

**Universidad Nacional de Ingeniería**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA**

**DE PETRÓLEO Y PETROQUÍMICA**



**EXPERIENCIAS OBTENIDAS EN TRABAJOS DE  
CEMENTACION DE POZOS EN LA SELVA PERUANA**

**T E S I S**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO DE PETRÓLEO**

**V CTOR MANUEL CRUZADO PACHECO**

**PROMOCION 1964**

**LIMA   ★   PERU   ★   1978**

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

EXPERIENCIAS OBTENIDAS EN TRABAJOS DE  
CEMENTACION EN POZOS DE LA SELVA PERUANA

-----

-----  
I N D I C E  
-----

I	INTRODUCCION
II	CRITERIO DE DISEÑO, GRAFICOS : -PROPOSITO -CARACTERISTICAS DE LOS TRABAJOS DE CEMENTACION -EQUIPO DE MEZCLADO USADO EN LOS TRABAJOS DE CEMENTACION EN LA - SELVA PERUANA
III	PROGRAMA DE CEMENTACION - EJEMPLARES
IV	EVALUACION Y CONCLUSIONES

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

## I INTRODUCCION

El propósito de este trabajo es dar a conocer el progreso de las técnicas de cementación que están siendo utilizadas en la selva.

Desde la perforación del pozo descubridor CX-1 Corrientes en 1971, las diferentes compañías que han trabajado en la Amazonía, han llevado a cabo programas de cementación de tubería conductora, forros de superficie, forros intermedio y forros de producción.

En los trabajos de cementación de la conductora y forros de superficie e intermedio no han habido mayormente problemas importantes que destacar, desde que se inició la perforación en la selva. Los principales problemas han sido encontrados en la cementación de forros de producción. Estos problemas se han originado por sobredesplazamiento de la mezcla de cemento debido al pase de fluido de desplazamiento a través de los tapones respectivos dando lugar a una mala cementación en la zona del zapato guía. Otro problema ha sido la mala adhesividad de la mezcla en los intervalos productores. Como consecuencia de estos problemas se ha tenido que realizar un número considerable de trabajos de reparación (cementación forzadas) y por consiguiente se ha producido una demora en el equipo de perforación y un aumento en el costo de los pozos.

A través de todos estos años se han venido modificando las técnicas y evaluándolas a fin de eliminar o por lo menos disminuir la ocurrencia de estos problemas, habiéndose logrado éxito en ello. Para solucionar el problema de la mala adhesividad del cemento se ha tenido más cuidado en la parte mecánica del equipo de cementación para evitar interrupciones en los trabajos y malas cementaciones, se ha usado mezcladores neumáticos para la mezcla del cemento y aditivos, y las mezclas se han hecho en seco. El mezclado en seco ha permitido obtener una mayor uniformidad en la mezcla de cemento, ya que la cantidad de aditivos a usarse se basa en el peso del cemento. Anteriormente la mezcla se hacía en agua y la cantidad de aditivos que se usaba dependía de la densidad de la mezcla agua-cemento. También se ha ejercido un mayor control en

la obtención de las densidades apropiadas para cada pozo y se ha disminuído la concentración de retardadores para reducir el tiempo de fraguado del cemento. Otra innovación ha sido el usar tipos más económicos de mezclas de cemento para los trabajos de forros intermedios y de producción en pozos con temperaturas estáticas de fondo de 200°F a 290 °F, ahorrando con ello aproximadamente \$5000 por pozo en las cementaciones de forros de producción solamente. Una cantidad similar se ha ahorrado en la cementación de forros intermedios con las innovaciones aplicadas. A ello hay que agregar un menor gasto de \$1400 por la eliminación del exceso de aditivos en agua no bombeables que se perdía cuando los aditivos eran mezclados en agua. Podemos señalar entonces que se ha obtenido un ahorro total de \$11,400 por pozo con la introducción de las modificaciones mencionadas. A ello hay que añadir el beneficio adicional de una mayor carga a transportar por helicóptero para cada pozo (157,400 libras a hora vs. 195,300 libras antes, cemento neto más aditivos) lo cual es muy importante por lo distante de las locaciones en la Selva, y por que son accesibles solamente por helicóptero.

Otras ventajas técnicas obtenidas con los cambios efectuados serán expuestas más adelante.

## II CRITERIO DE DISEÑO

Hay varios criterios que deben tenerse en consideración en el diseño de mezcla de cemento para pozos profundos con altas temperaturas. Ellos son más críticos en cementaciones de pozos productores de gas que de petróleo, pero en cualquier caso su análisis es necesario. En el diseño de mezclas de cemento para la cementación de laines y forros de producción la siguiente información es esencial :

### 1. Turbulencia vs. flujo del tapón :

Pruebas realizadas han indicado una eficiencia más alta desplazando la mezcla de cemento en flujo turbulento; sin embargo existen condiciones que no permiten obtener turbulencia. Quizas sean necesarias mezclas viscosas, de alta densidad y el desplazamiento será en flujo laminar.

### 2. Tiempo de fraguado :

El retardo excesivo puede posiblemente dar como resultado trabajos inefectivos de cementación primaria. Las mezclas de cemento deberán ser diseñadas para que tengan un adecuado pero no excesivo tiempo de fraguado. Si un trabajo de cementación de laines o forros de producción puede ser completado en menos de dos horas, generalmente el máximo tiempo de fraguado no necesita ser más de 3.5 horas. Cuando sean necesarias 4 a 5 horas para el mezclado y el desplazamiento, un factor de seguridad de 60 a 90 minutos será suficiente en la mayoría de los casos.

### 3. Temperaturas de fondo :

Un aspecto importante en el diseño de mezclas de cemento para altas temperaturas es el tener temperaturas de fondo exactas. Las temperaturas obtenidas de los registros eléctricos

tricos quizás no sean la solución de este problema, un error de 10° a 20° en la temperatura de circulación en el fondo - puede cambiar el tiempo de fraguado de 1 a 3 horas.

#### 4. Control de la pérdida de filtrado :

La permeabilidad de la formación juega un rol importante en la determinación de cuanto control hay que ejercer en la pérdida de filtrado para prevenir una deshidratación prematura durante la cementación, lo que podría resultar en una disminución de la movilidad de la mezcla o en bloqueo anular. El problema de asegurar una información exacta de datos de permeabilidad hace más difícil el trabajo de diseño. Las muestras de formación, si se cuenta con ellas, brindan un medio de obtener datos de permeabilidad. Se requiere menos control del filtrado para permeabilidad extremadamente baja como la encontrada generalmente en calizas y dolomitas; sin embargo las zonas que contienen permeabilidad del tipo de cavernas - pueden requerir más control. También las areniscas de alta permeabilidad necesitarán mezclas con una menor pérdida de filtrado.

Aunque la mayoría de los aditivos para pérdida de filtrado se usan en operaciones de cementación forzada, la experiencia de campo ha demostrado que también son una parte esencial de los cementos para lanas y/o forros de producción.

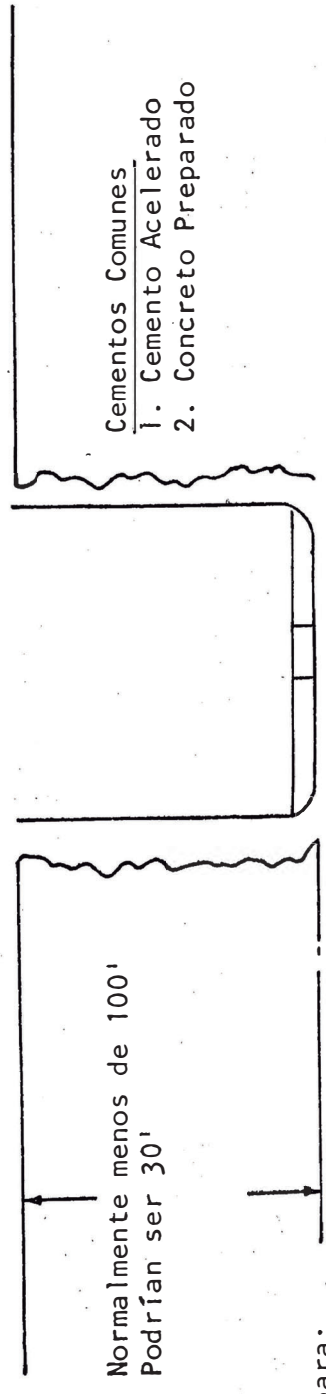
#### 5. Procedimientos generales de Cementación :

Todas las áreas deben tener un método o técnica generalmente aceptada que se siga para cementar las lanas o forros de producción. Estas técnicas podrán ser cambiadas para adecuarlos a diferentes condiciones del pozo, tales como profundidad, temperatura, presión, etc.

6. Sobrepresiones hidrostáticas creadas durante la cementación.

# PROPOSITO Y CARACTERISTICAS DE LOS DIFERENTES TRABAJOS DE CEMENTACION REALIZADOS EN LA SELVA PERUANA

## CEMENTACION DE LA CONDUCTORA



Propósito:

Un conductor se coloca para:

1. Evitar un derrumbe debajo del equipo.
2. Permite elevar el Niple Campana y el Niple de Retorno.

Normalmente no se utiliza un preventivo para el conductor.

Características:

1. El Casing es de 20" a 30" de diámetro.
2. El hoyo puede derrumbarse bastante.
3. El Casing necesita estar bien sostenido para evitar que se levante con la circulación normal de la perforación.

Comentarios:

1. En ocasiones es cementado a través de tubería de perforación con camisa selladora.
2. Al cementar a través del Casing, no utilizar tapón de desplazamiento, sencillamente desplazar el cemento.
3. Los taponos de 20", 26" ó 30" son de madera. En caso de utilizarlos, no presionar el conductor al llegar el tapón al zapato para evitar que se pase la presión.

