



PRUEBA DE LA BOMBA CENTRIFUGA DISCFLO

CONTENIDO:

- Resumen
- Antecedentes
- Introducción
- Desarrollo de la prueba
- Conclusiones

Resumen

Se presenta una bomba de nueva tecnología para la preparación, manejo y trasiego de fluidos de baja densidad e introducción de aire por golpeo los dos primeros son: el fluido de baja densidad y alta viscosidad *FAPX* y fluido de baja densidad espumado de perforación *FEP*, así como fluidos de alta densidad bentoníticos o de emulsión inversa. Se presentan las pruebas de adición de aditivos y mediciones de gasto y la comparación con las bombas centrífugas con las que actualmente cuentan nuestros equipos y que para el manejo de los dos primeros fluidos no son las adecuadas y los análisis de costos de las *Bombas Discflo* con las bombas centrífugas actuales.

Antecedentes

En el año de 1982 se introdujo el fluido *FAPX* el cual es formulado a base de diesel y agua, este fluido es una emulsión directa de alta viscosidad y baja densidad hasta 0.70 g/cc, pero durante muchos años este fluido ha estado subutilizado ya que no ha sido posible tener una densidad de 0.70 g/cc porque las bombas centrífugas con las que contamos no son para mover o trasegar este fluido teniendo en estas centrífugas eficiencias tan bajas como hasta del 10% y por ende la baja de densidad nunca se logra. Estudios posteriores nos han indicado que podemos manejar mayores volúmenes de aire ocluido en los fluidos (Fluidos aereados) el mismo *FAPX* es un fluido Aereado, se ha llevado un monitoreo continuo durante muchos años para conocer las tecnologías de punta tanto en agitadores como en bombas centrífugas para la preparación de fluidos de baja densidad y alta viscosidad como para el trasiego de los mismos y que sean capaces de introducir aire al fluido por golpeo. La búsqueda de soluciones rindió fruto en el año de 1999 al conocer por medio de Internet a una Compañía

fabricante de bombas llamadas *Discflo* las cuales son capaces de cumplir con las especificaciones mencionadas anteriormente.

Introducción

Durante la preparación de fluidos de baja densidad de emulsión directa con las bombas centrífugas se tienen problemas como:

Al adicionar el agente tensoactivo al agua esta genera una espuma mas o menos de una densidad de 0.5 g/cc, la bomba centrífuga en este momento comienza a cavitarse por el alto contenido de aire en el fluido.

Al adicionar el diesel al fluido (Agua y tensoactivo) se inicia a formar la emulsión y a aumentar la densidad del fluido y por ende la eficiencia de la bomba (No cavita), al agregar el volumen total de diesel al sistema aumenta la viscosidad y a su vez atrapa aire, en estas condiciones la bomba empieza a cavitarse nuevamente sin lograr después de este momento aumentar la eficiencia. En el caso del fluido FEP de baja densidad se requiere de una alta introducción de aire al sistema lo cual no se logra con las bombas centrífugas actuales ya que al contenido de aire en el fluido es de cerca del 50%, estas condiciones nos obligan a contar con equipos adecuados para la preparación, trasiego e introducción de aire al sistema. Para bajar la densidad al fluido FEP se introduce gas Nitrógeno.

Desarrollo de las pruebas.

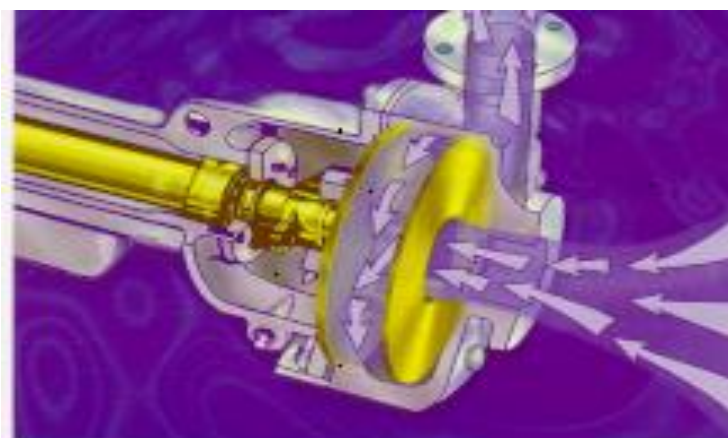
Especificaciones de las bombas Centrífugas :

