tendidas.

Los hidromáticos poseen grandes alcances en la capacidad de frenado, con cada pequeño incremento de velocidad se regularizan ellos mismos en cierto grado: Si se agrega mayor peso al motón viajero, actúa rápidamente y el freno responde con mayor eficiencia. Así el perforador puede realizar algunas paradas antes de que el aumento de nivel de agua en su depósito nos dé una mayor resistencia.

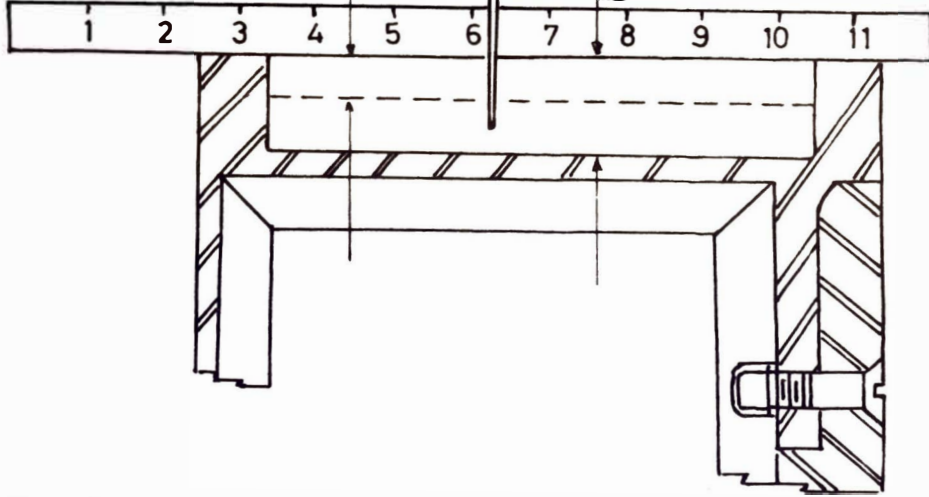


Fig: G. Un buen camino para comprobar el borde del freno es orientando un ribete recto a través de la pestaña, y usando un clavo medir la profundidad de la ranura en varios puntos del borde del freno.

Fig:H. EL HIDROMATICO es similar a una bomba centrífuga, sin embargo en lugar de bombear el agua la expulsa. El freno usa el agua como un cojín, la presión de el agua en el freno no influye en su rendimiento.