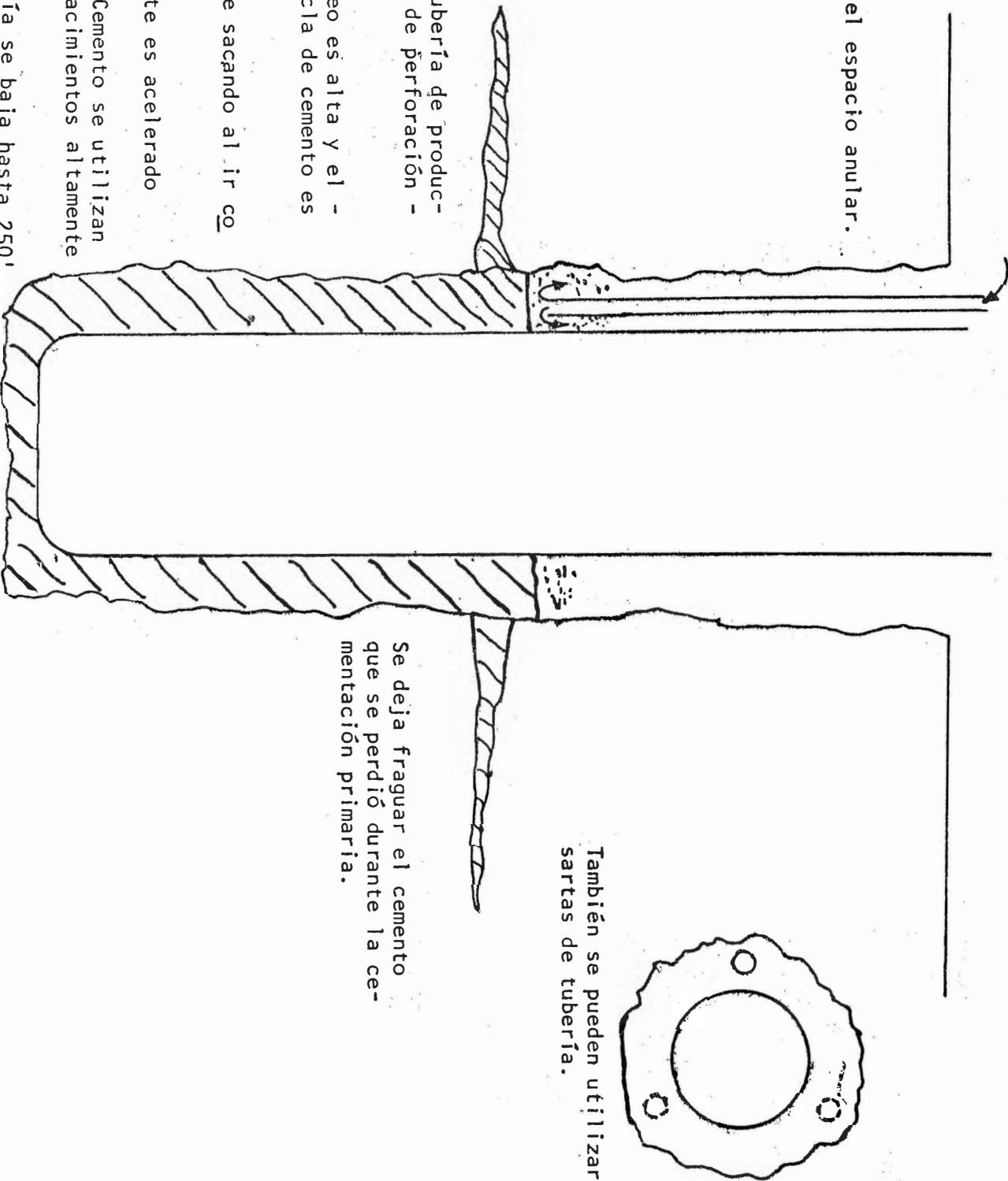


# CEMENTACION EXTERIOR

(TAMBIEN CONOCIDA COMO "CEMENTACION POR FUERA")

Propósito:

Llenar completamente el espacio anular.



Normalmente se usa tubería de producción de 1" o tubería de perforación de 1 5/6"

La fricción por bombeo es alta y el procedimiento de mezcla de cemento es lento.

La tubería puede irse sacando al ir colocando el cemento.

El cemento normalmente es acelerado

Mezclas de Cal Seal/Cemento se utilizan en caso de existir yacimientos altamente porosos.

Normalmente la tubería se baja hasta 250'

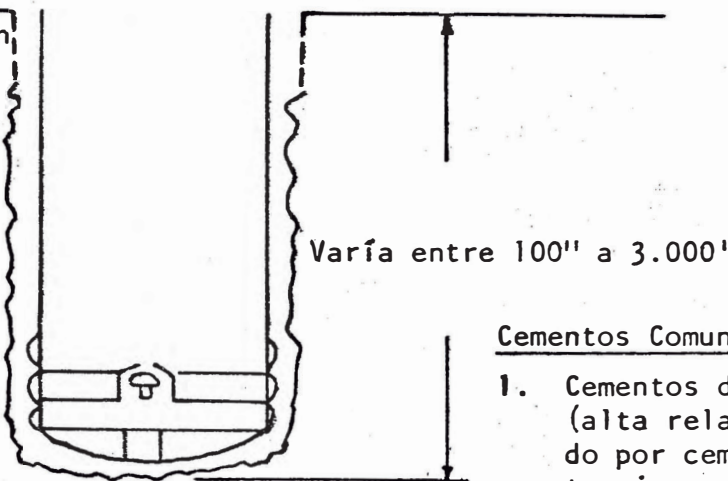
a 300' de profundidad. Se han bajado hasta 3400' en algunos casos.

También se pueden utilizar varias sargas de tubería.

Se deja fraguar el cemento que se perdió durante la cementación primaria.

# CEMENTACION DE FORROS SUPERFICIALES

Se puede cementar con o sin conductor



## Propósitos:

El Casing superficial se coloca para:

1. Proteger acuíferos.
2. Contener yacimientos no-consolidados.
3. Permitir control primaria de presiones (Normalmente preventores se utilizan en el Casing superficial).
4. Sostener otros Casings que siguen.
5. Aislar zonas de pérdida de circulación.

## Cementos Comunes

1. Cementos de alto rendimiento (alta relación de agua) seguido por cemento de alta resistencia en los últimos tubos.
  - a. Normalmente acelerado.
  - b. Con aditivos para pérdidas de circulación.
2. En caso de pozos profundos, utilizar cemento de alta resistencia para que el Casing sostenga los casings por cementar.

## Características :

1. Tamaños varían entre 7 5/8" para pozos someros hasta 20" para pozos profundos.
2. Hoyo puede estar derrumbado.
3. Sartas cortas pueden levantarse por circulación.
4. Normalmente los lodos son viscosos con poco control de pérdida de agua.
5. El Casing puede atorarse (pegarse) fácilmente en yacimientos no-consolidados.
6. Pérdida de circulación puede presentarse.
7. La mayoría de las áreas requieren que el cemento sea circulado hasta la superficie.
8. Normalmente usar zapato guía o zapato flotador y cuello flotador.

## Cementación :

1. Casings superficiales de grandes diámetros normalmente se cementan a través de tubería de perforación.
2. Utilizar 2 tapones (Inferior y Superior) debido a altas viscosidades del lodo.
3. Los tubos de abajo deben centralizarse y soldarse en las juntas para evitar que se desenrosquen durante la perforación.

# CEMENTACION DE FORROS INTERMEDIOS

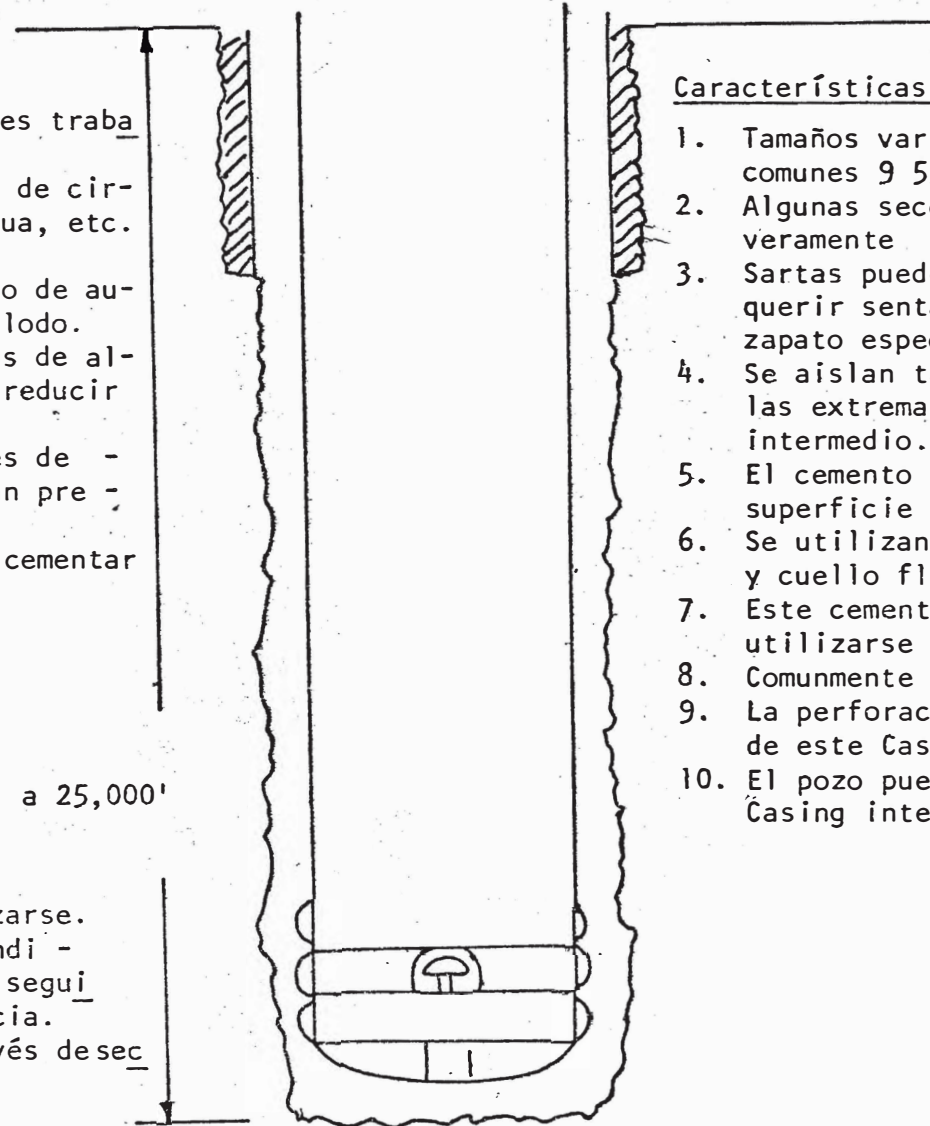
## Propósito:

1. Divide el hueco en secciones trabajables.
  - a. Aisla zonas de pérdida de circulación, flujos de agua, etc.
  - b. Aisla secciones de sal
  - c. Protege agujero abierto de aumentos en el peso del lodo.
  - d. Evita el flujo de zonas de alta presión en caso de reducir el peso del lodo.
2. Control Básico de Presiones de Casing (siempre se instalan preventores)
3. Sostiene otros casing por cementar

1,500' a 25,000'

## Cementos Comunes:

Demasiado variado para generalizarse. Normalmente cementos de alto rendimiento (alta relación de agua) seguido por cemento de alta resistencia. Cementos saturados de sal a través de secciones de sal.



## Características:

1. Tamaños varían entre 6 5/8" y 20". Más comunes 9 5/8", 10 3/4" y 13 3/8".
2. Algunas secciones pueden derrumbarse severamente (secciones de sal)
3. Sartas pueden ser bastantes pesadas y requerir sentarse en el fondo (eso requiere zapato especial).
4. Se aíslan tanto zonas de alta presión como las extremadamente débiles con el Casing intermedio.
5. El cemento es normalmente circulado a la superficie pero no siempre.
6. Se utilizan zapato guía o zapato flotador y cuello flotador.
7. Este cemento será el de mayor volumen por utilizarse en el pozo.
8. Comúnmente cementado por etapas
9. La perforación puede prolongarse a través de este Casing ocasionando daños comunes.
10. El pozo puede completarse a través del Casing intermedio.