Tipo de Bomba	Tamaño	Impulsor	RPM	Hp's	Gasto
Centrífuga Actual	8x6	Inatascable	1700	112	1600
Centrífuga Discflo	6x4	Disc	1800	100	**

** Relaciona la gravedad y la viscosidad para construir las gráficas para cada fluido manejado.

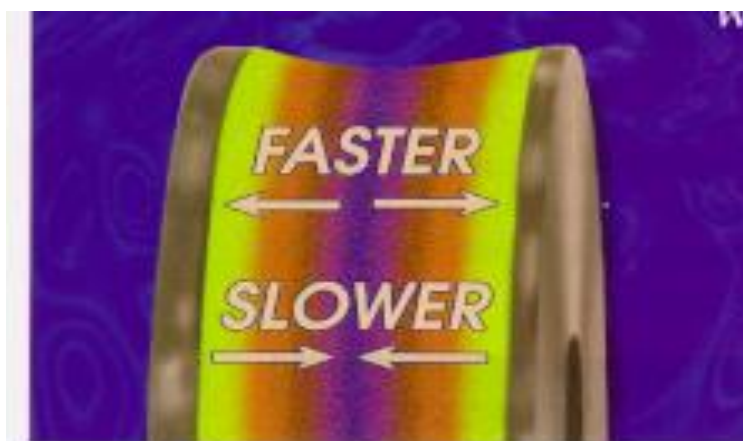
Las *Bombas Discflo* son bombas para el manejo de fluidos de alta viscosidad hasta de 300,000 cp, manejo de fluidos con alto contenido de sólidos hasta en un 70% y también pueden manejar fluidos con un alto contenido de aire hasta del 70% la eficiencia se ve reducida en poco porcentaje. La teoría de cómo trasiega o mueve el fluido la bomba se ilustra en las siguientes figuras 1, 2 y 3:

Figura 1:



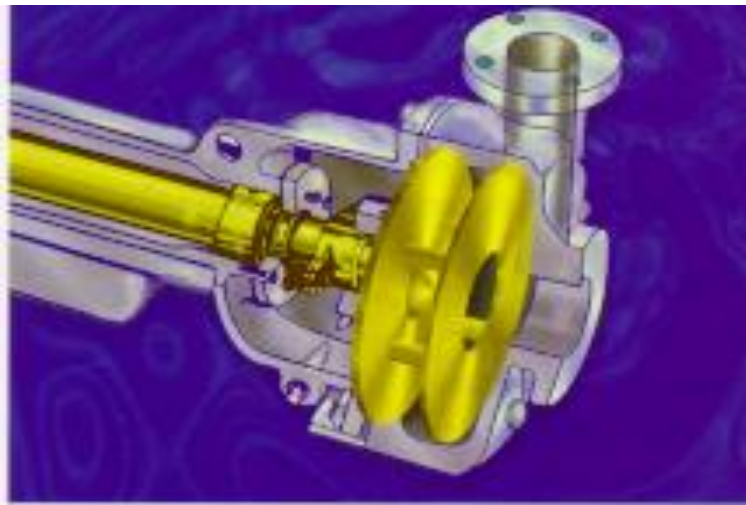
“Como las moléculas de fluido entran a la bomba de disco a través del orificio central, son confinadas entre dos discos paralelos, conocido como *Dispac*. Una capa de moléculas se forma en la superficie del disco creando una capa límite”

Figura 2



“Cuando los discos rotan, una energía friccional es transferida a las sucesivas capas de moléculas del fluido. Note que relativo a las superficies de los discos, la capa límite está quieta pero relativo a un observador externo, la capa límite está moviéndose rápidamente”

Figura 3



“Como los discos rotan, la masa entera de fluido dentro de la bomba rota, creando una poderosa fuerza centrífuga friccional la cual impulsa al fluido fuera de la bomba en un suave flujo laminar. Nosotros podemos decir es jalado preferiblemente que empujado a través de la bomba”

Se seleccionó el lugar en donde se pudieran llevar a cabo las pruebas con la *Bomba Discflo* y fue en la Planta Integral de Fluidos El Castaño en Cárdenas, Tabasco, ya que en ahí se preparan todo tipo de fluidos incluyendo los aereados.