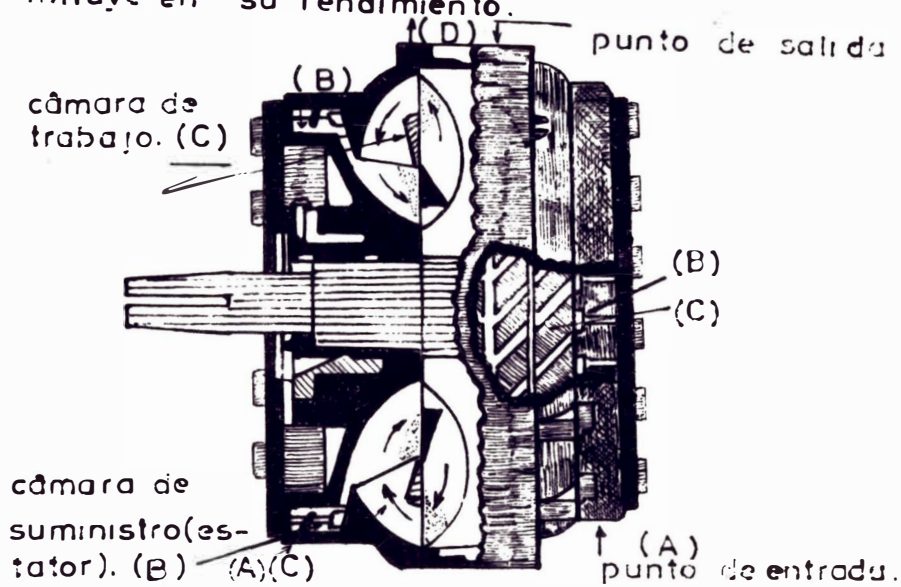
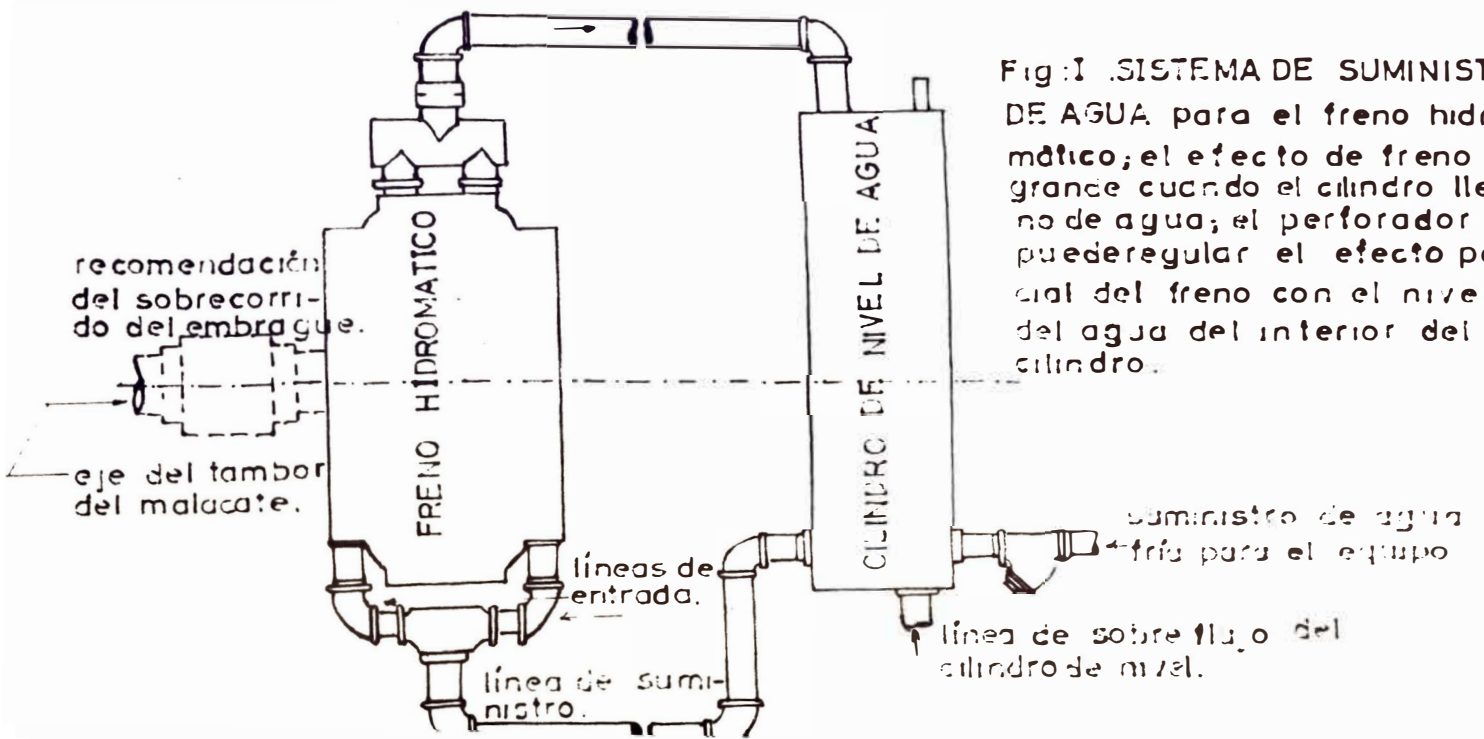


Fig:I SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA para el freno hidromático; el efecto de freno es grande cuando el cilindro lleno de agua; el perforador puede regular el efecto parcial del freno con el nivel del agua del interior del cilindro.



**Notamos** también en la fig:J, que la capacidad de frenado de un freno de 60" es tres veces mayor que el de 40"; la diferencia esencial entre ambos es el diámetro del rotor.

Los modelos de doble rotor, tienen una capacidad de frenado dos veces mayor que el de los modelos de rotor simple, teniendo ambos el mismo diámetro.

-CONTROL EFECTIVO CON NIVEL DE AGUA:

Los hidromáticos proporcionan el máximo efecto de frenado, cuando su recipiente de almacenaje está lleno de agua. Es sumamente esencial en el perforador necesitar este efecto total al final de cada viaje, en el resto de la operación solamente necesita una parte de la capacidad de frenado; el efecto parcial del freno puede variarlo el perforador de acuerdo al nivel de agua en la caja de almacenaje. Hay numerosos sistemas que regulan el nivel de agua, y el más usado en la fig:I.

-EL AGUA SIRVE COMO REFRIGERANTE:

Además de regular la resistencia del freno, el agua sirve para otro propósito, y es la de adsorber sin cesar el calor generado por la bajada de la sarta; por esta razón el freno debe tener refrigeración con agua circulante a través de él, siempre y cuando esté en uso. Pero si una pequeña cantidad pasa a través del freno puede originar que éste se sobrecaliente, y se formaría vapor, ocasionando que el freno pierda eficiencia; por otro lado el calor daña el control de nivel en la caja.