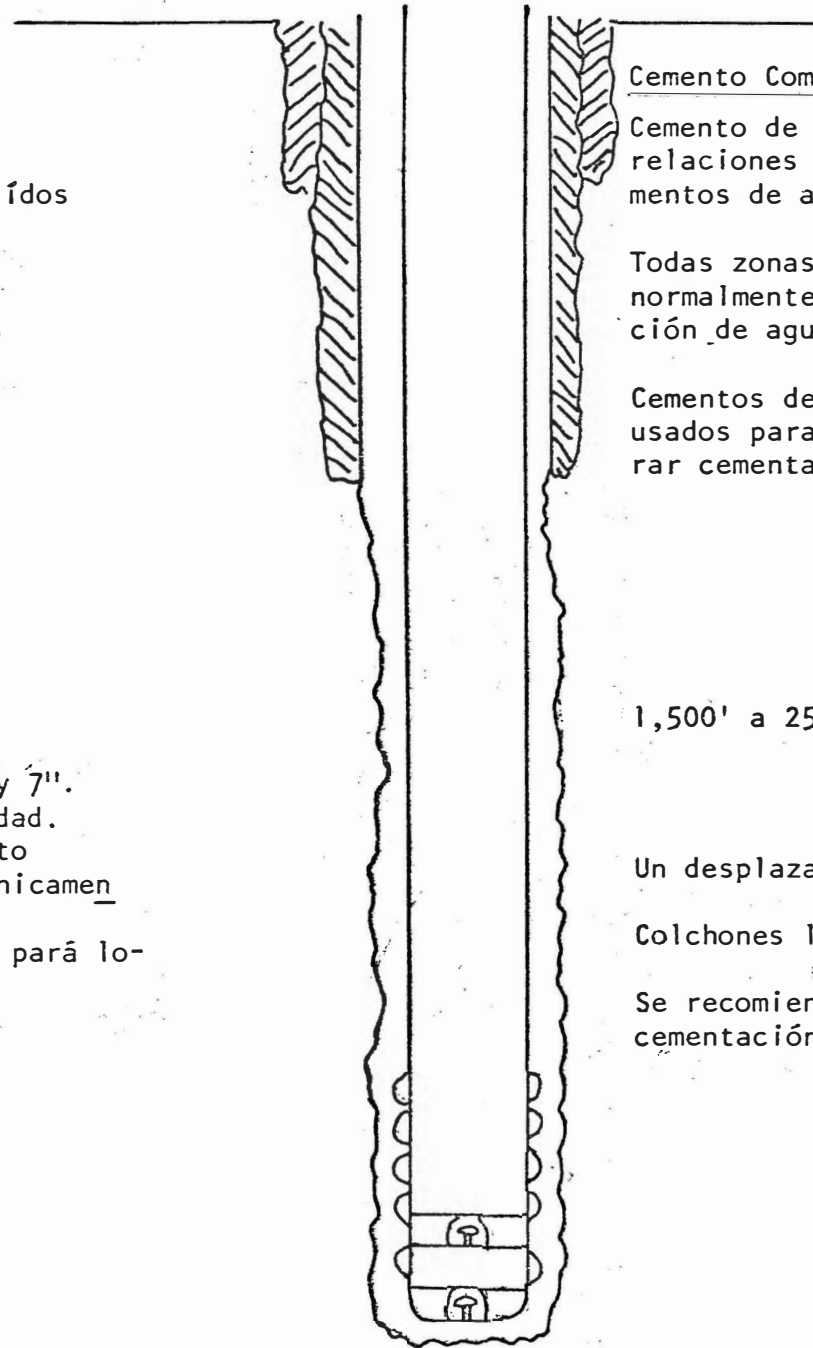
# CEMENTACION DE FORROS DE PRODUCCION

## Propósito:

1. Completar el pozo para producción
  - a. Aislamiento efectivo de zona
  - b. Proteje zona productora de fluidos indeseables en otras zonas.
2. Control de presión de Casing
3. Tapar secciones gastadas o dañadas del casing intermedio.

## Características:

1. Tamaños comunes. 4 1/2", 5 1/2" y 7".
2. Lodo de perforación de buena calidad.
3. Normalmente no circulado el cemento hasta la superficie. Circulado únicamente hasta el Casing intermedio.
4. Se requiere una buena cementación para lograr una completación exitosa



## Cemento Común:

Cemento de alto rendimiento (altas relaciones de agua) seguido por cementos de alta resistencia.

Todas zonas productoras cementadas normalmente con cementos de baja relación de agua.

Cementos densificados son comúnmente usados para control de presiones y mejorar cementaciones.

1,500' a 25,000'

Un desplazamiento efectivo del lodo es esencial.

Colchones lavadores son comunes.

Se recomienda movimiento del casing durante la cementación, rotación o reciprocación.

### Propósito:

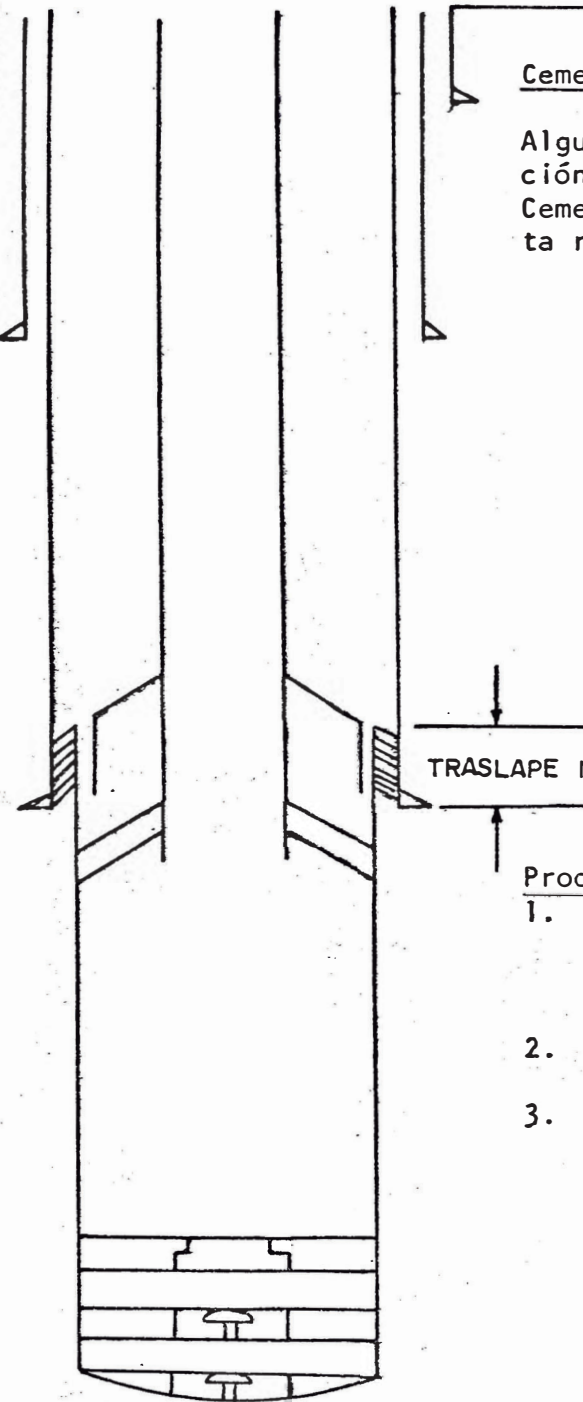
1. Casing de completación del pozo
2. Requiere menos casing en el pozo
3. Permite completar el pozo con tuberías de mayor diámetro para altas capacidades de flujo.

### Características:

1. A veces cubre largos intervalos.
2. Normalmente, los espacios anulares son mínimos.
3. Normalmente este casing no se mueve por rotación o reciprocación durante la cementación, los ritmos de bombeo son restringidos para evitar el fracturamiento en la formación y se requiere un desplazamiento efectivo del lodo de perforación del espacio anular

### Cementos Comunes:

Algunos cementos de alta relación de agua para control de peso. Cementos de alta densidad y de alta resistencia son los más comunes.



TRASLAPE NORMALMENTE 200 ó 400

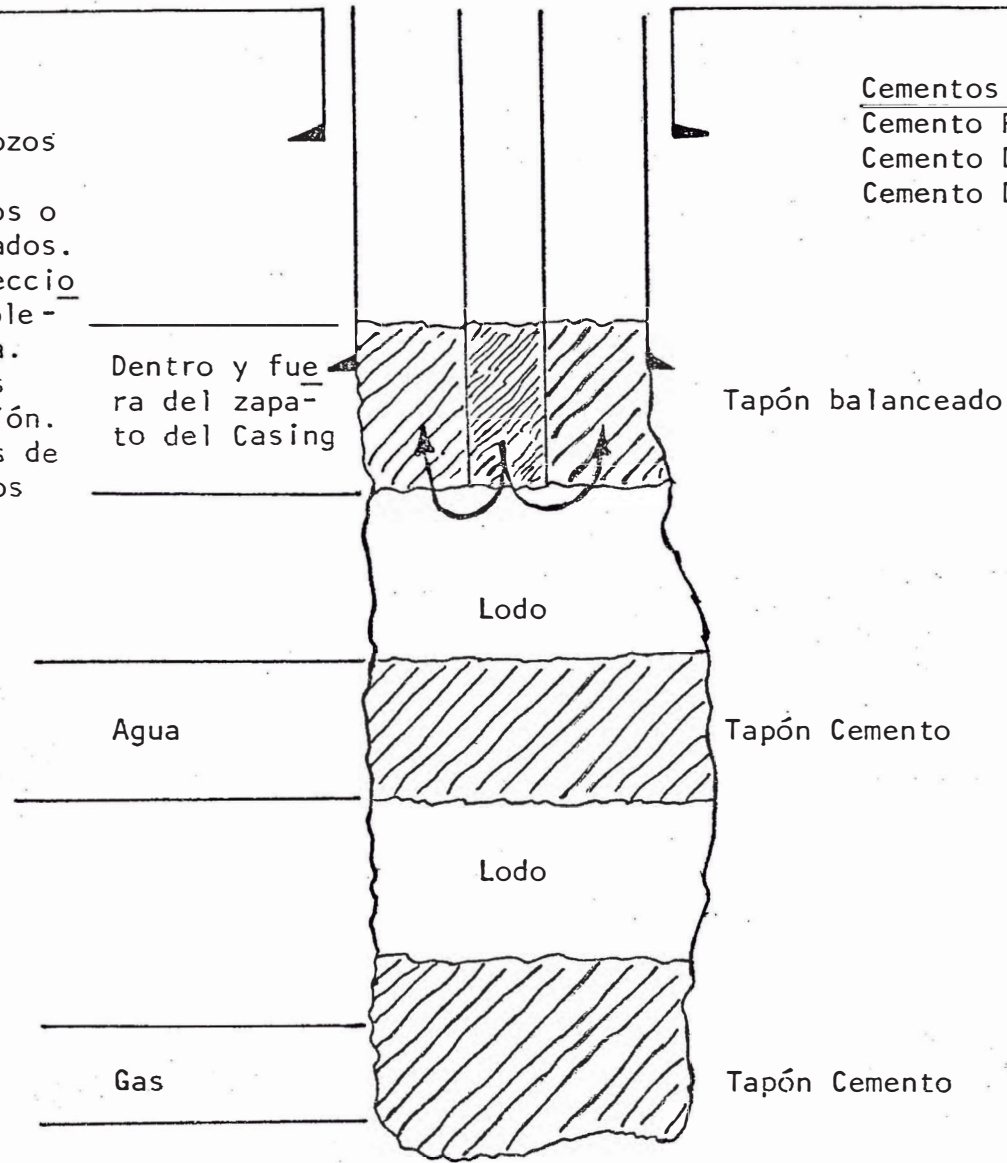
### Procedimiento:

1. El liner es sentado en el colgador antes de cementar. La herramienta con las copas selladoras se mantiene dentro del liner.
2. Se coloca el cemento. Normalmente se circula el cemento arriba del liner.
3. Se saca del pozo la tubería de perforación con la herramienta selladora. A veces se recupera el exceso de cemento por circulación inversa a través de la tubería de perforación.

# TAPONES BALANCEADOS DE CEMENTO

## Propósito:

1. Tapón para abandonar pozos no productivos.
2. Tapón para desviar pozos o enderezar pozos desviados.
3. Tapón para abandonar secciones del agujero y completar en zonas más arriba.
4. Tapón para sellar zonas de pérdida de circulación.
5. Tapón para sellar zonas de agua en pozos perforados con aire.