Instalación de la *Bomba Discflo*.

17 de Enero 2000: Llegada de la *Bomba Discflo* de 6”x4”

18 de Enero 2000: Con personal de la Unidad operativa de Cárdenas se modificaron las líneas de succión y descarga y se instaló un manómetro en la línea de descarga Foto 1. Se instaló la *Bomba Discflo* de 6"x4" 100%. Como se observa en la Foto 2 la alineación es la misma que las bombas centrífugas convencionales, en relación a la empaquetadura de la bomba es similar a las convencionales como se observa en la foto 3.

Foto 1



Foto 2

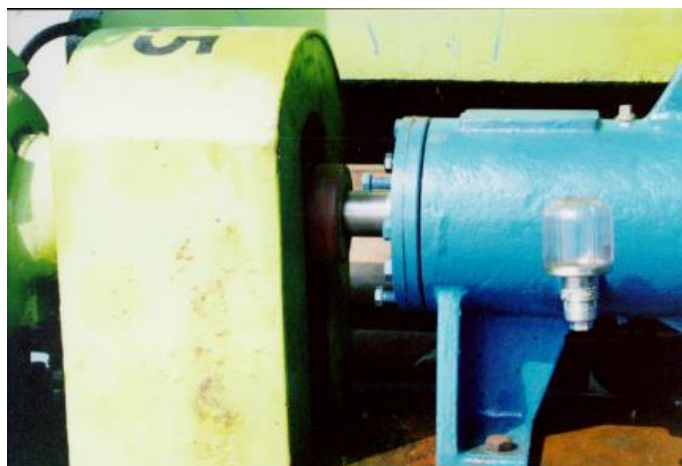


Foto 3



Pruebas con diferentes fluidos con la *Bomba Discflo*.

19 Enero 2000:

Inició preparación del fluido *FAPX* con alta viscosidad. Se prepararon 40 m³ de fluido *FAPX* con RAA 80/20 adicionó el tensoactivo directo por el embudo generando espuma observando que la *Bomba Discflo* no cavitó, adicionó diesel y al terminar la adición de diesel observó alta viscosidad en el fluido *FAPX*, agitó durante 1 hora sin observar cavitación de la *Bomba Discflo*.

Propiedades del Fluido *FAPX*.

Densidad	0.86 g/cc
Viscosidad Marsh	2520 segundos
Viscosidad Aparente	280 cp.
Viscosidad Plástica	180 cp.
Punto Cedente	200 Lb/100 pie ²
Gel 0/10	36/44 Lb/100 pie ²

Condiciones de operación de la *Bomba Discflo*

Revoluciones por minuto= 650

Gasto= 534 gpm.

Se realizaron algunas pruebas de gasto para saber si la bomba era capaz de aumentar el flujo o iniciaba a cavitarse, los resultados fueron los siguientes:

RPM	Gasto gpm
650	534
800	576

Como se observa en los resultados anteriores la Bomba Discflo si es capaz de aumentar el flujo al aumentar las revoluciones sin cavitarse.

Observaciones:

Al correr la *Bomba Discflo* durante 15 minutos empezó a emitir humo por el prensaestopa, el personal mecánico ajustó el prensaestopa y dejó de emitir humo momentáneamente, pero durante toda la operación estuvo emitiendo humo el prensaestopa.

Las revoluciones por minuto en las bombas centrífugas instaladas actualmente para preparar el fluido *FAPX* o cualquier otro son de 1700 y con serias deficiencias en el bombeo y con la *Bomba Discflo* fueron de 650 revoluciones por minuto sin problemas durante la preparación.