Por este motivo el agua debe estar circulando continuamente sin restricción alguna a través de pequeñas tuberías de gran corriente y libre de acoplamientos divisores, pero siempre y cuando el freno esté operando. La línea de suministro será de 2" como mínimo de diámetro, y de 3" en los frenos de 40" ó de 60".

-CONSERVAR LA PRESION INFERIOR MINIMA:

Los frenos hidromáticos necesitan pequeño mantenimiento si es operado convenientemente y frecuentemente lubricado; sin embargo muchos operadores cometen fallas por mantener demasiada presión...

..en la caja de almacenaje del agua, esta presión debe de ser de 10 psi (dá como máximo efecto de frenado de 60 psi), pero generalmente se debe conservar una presión menor. Si se nota que existe algún escape de agua, se debe sellar el punto de escape en forma inmediata; evitando así que el agua ingrese a los cojinetes; y el freno pierda su eficiencia.

Se debe controlar el hidromático en forma continua, para ver si sus partes están bien lubricados, principalmente sus cojinetes (se les debe lubricar después de cada viaje o diariamente). Se emplea una grasa N<sup>o</sup> 2 a base de calcio, siempre se debe untarlo con pequeñas cantidades para que los cojinetes no se calienten al sobresaturarlos de grasa.

Si el freno está montado con un brazo de torque, comprobar si está correcto y no dificulte al resorte de el vástago delantero del torque, cuando éste se comprima bastante al controlar el peso de la sarta de perforación.

#### -CONEXIONES DIRECTAS:

En los equipos grandes, los frenos auxiliares están montados en una plataforma colgante hecha de vigas en los malacates. Estas conexiones pueden ser directas a el eje final del tambor de los malacates, girando así el rotor del freno una revolución por cada revolución de el eje del tambor.

La disposición de un freno auxiliar para una buena conexión es simple, los fabricantes poseen gráficos tal como el de la fig: J, que contienen los factores principales y muestra su acción correcta en un trabajo particular.

Existen factores que todo perforador debe conocer al seleccionar un freno: -Diámetro del tambor del malacate.

-Número de líneas de izaje de el motón viajero.

-Los pesos que son maniobrados con frecuencia.

-La mínima velocidad a que se realiza un viaje completo.

Los grandes pesos que intervienen en la perforación involucran también el peso del motón, cargas que soporta el gancho, peso del...

..elevador y varillas de conexión.

-INCREMENTO DE VELOCIDAD:

Los modernos malacates son fabricados para ser fácilmente portables en camiones o halados por ellos, por eso el ancho de todo malacate debe de estar dentro del rango de amplitud de la carretera, por esta razón las vigas de su estructura deben ser perpendiculares al eje de el tambor; por eso el freno auxiliar no debe estar al final de los engranajes del malacate, debe de ir adelante o atrás de la cadena que mueve el eje de el tambor.

Cada tipo de freno tiene una velocidad tope que no puede ser pasada, por ejemplo: Un hidromático de 15", no puede hacerse girar por encima de las 2,500 rpm; y uno de 22" no debe pasar las 1,000 rpm.

Por esta razón hay límites de velocidades de los impulsores, y sus máximas relaciones son: 3:1, 4-1/2:1, 5:1. como máximo.

-SOBRE CORRIDO DE LOS EMBRAGUES DE QUIJADA:

Muchas conexiones directas de frenos hidromáticos originan una sobrecarrera del embrague, es decir entre éstos y el tambor; desde que todo embrague sobrecorrido opera en una dirección solamente, el freno no gira cuando el motón está arriba, y la resistencia del freno es pequeña ya que los motores sólo tienen el peso del motón.

En el caso de los embragues de quijada, es bueno conectarlo entre el tambor de el malacate y el freno. Algunos prefieren usar un dispositivo que expulse el agua al exterior, ya que influirá en el rendimiento del freno al otorgarle mayor rapidez en su acción.

XXXxxxx000oooo000oooo000xxxxXXX.....

-.BIBLIOGRAFIA.-

- 1.-The Petroleum Engineer:POWER TRANSMISSION by:Allan B Fredhold.
- 2.-Fluid Mechanics for  
Engineer:FLUID DRIVE AND TORQUE CONVERTER by:  
Maurice L Albertson-Barton and Simons.
- 3.-Driller's Handbook: DRAW WORKS AND COMPOUNDING TRANSMISSION.  
by:Ed Mc Ghee.
- 4.-French Engineering  
Industries. :BELT AND GEAR TRANSMISSION TECHNIQUES.  
by:G.Chabert.