Cementos Comunes  
Cemento Puro  
Cemento Densificado  
Cemento Densificado y Arena

# CEMENTACIONES MULTIPLES

(FORROS SUPERFICIALES INTERMEDIOS ó DE PRODUCCION)

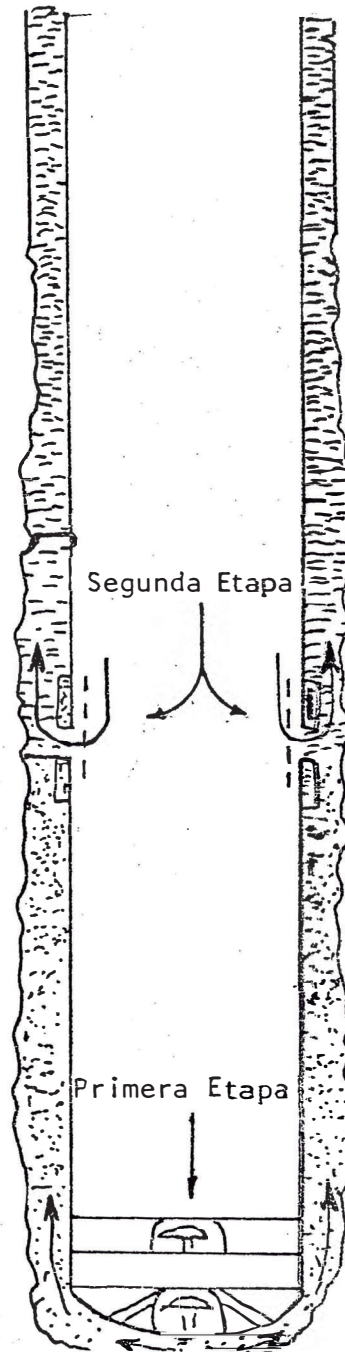
## Propósito:

1. Para colocar largas columnas anulares de cemento.
2. Disminuye la presión en agujero abierto disminuyendo la columna.
3. Divide largas columnas anulares en secciones para un mejor control de tiempos de fraguado.
4. Para colocar un cemento frente a secciones selectivas sin utilizar una columna continua de cemento.
5. Permite cementar arriba de zonas de pérdida de circulación.

La primera etapa es circulada hasta el fondo antes de abrir el cementador múltiple. Normalmente se permite que éste frague antes de bombear el cemento de la segunda etapa.

## Características:

Esencialmente igual que casing superficiales, intermedios y de producción.

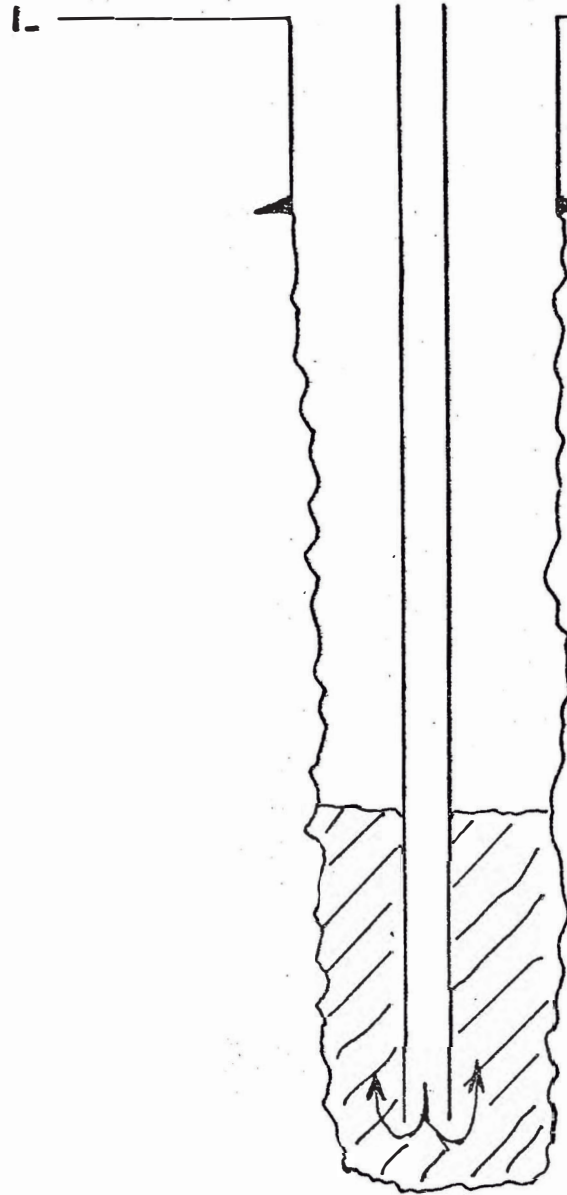


## Cementos Comunes :

Cementos de alta relación de agua seguidos por cemento de alta resistencia.

La segunda etapa se efectúa a través del cementador múltiple.

# CEMENTACION DE FRAGUADO LENTO



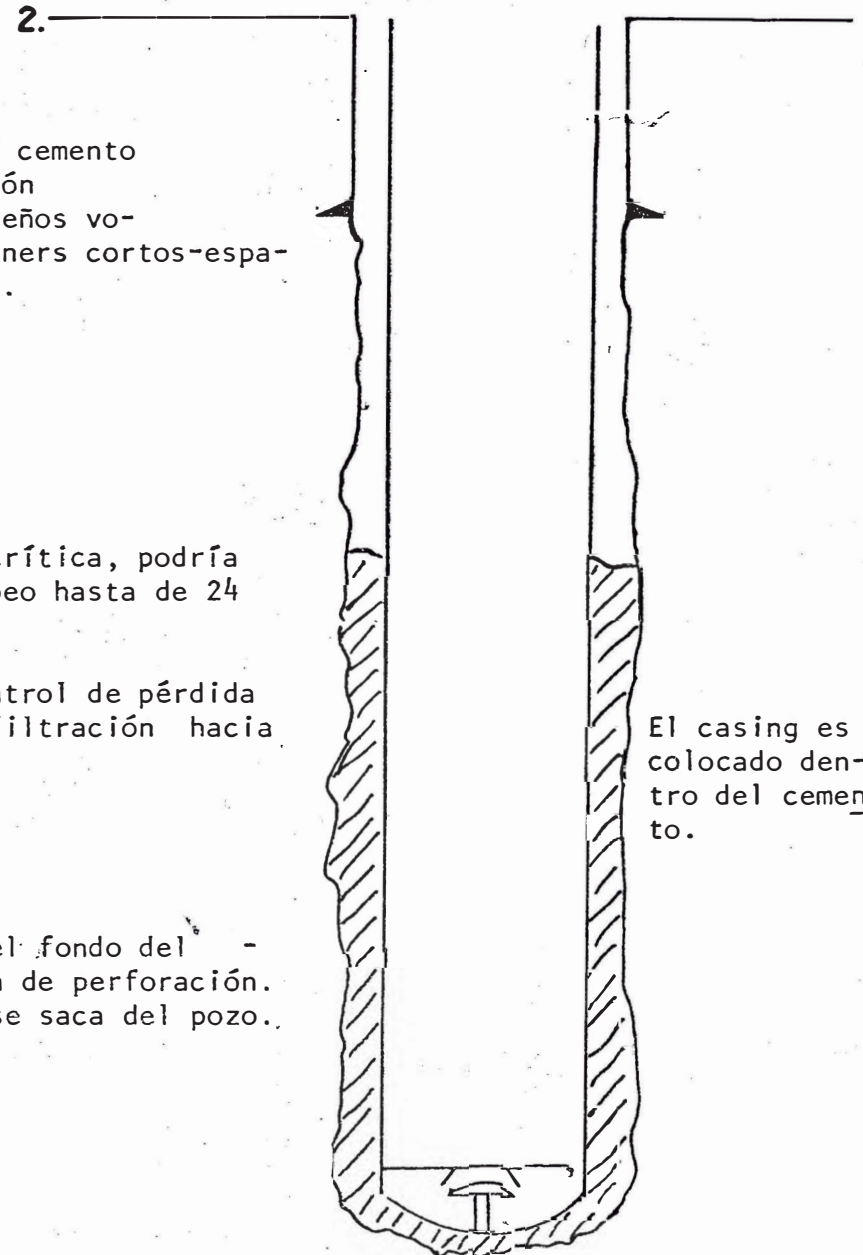
## Propósito:

1. Evitar canalización del cemento en el lodo de perforación
2. Facilita el coloca pequeños volúmenes de cemento. (Liners cortos-espacios anulares pequeños).

## Cementos:

1. La retardación es muy crítica, podría requerir tiempos de bombeo hasta de 24 horas.
2. Se requiere un buen control de pérdida de fluido para evitar filtración hacia la formación.

El cemento es colocado en el fondo del pozo a través de la tubería de perforación. La tubería de perforación se saca del pozo.



El casing es colocado dentro del cemento.

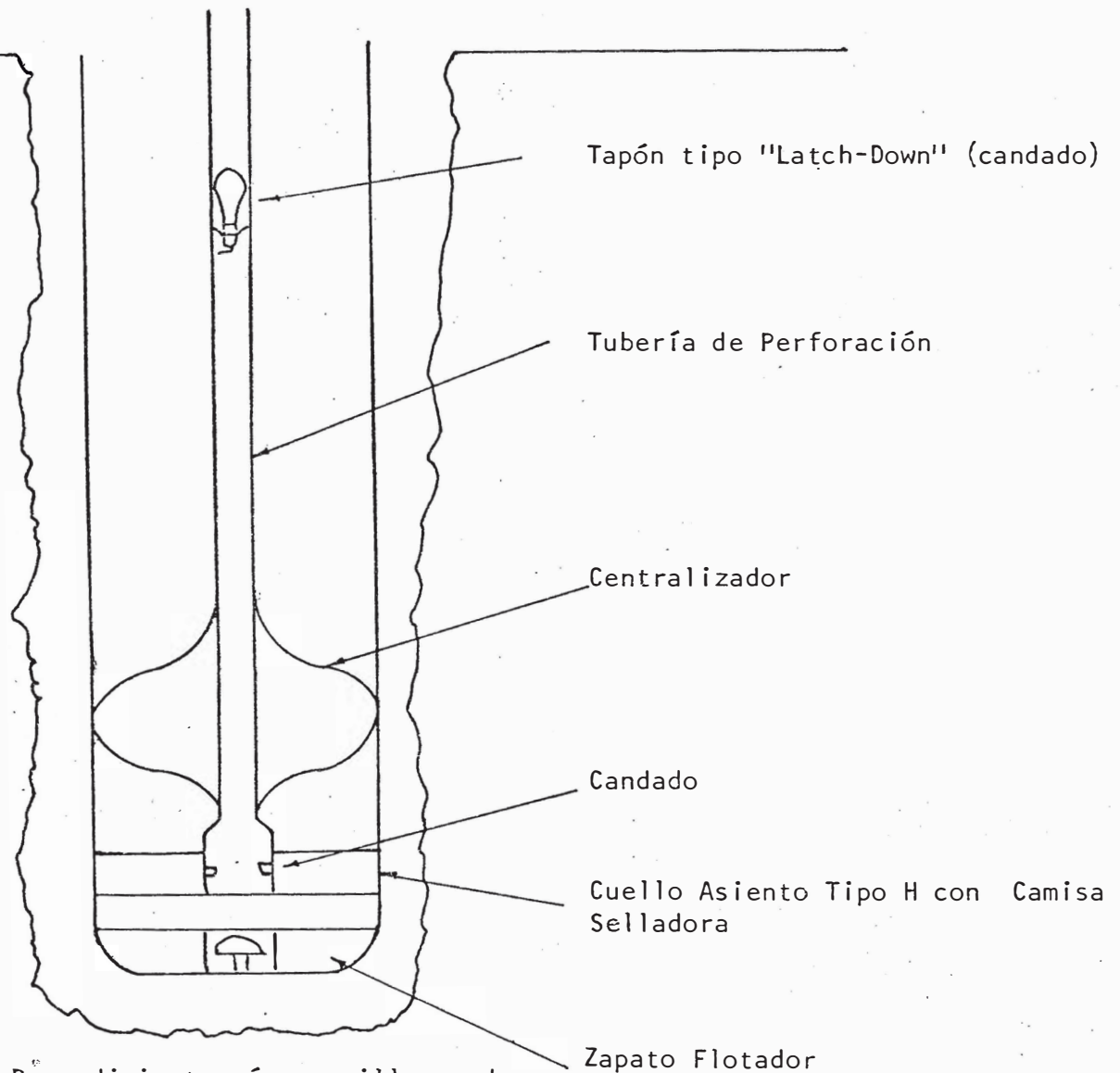


Propósito:

1. Evitar colapso del casing.
2. Elimina el uso de tapones de casing
3. Permite mezclar cemento hasta circularlo a la superficie con un mínimo de pérdida (se transporta un exceso de cemento a la localización para usarlo si es necesario o regresarlo si no se utiliza).