Observaciones de la prueba:

- ◆ Al aumentar el gasto de la *Bomba Discflo* ésta no cavitó.
- ◆ La *Bomba Discflo* es capaz de mover los fluidos de baja densidad y alta viscosidad *FAPX* sin cavitación.
- ◆ La preparación del fluido *FAPX* con las bombas centrífugas actuales es de 5 a 6 horas por cada 40 m³ y en la mayoría de las ocasiones sin lograr llegar a la viscosidad requerida, Con la *Bomba Discflo* se llegó a la viscosidad requerida en 3 horas.

20 de Enero 2000:

Con mecánico del equipo cambio empaques de la *Bomba Discflo* de Teflón por unos grafitados, probó bomba con 650 y 800 rpm emitiendo humo por el prensaestopa pero muy poco en relación al día anterior.

Preparó 40 m³ de fluido *FAPX* sin problemas durante la preparación. El tiempo de preparación y para alcanzar la viscosidad fue 2:30 horas.

Propiedades del Fluido *FAPX*

Densidad	0.83 g/cc
Viscosidad Marsh	1500 segundos
Viscosidad Aparente	156 cp
Viscosidad Plástica	178 cp
Punto Cedente	66 lb/100 pie ²
Gel 0/10	44/48 lb/100 pie ²

Condiciones de operación de la *Bomba Discflo*

Revoluciones por minuto= 750

Gasto= 550 gpm.

21 de Enero 2000:

Debido al humo emitido por la *Bomba Discflo* durante las preparaciones anteriores se decidió cambiar los empaques trasero del prensaestopa, se desmantelaron las líneas y se quitó la carcasa de la bomba así como un disco del impulsor pero al intentar aflojar el otro no se pudo debido a falta de herramienta adecuada, se armó nuevamente la bomba y probó bien, se corrió durante 5 horas sin emitir nada de humo. En las fotos 4,5 y 6 fotos se observan los impulsores los cuales son diferentes a las centrífugas actualmente instaladas en nuestros equipos, cabe mencionar que los impulsores son metálicos revestidos con Neopreno, pero hay discos de acero inoxidable o existen para los diversos usos de la industria.

Foto 4



Foto 5



22 Enero 2000:

Se prepararon 10 m³ de fluido espumado para conocer si la *Bomba Discflo* era capaz de mover fluidos con alto contenido de gas (Aire o Nitrógeno), se agregaron los aditivos necesarios para la formación de un fluido aireado o espumado. La adición de los aditivos fue en 1 hora y la formación de la espuma en otra hora, la densidad de la espuma fue de 0.49 g/cc. Al generar la espuma el volumen original de la preparación aumento en 10 m³ mas. *La Bomba Discflo* no cavitó durante la preparación y las pruebas de gasto. En las siguientes fotos 6 y 7 se observa la formación de la espuma:

Foto 6



En foto 6 y 7 se observa la espuma con densidad de 0.48 g/cc formada por golpeo, esto se logra con el flujo de la *Bomba Discflo*, las bombas actualmente

instaladas en los equipos, con densidades de 0.80 g/cc ya no son capaces de descargar ni eficientemente ni en forma continua.

Foto 7



Las condiciones de operación durante la preparación fueron las siguientes:

Rpm= 650

Gasto: 351 GPM

Las propiedades del fluido espumado fueron:

Densidad	0.49 g/cc
Viscosidad Marsh	No se tomó.
Viscosidad Aparente	75 cp
Viscosidad Plástica	34 cp
Punto Cedente	82 Lb/100 pie ²
Gel 0/10	13/17 lb/100 pie ²
% de Aire en el Fluido	48%

Se realizaron pruebas para medir el gasto y los resultados fueron los siguientes:

RPM	Gasto gpm
650	312
800	374
1000	469

Observaciones:

- ◆ Durante la preparación y pruebas no se observó cavitación de la bomba al mover o trasegar el fluido espumado hasta con un 48% de aire ocluido.
- ◆ La eficiencia de la *Bomba Discflo* se vio afectada por la baja Carga Estática de Succión que fue menor a 1 psi, sin embargo la *Bomba Discflo* succionó y descargó con eficiencia.
- ◆ El gasto proporcionado por la *Bomba Discflo* a la presa fue suficiente para la preparación e introducción del aire así como el mantenimiento de la densidad de 0.48 g/cc.

24 Enero 2000:

Con la finalidad de conocer si la Bomba Discflo podía manejar fluidos con densidades mayores a 1.0 g/cc. se procedió a trasegar lodo Bentonítico Polimérico con densidad de 1.36 g/cc, viscosidad marsh de 105 segundos y 22 % de sólidos.

Se inició la agitación succionando la *Bomba Discflo* sin problemas y proporcionando un gasto de 443 gpm y excelente agitación.

Las propiedades del fluido Bentonítico Polimérico fueron:

Densidad	1.36 g/cc
Viscosidad Marsh	105 segundos
Viscosidad Aparente	44.5 cp
Viscosidad Plástica	35 cp
Punto Cedente	19 Lb/100 pie ²
Gel 0/10	10/35 lb/100 pie ²

Se realizaron pruebas para medir el gasto y los resultados fueron los siguientes:

Pruebas de gasto:

RPM	Gasto gpm
600	443
800	579
1000	685

Observaciones:

- ◆ La *Bomba Discflo* al correrla con un fluido con sólidos y densidades mayores a las probadas aumentó su eficiencia de flujo.
- ◆ Se observa que la bomba *Discflo* no presenta problemas para manejar fluidos base agua con contenido de sólidos.

Estudio económico

A.- Preparación de Fluidos.

B.- Ahorro por la no utilización de Nitrógeno.

C.- Ahorro por mantenimiento.

D.- Seguridad

A.- En primer lugar para la preparación de fluidos existe un ahorro en tiempo y aditivos tanto en planta como en pozo y son los siguientes:

Fluido	Tiempo Preparación de 40 m ³ con Centrífuga Actual.	Tiempo <i>Preparación de 40 m³ con Bomba Discflo.</i>	RPM C. actual
			<i>RPM Discflo</i>
FAPX	5-6 horas con adición de Polímeros para alcanzar la viscosidad.	3:30 Horas con excelente emulsión y sin adición de polímeros.	1700
			<i>650</i>
FEP	6 horas sin poder alcanzar la densidad requerida.	3:0 Horas alcanzando la densidad programada.	1700
			<i>650</i>

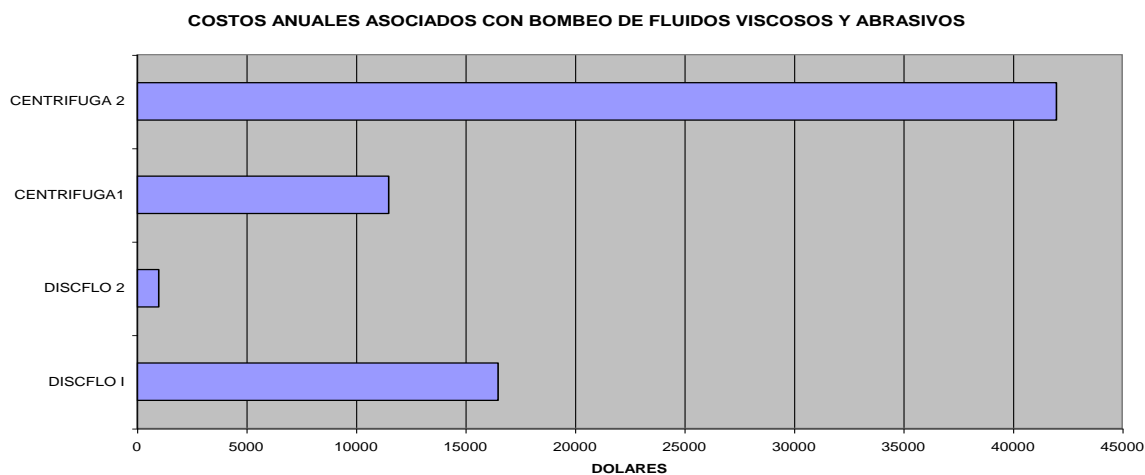
B.- Ahorro por la no utilización de Nitrógeno