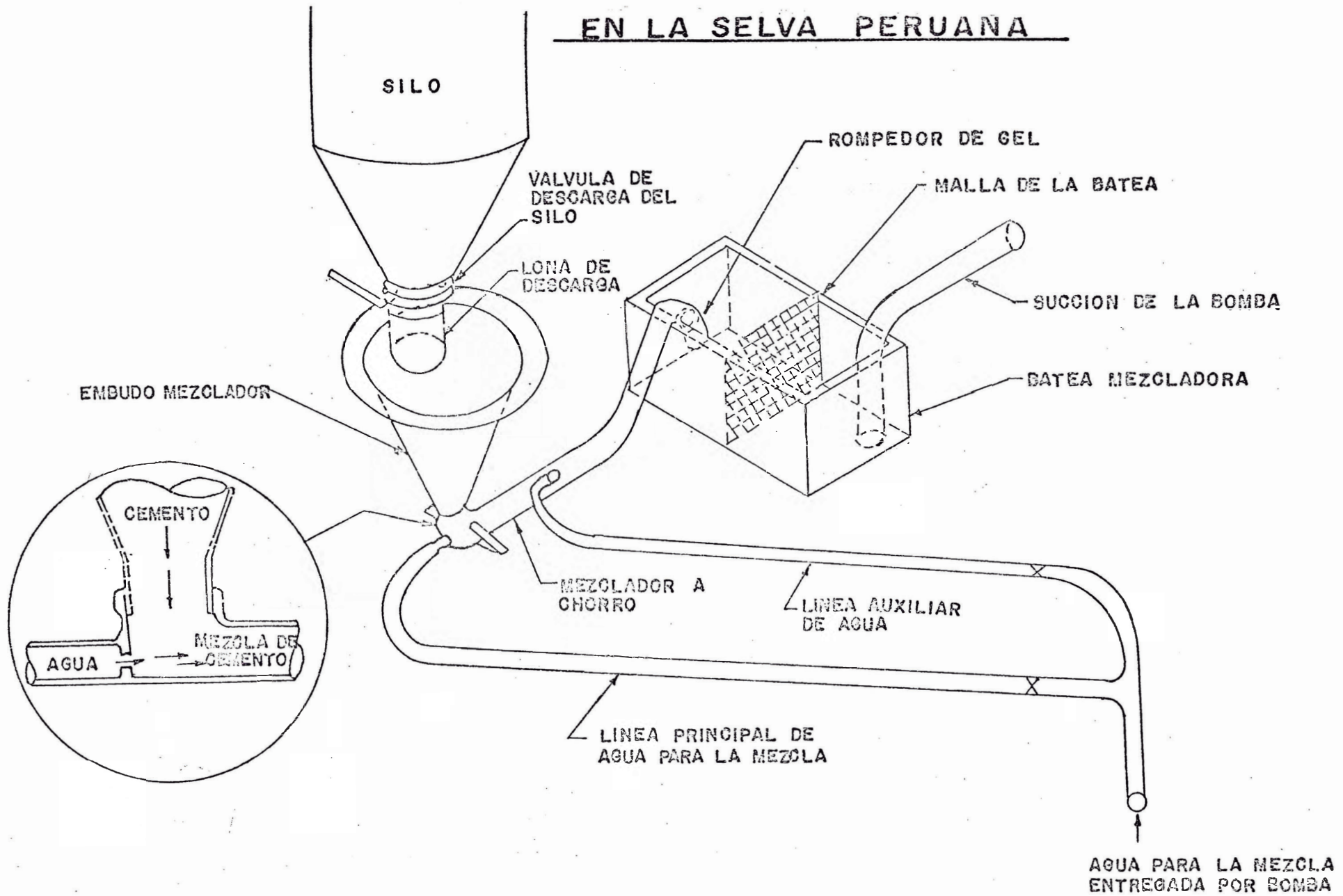
Nota:

Puede efectuarse con o sin tapón. El tapón sirve para asegurar el desplazamiento por el zapato en caso de existir una zona de pérdida de circulación. Un tapón tipo "Latch Down" (candado) también sirve como un segundo flotador.



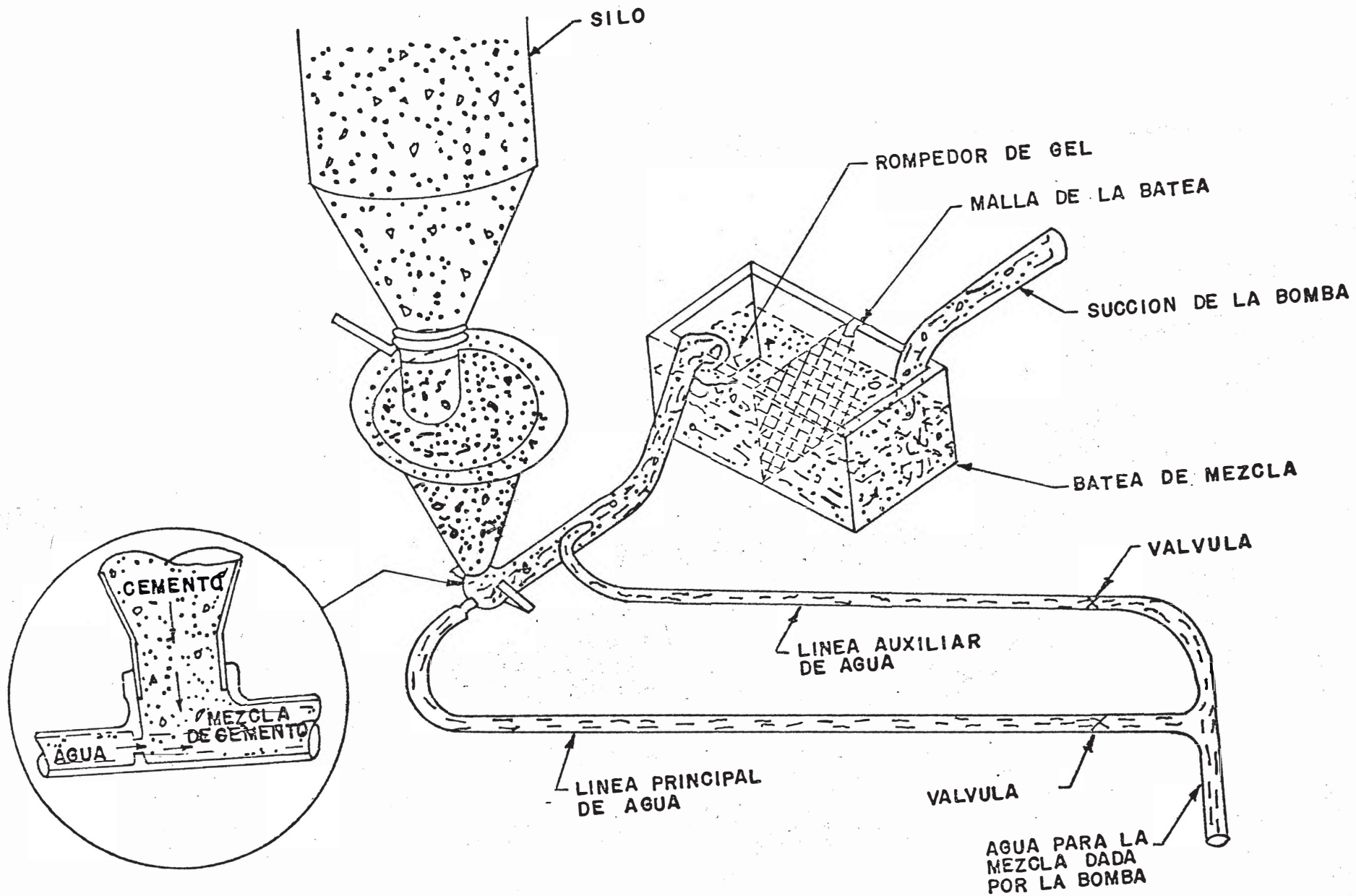
Procedimiento más sencillo es de perforar el pozo conforme cantidad de casing disponible. Debería colocarse con el cople de 2" ó 3" arriba de la mesa rotaria.

EN LA SELVA PERUANA



SISTEMA BASICO DEL MEZCLADO A CHORRO

FIGURA 1



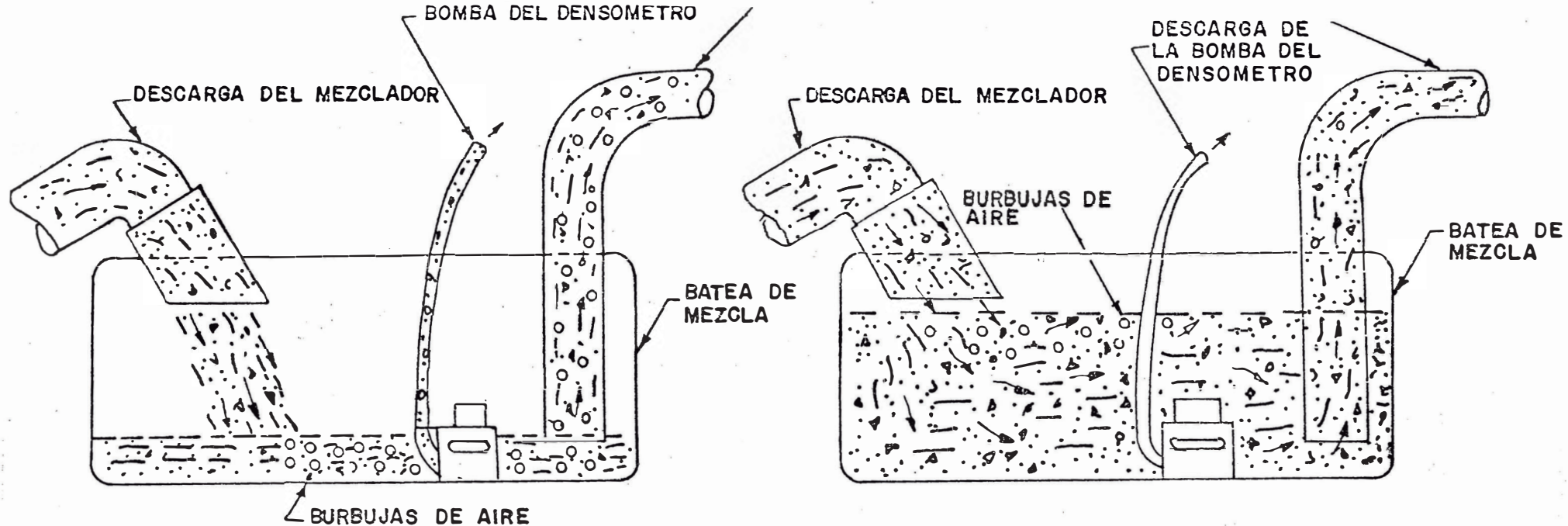
OPERACION DEL MEZCLADOR A CHORRO

FIGURA 2



**EFFECTO DE LA VALVULA DE AGUA EN EL  
CONTROL DE LA DENSIDAD DE LA MEZCLA**

**FIGURA 3**



LA MEZCLA QUE DESCARGA EL MEZCLADOR ATRAPA AIRE EN LA BATEA DE MEZCLA

UN NIVEL BAJO EN LA BATEA :

- IMPIDE QUE EL AIRE SALGA DE LA MEZCLA
- DEJA QUE EL AIRE SEA TOMADO POR LA BOMBA LO QUE CAUSA VIBRACIONES EN LAS LINEAS DE DESCARGA
- BAJA EL RITMO DE BOMBEO
- DEJA QUE SE BOMBEE AIRE A TRAVES DEL DENSOMETRO LO QUE ORIGINA MEDIDAS INCORRECTAS DEL PESO DE LA MEZCLA

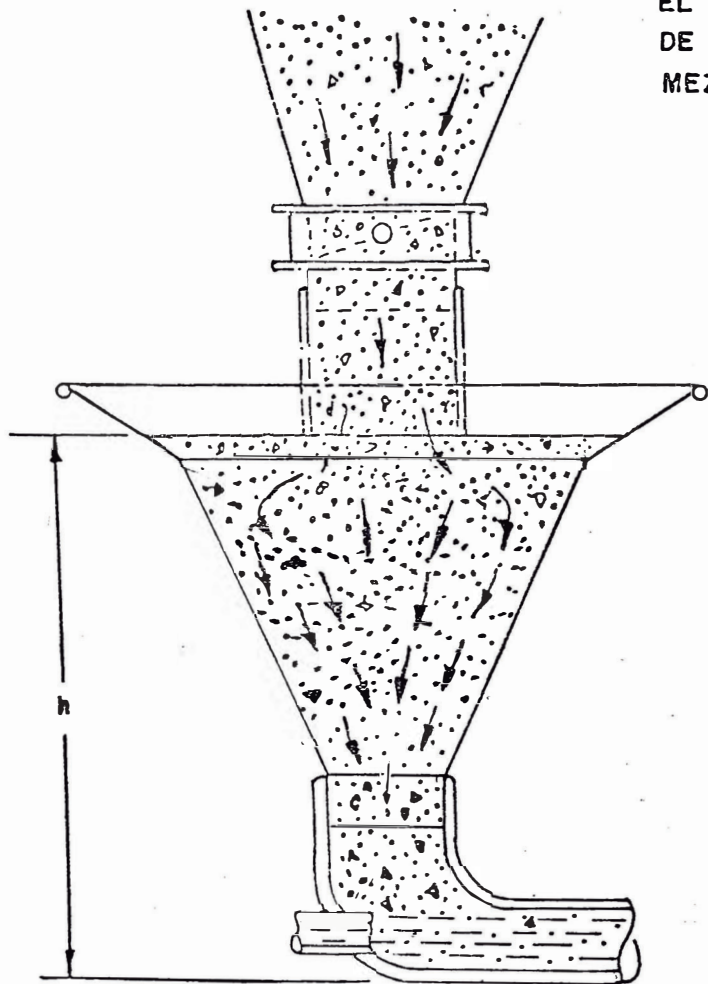
UN NIVEL ALTO EN LA BATEA :

- PERMITE QUE EL AIRE SALGA DE LA MEZCLA ANTES QUE ENTRE AL DENSOMETRO O SEA BOMBEO AL POZO

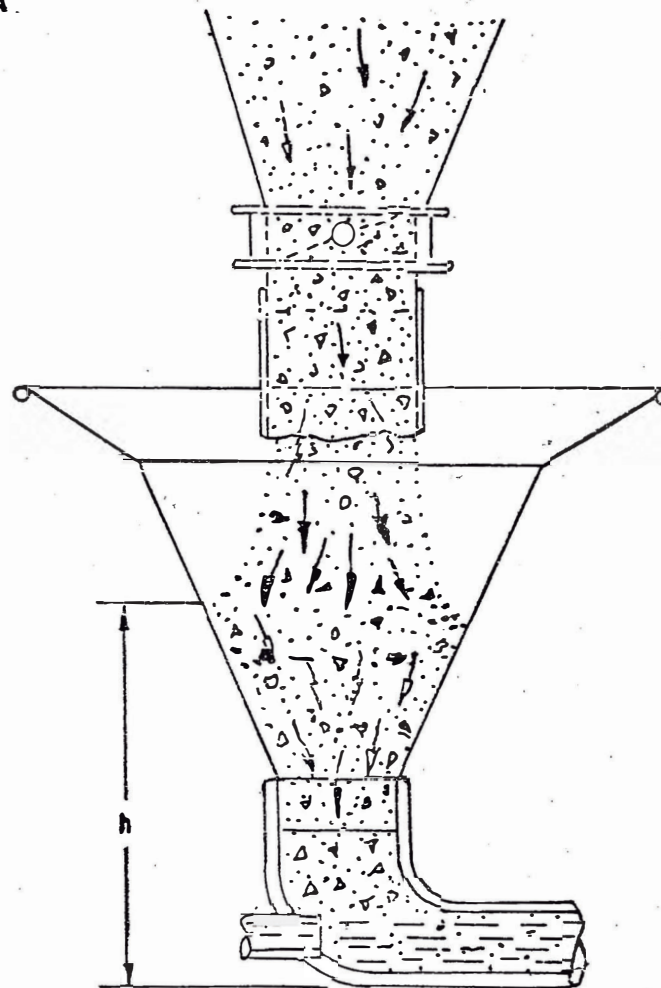
EFECTO DEL NIVEL DE LA BATEA

FIGURA 4

LA ALTURA DEL CEMENTO  
EN EL EMBUDO DETERMINA  
EL RITMO DE ENTREGA  
DE CEMENTO AL  
MEZCLADOR



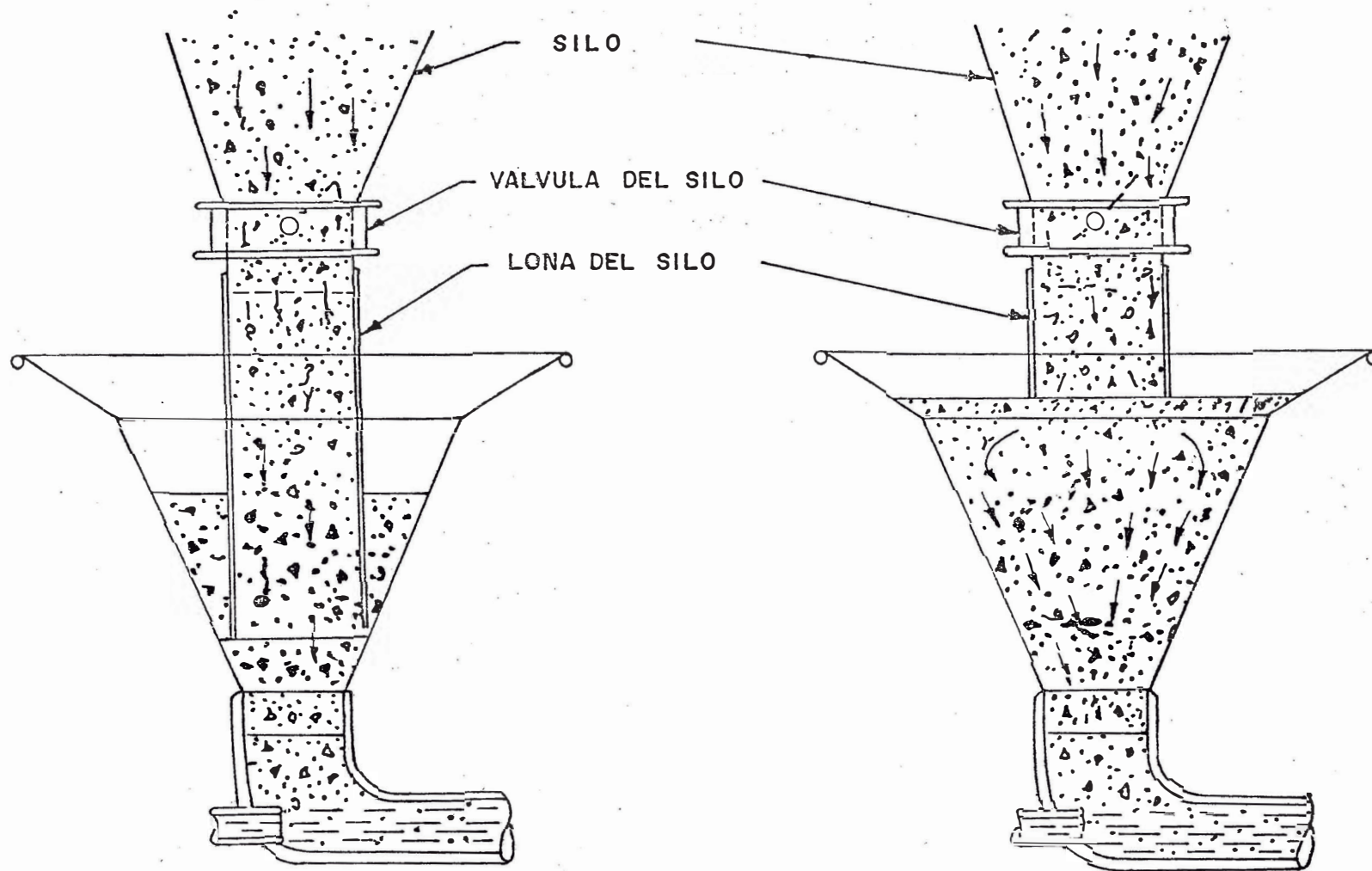
UN EMBUDO LLENO PROPORCIONA:  
• UN RITMO MAXIMO DE MEZCLADO  
MAS ALTO  
• MAYOR PESO MAXIMO DE LA  
MEZCLA



UN NIVEL BAJO EN EL EMBUDO CAUSA:  
• BAJO RITMO DE MEZCLADO  
• BAJO PESO MAXIMO DE LA MEZCLA  
• PESO NO UNIFORME DE LA MEZCLA

FIG. 5

EFECTO DEL NIVEL DEL EMBUDO EN EL RITMO  
Y EL PESO DE LA MEZCLA



**UNA LONA LARGA:**

- EVITA QUE EL EMBUDO SE LLENE
- DA UN NIVEL DISPAREJO EN EL EMBUDO LO QUE A SU VEZ ALIMENTA EN FORMA DISPAREJA AL MEZCLADOR