La preparación del fluido espumado se lleva a cabo en los equipos de perforación o reparación de pozos, pero como se comentó antes no se puede preparar el fluido espumado debido a que las bombas centrífugas actualmente instaladas en los equipos son totalmente ineficientes para la preparación e introducción de aire al fluido, por lo que se tiene que recurrir a la adición de Nitrógeno al Fluido Espumado, el Nitrógeno se tiene que estar reponiendo en cada tiempo total de circulación ya que se separa de la espuma por lo que estas prácticas se hacen mas costosas. Por otro lado las bombas de Lodos no son capaces de bombear eficientemente porque las bombas supercargadoras son centrífugas también.

Con la *Bomba Discflo* proveeremos de gas (aire) al Fluido Espumado. El consumo de Nitrógeno por la perforación del intervalo de 300 mts. está en

promedio de 160,000 m³ el costo de este volumen es de **XXXXXXX** este costo será ahorrado si utilizamos la *Bomba Discflo*.

C.- Ahorro por Mantenimiento



Datos tomados de manual Discflo Corporation

Centrifuga 2 y Discflo 2= Costos de operación –potencia + mantto. + refacciones +esperas.

Centrifuga 1 y Discflo 1= Costo inicial –equipo + mano de obra.

Como se observa en la gráfica anterior los costos por mantenimiento de la bomba Discflo (Discflo 2) son mínimos. (Esta gráfica no tiene relación con la evaluación de este trabajo es solo para ilustrar los costos iniciales y los de mantenimiento de una bomba centrífuga y una de Disco).

D.- Seguridad

Los pozos en donde se requiere una densidad menor que 0.90 g/cc y que manejan un alto contenido de gas es necesario que los fluidos de control tengan alta viscosidad para controlar la migración de gas a la superficie, en tiempos pasados hubo incendios o descontrol de pozos debido a que no se contaba con los fluidos de baja densidad y alta viscosidad tal como el *FAPX*, con la *Bomba Discflo* seremos capaces de cumplir esta condición con éxito.

Conclusiones:

- ◆ La *Bomba Discflo* cumple con los requerimientos de agitación para la preparación del fluido de Baja Densidad y alta viscosidad *FAPX*.
- ◆ La *Bomba Discflo* cumple con los requerimientos de agitación para la preparación del fluido de Baja Densidad *FEP*.
- ◆ La *Bomba Discflo* cumple con los requerimientos de agitación para la preparación del fluido de Fluidos Base Agua y Aceite con densidades mayores de 1.0 g/cc.
- ◆ La sustitución de las bombas centrífugas actuales por las *Bombas Discflo* eficientizará nuestros Procesos de Perforación y Mantenimiento de pozos, al disminuir tiempos de tratamiento, ahorro por aditivos, ahorro por Nitrógeno y proporcionará mayor seguridad al tener fluidos con la viscosidad adecuada para el control del pozo.
- ◆ Como observamos el ahorro por la incorporación de la *Bomba Discflo* para la preparación del fluido *FAPX* es de **\$XXXXXX/año en la planta de fluidos y**

por 50 pozos perforados o reparados por año en zonas depresionadas con el fluido FAPX= \$ XXXXX como observamos los ahorros tanto en pozo como en planta hace que el retorno de la inversión para la compra de las *Bombas Discflo* sea atractivo.

- ◆ El ahorro por la no utilización de Gas Nitrógeno es de **\$ XXXXX por cada pozo perforado (300 metros de intervalo)**.
- ◆ La inversión inicial por la compra de las *Bombas Discflo* comparadas con las bombas centrífugas actuales es mayor pero en el análisis de los casos históricos ésta es compensada ya que las *Bombas Discflo* tienen un mantenimiento mínimo. (Datos del Proveedor)
- ◆ La eliminación total del Nitrógeno de los fluidos de baja densidad será sometida en base a los resultados de los estudios de explosividad.

HAMS/MALG/VFO