**UNA LONA CORTA:**

- PERMITE QUE EL EMBUDO SE LLENE
- DA UNA ALIMENTACION PAREJA AL MEZCLADOR

**EFFECTO DE LA LONGITUD DE LA LONA**

FIGURA 6

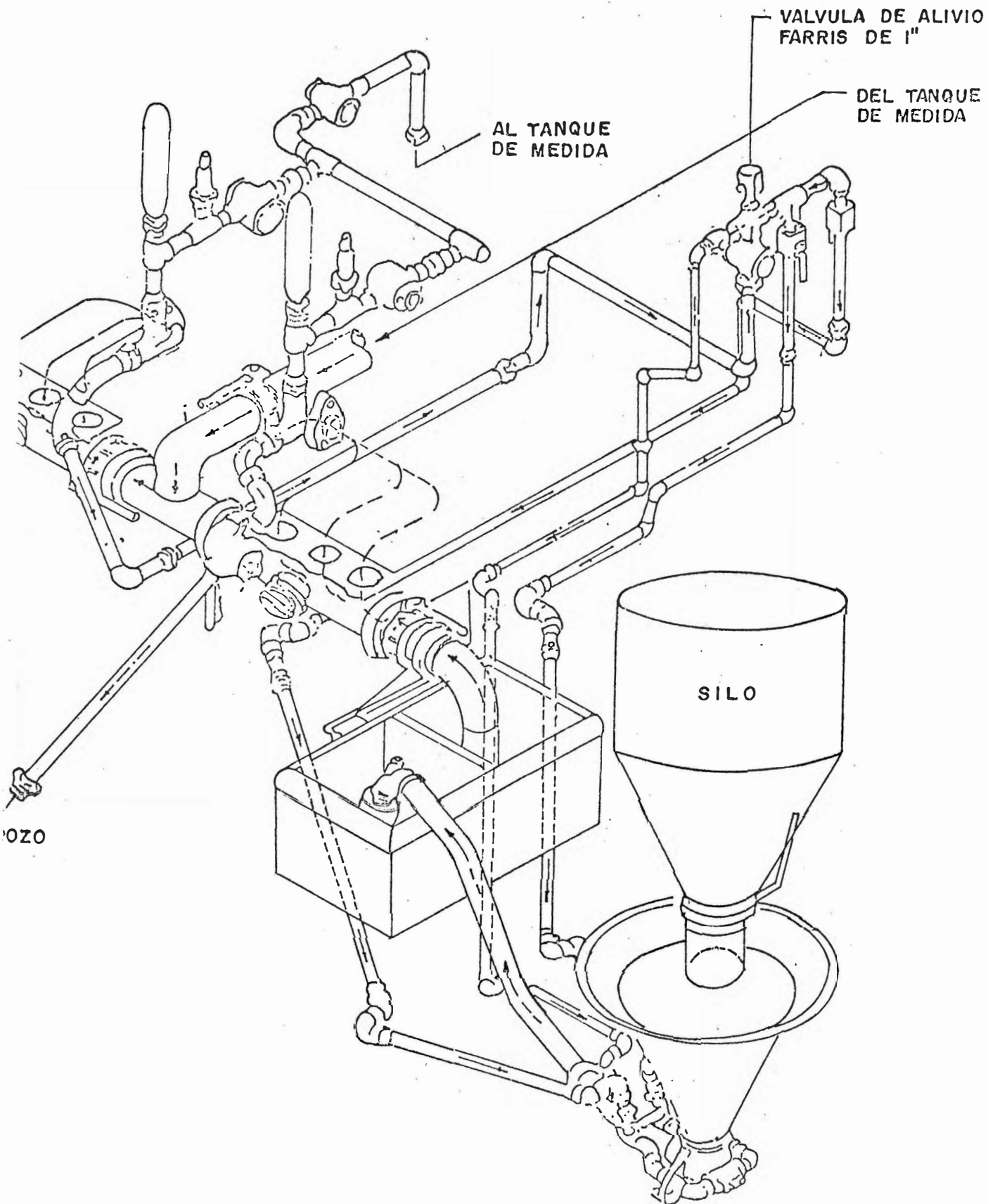


DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA  
DE ALTA PRESION PARA MEZCLADO

FIGURA 7



## PROGRAMA DE CEMENTACION ANTIGUO

---

### CEMENTACION DE CONDUCTORA

Hueco : 26"  
Conductor : 20"  
Profundidad : 120 ft. - Cemento a superficie  
Equipo : a.) Zapato guía o cuello flotador  
          b.) 2 centralizadores (uno a 10 ft. del zapato y el otro a segundo tubo).  
Cemento : Andino Tipo II 300 Sx (considerado 100% de exceso).  
Aditivos : 564 Lbs. de Cloruro de Calcio (2% por peso de cemento), premezclado con el agua.

Procedimiento : a.) Bombear a la cabeza del cemento 30 Bb. de agua y seguir con la siguiente mezcla.

Cemento Andino Tipo II + 2% Cloruro de Calcio.  
Propiedades de Lechada :

- Peso : 15.6#/gl. - Densificar los últimos 100 Ss a 15.8#/gl.

- Agua Requerida : 5.2 gl/Sx

- Rendimiento : 1.18 ft<sup>3</sup>/Sx

- Tiempo de espesamiento : 3 horas.

Esfuerzo de compresión en zapato + psi después de 6 horas.

b.) Tiempo de espera antes de iniciar la perforación: 6 horas.

## FORROS DE SUPERFICIE - 13 3/8"

-----

- Hueco : 17 1/2
- Conductor : 13 3/8" H-40 71.4 Kg/metro - 8 Hilos
- Profundidad : 1000 ft. Cemento a superficie
- Equipo : a.) Zapato flotador o zapato guía combinado con Collar flotador de inserto a un tubo del zapato guía.
- b.) 8 Centralizadores. Uno en la primera junta y los restantes cada 90 ft.
- c.) Tapón rojo y negro de desplazamiento.
- Procedimiento : a.) Circular un volumen.
- b.) Bombear 40 Bbl de agua a la cabeza de la cementación.
- c.) Cementar con dos tipos de cemento : Cemento neto los primeros 500 ft. del fondo y lo restante con 8% de Bentonita.
- Mezclas : Cemento de Cola : Cemento Andino Tipo II + 2% Cl<sub>2</sub>Ca. Densificar los últimos sacos a 16 #/gl.
- Cemento de Cabeza : Cemento Adnino II + 8% Bentonita + 4% de Cloruro de Calcio. Peso de mezcla recomendado 13.3#/gl.
- d.) Desplazar con el mayor rate disponible. Sentar el tapón con 1000 lb. encima de la presión de bombeo.
- e.) Esperar 8 hrs. antes de iniciar la perforación.

Material : (Considerado 30% de exceso teórico)

	<u>Mezcla de Cabeza</u>	<u>Mezcla de Cola</u>	<u>Total</u>
Cemento	400	234	634
Bentonita	-	1800 Lbs. *	1800 Lbs.
Cloruro de Calcio	750	450	1200

\* Mezclado en seco.

## FORROS INTERMEDIOS 9 5/8 "

-----

Hueco : 12 1/4  
Conductor : 9 5/8 S-95 69.9 Kg/m - Buttress  
N-80 59.5 Kg/m  
Profundidad : 12,086 Ft. Cementar los últimos 3000 Ft. de fondo -  
con un buen cemento.

Temperatura Esperada: 260 °F

Equipo : a.) Zapato flotador  
b.) Cuello Flotador  
c.) 16 centralizadores (uno en el primer tubo y  
los restantes cada 120 Ft.)  
d.) Tapón rojo y negro con inserto de aluminio.

Material : a.) Cemento Andino Tipo II 1000 Sx (30% exceso  
considerado)  
b.) CFR-2 - 750 lbs.  
c.) HR-12 300 lbs.  
d.) NF-P 250 lbs.  
e.) CIK 2500 lbs.

Procedimiento : a.) Circular el pozo al menos 1 1/2 volumen  
b.) Bombear a la cabeza de la cementación 60 Bbl  
de agua, seguido de :  
\* Cemento Andino Tipo II + 0.75% CFR-2 + 0.3%  
HR-12 \*\* + 0.25% NF-P + 5% CIK

Propiedades de la Mezcla :

Peso : 15.6 #/gl

Agua Requerida : 5.2 gl/Sx

Rendimiento : 1.18 Ft<sup>3</sup>/Sx

Tiempo de espesamiento : + 4 hrs.

Esfuerzo de compresión : + 1000 psi después de  
12 horas.

c.) Desplazar con el máximo rate disponible en el equipo y sentar tapón con 1000 psi encima de la presión del bombeo.

d.) Esperar 16 horas antes de iniciar la perforación

\* En caso de que los forros de 9 5/8 cubra formaciones permeables, será necesario cambiar el diseño.

\*\* La cantidad de retardador será ajustada en iquitos con las muestras de cemento y agua para tiempo de espesamiento + 4 horas y esfuerzo de compresión + 1000 psi, después de 12 horas.

## PROGRAMA DE CEMENTACION DE LAINA 7"

-----

- Hueco : 8 3/4
- Laina : 7" Buttress 43.2 Kg/m  
Traslape sugerido 300 ft.
- Profundidad : 15.252 ft.
- Temperatura : De informaciones de pozos vecinos, se espera encontrar una temperatura de más o menos 310 ° F.
- Equipo : a.) Zapato Flotador  
b.) Cuello Flotador  
c.) Cuello Retenedor de Tapones  
d.) Centralizadores cada 30 ft. a través de la formación productiva y 300 ft. encima y debajo de éstos.  
e.) Rascadores tipo cable cada 15 ft. a través de la formación productiva y 300 ft. encima y debajo de éstos.
- Material : a.) Cemento: Clase H. De no contar con disponibilidad del Clase H, se deberá evaluar detenidamente el Andino Tipo II - 700 Sx.
- b.) Silica Flour - 35% 23,030 lbs.  
c.) Halad-14 - 1.5% 1,000 lbs.  
d.) NF-P - 0.25% 165 lbs.  
e.) HR-12 - 0.8% 530 lbs.  
f.) ClK - 5% por peso de agua 1.720 lbs.
- Procedimiento : 1. Calcular el volumen de cemento usando de preferencia el registro calibrador del hueco (deep - meter caliper) usar incrementos de 50 ft. Usar 20% de exceso sobre el caliper.

2. Remover la escoria de fábrica (Mill Scale) de la porción de la lana que cubren las formaciones productivas . Usar NAOH al 50% luego, dejar oxidar los forros.
3. Usar un centralizador cada 30 ft. a través de la formación productiva y 300 ft. encima y debajo de éstos.
4. Usar un rascador (Scratcher) tipo cable cada 15 ft. a través de la formación productiva y 300 ft. encima y debajo de éstos.
5. Circular el pozo dos volúmenes antes de iniciar la cementación, usando el mismo rate de bombeo durante la perforación. Acondicionar el lodo a 30 - 35 Marsh Funnel.
6. Centrar la lana.
7. Bombear a la cabeza de la cementación 60 - 80 Bbls. de Mud Flush + 2 lbs. HR-12/Bbl. y seguir con la mezcla de barrido y cemento de cola.
8. Desplazar con rate de 8-10 BPM. Sentar tapón con 1500 psi. por encima de la presión de bombeo.
9. Esperar 36 horas antes del registro de adhesividad (CBL-VOL).

Mezclas Sugeridas: Mezcla de Cola

- Si se usa Clase H  
Clase H + 35% Silica Flour + 1.5% Halad-14+ 0.5%  
HR-12 + 0.25 NF-P+5% Cloruro de Potasio.

Agua Requerida : 5.9 gl/Sx  
Peso de Mezcla : 15.9#/gl  
Rendimiento : 1.47 ft<sup>3</sup>/Sx neto de cemento  
Tiempo de espesamiento : + 4 horas

- De usarse Cemento Andino, deberá ser evaluado en Laboratorio de Iquitos, siendo la mezcla sugerida :

Cemento Andino Tipo II + 35% Silica Flour +  
1.5 Halad - 14 + 0.8 - 1% HR-12 + 0.25 NF-P  
+ 5% Cloruro de Potasio.

Agua Requerida : 5.4 gl/Sx  
Peso de Mezcla : 16.2 - 16.4 lb/gl.  
Rendimiento : 1.40 ft<sup>3</sup>/Sx  
Tiempo de espesamiento : + 4 horas.

La evaluación a correrse en el laboratorio de Iquitos deberá cumplir con lo siguiente :

..... % HR-12 para tiempo de espesamiento de 4-6 horas

PV 80

YP 10

La mezcla a usarse para mezcla de barrido (Scavenger) será el mismo con la variación de que se bombeará 100-200 Sx. de cemento con peso 15.6 - 15.9#/gl. Este cemento no formará parte del cemento que cubrirá las formaciones productivas si no más bien será el cemento que quedará en el traslape de la lana.



## ACTUAL PROGRAMA DE CEMENTACION

-----

### CEMENTACION CONDUCTORA

- Hueco : 26"
- Conductor : 20"
- Profundidad : 120 ft. - Cemento a superficie
- Equipo : a.) Zapato guía o cuello flotador  
b.) 2 centralizadores (uno a 10 ft. del zapato y el otro segundo tubo).
- Cemento : Andino Tipo II 300 Sx (considerado 100% de exceso).
- Aditivos : 564 Lbs. de Cloruro de Calcio (2% por peso de cemento), premezclado con el agua.
- Procedimiento : a.) Bombear a la cabeza del cemento 30Bb. de agua y seguir con la siguiente mezcla :
- Cemento Andino Tipo II + 2% Cloruro de Calcio.  
Propiedades de Lechada :  
- Peso : 15.6#/gl. - Densificar los últimos 100Sx a 15.8#/gl.  
Agua Requerida : 5.2 gl/Sx  
Rendimiento : 1.18 ft<sup>3</sup>/Sx  
Tiempo de espesamiento : 3 hrs.  
Esfuerzo de compresión en zapato + 500 psi después de 6 horas.
- b.) Tiempo de espera antes de iniciar la perforación: 6 horas.

## PROGRAMA DE CEMENTACION

### SARTA DE FORROS DE 13-3/8"

-----

#### DESCRIPCION GENERAL

El objetivo será cementar la sarta de forros de 13 3/8" desde 1700' hasta la superficie.

#### FORROS Y HERRAMIENTAS DE CEMENTAR

- 1.) Forros : 1700' de 13 3/8" O.D., 54.5 #/ft., K-55 Buttress.
- 2.) Centralizadores : 9 de 13 3/8"
- 3.) Rascadores : Ninguno.
- 4.) Otras Herramientas : 1 zapato guía de 13-3/8"  
1 collar flotador  
Diferencial de 13 3/8"

#### PROCEDIMIENTO PARA CORRER FORROS:

- 1.) Máxima velocidad de corrido : 1 pie/seg.
- 2.) Colocar el zapato guía en el fondo del primer tubo (usar pasta selladora de roscas).
- 3.) Correr el collar flotador diferencial un tubo encima del zapato - guía (usar pasta selladora de roca).
- 4.) Colocar un centralizador de 13 3/8" en el primero, segundo y tercer tubo. De ahí en adelante poner un centralizador cada 2 tubos a través de la zona a protegerse.
- 5.) Correr forros de 13 3/8' desde la superficie hasta 1700'

6.) No reciprocarse ni rotar.

REQUERIMIENTOS DE CEMENTO Y AGUA

1.) Cemento :

a.) Tipo : Andino II con 2.5 % de bentonita del peso del agua de mezcla más 2% de Cloruro de Calcio del peso del cemento ( 15 sacos de Bentonita y 1260 lbs. de Cloruro de Calcio ).

Cantidad : 670 sacos de Andino II.

b.) Tipo : Andino II en 3% de Cloruro de Calcio del peso del cemento (564 lbs. de  $\text{CaCl}_2$ ).

Cantidad : 200 sacos.

Gran Total de Cemento Requerido : 870 sacos.

2.) Agua :

a.) 20 barriles de agua dulce delante del cemento.

b.) 172 barriles de agua dulce con 2.5 % de Bentonita del peso del agua más 2% de Cloruro de Calcio del peso del cemento ( a mezclarse con 670 sacos de cemento).

c.) 25 barriles de agua dulce más 3% de Cloruro de Calcio (a mezclarse con los últimos 200 sacos de cemento puro).

d.) 20 barriles de agua dulce para lavar las líneas de cemento.

e.) 257 barriles de lodo para el desplazamiento (capacidad de

los forros, 1660' de 13-3/8 - 54.5 #/pie, collar flotador a 1660').

Gran Total de Agua Dulce Requerida : 237 barriles

### COMPOSICION DE LA MEZCLA DE CEMENTO

Tipo : Cemento Andino II, con 2.5% de Bentonita y 2% CaCl<sub>2</sub>

Bentonita y 2% CaCl <sub>2</sub>	670 sacos
Agua : (Gal/saco)	10.8
Densidad (lb/gal.)	12.8
Rendimiento (pies cúbicos/saco)	1.94
Tiempo de Fraguado (horas)	1 h.50 min.
Resistencia a la Compresión a las 24 horas (psi.)	500

Tipo : Cemento Andino I, con 3% de CaCl<sub>2</sub>

Cemento Andino I, con 3% de CaCl <sub>2</sub>	200 sacos
Agua: (Gal/saco)	5.2
Densidad (lb/gal)	15.6
Rendimiento (pies cúbicos/saco)	1.18
Tiempo de Fraguado (horas)	1 h. 20 min.
Resistencia a la Compresión a las 24 horas (psi.)	1575

### PROCEDIMIENTO DE CEMENTACION

- 1.) Transferir 670 sacos de cemento Andino II a uno de los silos y 200 sacos de cemento Andino I al otro silo. El cemento deberá ser cernido a través de doble malla.
- 2.) Premezclar 172 barriles de agua dulce con 15 sacos (1500 lbs) de Bentonita. Después que la Bentonita se ha hidratado (3 a 4 horas) mezclar con 1260 lbs. de Cloruro de Calcio. Si se obtiene un fluido que no se puede bombear, se aumentarán las cantidades de

proporcionalmente. (Esta mezcla se usará con los primeros 670 sacos de cemento).

- 3.) En tanque separado, premezclar 25 barriles de agua dulce con 564 lbs. de Cloruro de Calcio. Si queda agua sin bombear en el tanque, se aumentará la cantidad de Cloruro de Calcio proporcionalmente.
- 4.) Circular para limpiar el hueco con un fluido 60 sec. API de viscosidad.
- 5.) Correr forros a 1700'  $\pm$  dejando un "hueco de ratón" o luz de 10' a 20'.
- 6.) Mezclar y bombear el cemento y desplazarlo con lodo.

Nota:

Usar el procedimiento de cementación de flujo de tapón. La velocidad anular debe ser menor de 60 pies/min. Pesar la mezcla cada 1/2 minuto hasta que se estabilice la densidad del cemento. Después de ello, pesar la mezcla cada 3 minutos. Llenar el reporte de cementación. Se usará siempre un registrador de presiones de cementación el cual deberá funcionar correctamente. La carta de cementación deberá adjuntarse al reporte. Los silos, el embudo, las líneas, valvulas, etc. deberán lavarse y chequearse el día anterior a la operación de cementación.

## PROGRAMA DE CEMENTACION

SARTA DE FORROS DE 9 - 5/8" O.D.

-----

### DESCRIPCION GENERAL

El objetivo será cementar la sarta intermedia de 9-5/8" O.D. a través de la formación Pozo, de 9500'  $\pm$  hasta el nivel obtenible con 650 sacos. El tope calculado es 8139' (hueco de 14", forros de 9-5/8").

### HERRAMIENTAS DE CEMENTACION

- 1.) Centralizadores : 11 de 9 - 5/8"
- 2.) Rascadores : Ninguno
- 3.) Otras Herramientas : 1 tornillo de 9-5/8" en el zapato flotador  
1 tornillo de 9-5/8" en el collar flotador

### PROCEDIMIENTO PARA CORRER LOS FORROS

- 1.) Velocidad máxima de corrido: 1 pie/seg.
- 2.) Colocar el zapato flotador en el fondo del primer tubo. Usar pasta selladora de roscas.
- 3.) Colocar el collar flotador un tubo encima del zapato. Usar pasta selladora de roscas.
- 4.) Colocar un centralizador en el primero, segundo y tercer tubo. De ahí en adelante cada tres tubos hasta 8000'  $\pm$ .
- 5.) Correr forros de 9-5/8" desde la superficie hasta  $\pm$  4000'. Llenar los forros con lodo de perforación. No llenar debajo de 4000'.

- 6.) Correr forros de 9 5/8 hasta +9500'. Sentados y circular para limpiar el hueco. Si se encuentra un puente no empujar. Circular y lavar.
- 7.) No reciprocarse ni rotar.

REQUERIMIENTOS DE CEMENTO, AGUA Y ADITIVOS

1.) Cemento :

- a.) Tipo : Cemento puro Andino II
- b.) Cantidad : 650 sacos de Cemento Andino II.

2.) Agua :

- a.) 20 barriles de agua con 4% KCl (Cloruro de Potasio, % del peso del agua).
- b.) El barril de agua con 0.3% de HR-4 + 0.75% CRF-2 + 1.75 16/Sx KCl + 0.2 % NF-P a mezclarse con cemento puro.
- c.) 590 barriles de lodo para desplazar.

3.) Aditivos :

HR-4 (0.3% del peso del cemento)	183 lbs.
CRF-2 (0.75% del peso del cemento)	458 lbs.
NF-P (0.2% del peso del cemento)	122 lbs.
Cloruro de Potasio (KCl 4% del peso del agua de mezclar o 1.75 lb/Sx de cemento)	
a.) KCl para el cemento	1137 lbs.

b.)	KCl para el "preflush" (4% KCl)	280 lbs
	Total de KCl requerido	1417 lbs

#### COMPOSICION DE LA MEZCLA

Cemento Andino II con 0.3% de HR-4 + 0.75% CFR-2 + 1.75 lb/saco de KCl + 0.2% de NF-P (sacos)	650
Agua (gal/saco)	5.2
Densidad (lbs/gln)	15.7
Rendimiento (pies cúbicos/saco)	1.18
Tiempo de Fraguado (horas)	4
Resistencia a la compresión a las 24 horas (psi)	5000 ±

#### PROCEDIMIENTO DE CEMENTACION

- 1.) Transferir los sacos de cemento a los silos a través de doble malla.
- 2.) Premezclar los aditivos del cemento en agua antes de correr los forros de 9. 5/8". Si queda agua sin bombear en los tanques de mezcla, aumentar las cantidades de los aditivos proporcionalmente.
- 3.) Circular para limpiar el hueco y acondicionar el lodo.
- 4.) Correr la sarta de forros de 9 - 5/8" a 9500', dejando un "hueco de ratón" o luz de 10' a 20'.
- 5.) Circular para limpiar el hueco y acondicionar el lodo para la cementación. El ritmo de bombeo debe ser igual al que se usó para circular cuando se estaba perforando.



- 6.) Bombear 20 barriles de agua con 4% de KCl (del peso del agua) - seguidos por Cemento Andino II.
- 7.) Sentar los forros de 9 5/8" conectarlos impide reventones y probarlos antes de romper el zapato.
- 8.) Antes de romper el zapato, probar los forros a 2000 psi.

## PROGRAMA DE CEMENTACION

LAINA DE 7" O.D.  
-----

### LAINA Y HERRAMIENTAS DE CEMENTACION

1.) Laina :

Intervalo : de  $\pm$  200' encima del zapato de 9 5/8" hasta la profundidad total.

Forros : 7" O.D., 29 lbs/pie, P-110, ST & C, con coples de luz especial.

- Presión de colapso : 8510 psi
- Resistencia a la tensión de los coples 702000 lbs
- Resistencia a la fatiga de la tubería 929000 lbs
- Máxima presión de fracturamiento 6300 psi

2.) Centralizadores :

Usar uno cada dos tubos frente a las arenas Chonta y Vivian y desde el tope de Vivian hasta el tope de cemento estimado. Usar dos centralizadores por tubo desde 120' debajo hasta 120' arriba de cada intervalo productivo.

3.) Rascadores :

Usar uno entre cada dos centralizadores, desde 120' debajo hasta 120' arriba de cada intervalo productivo.

4.) Equipo Flotador :

1 zapato flotador de 7" O.D.

- 1 Collar flotador de 7" O.D.
- 1 Tubo corto auxiliar ( catcher sub), 7" O.D.
- 1 Collar de retención de 7" O.D.

## PROCEDIMIENTO GENERAL

### A.- Acondicionamiento del hueco para correr la lana.-

1. El lodo debe tener el peso deseado y demás propiedades adecuadas para correr registros eléctricos por lo menos desde 2 brocas antes de llegar a la profundidad total.
2. Durante el corrido de registros eléctricos verificar que todas las válvulas y bombas estan trabajando en perfectas condiciones.
3. Para el viaje después de los registros usar el mismo conjunto de fondo que aquel usado para perforar. Circular para acondicionar el lodo al mismo ritmo normal que se usó para circular cuando se estuvo perforando. Hacer viajes cortos hasta el zapato de 9 5/8" tantas veces como sea necesario hasta que desaparezca toda evidencia de problemas en el hueco. La tubería deberá reciprocarse el largo total de la barra directora (Kelly) más 1 tubo y rotarse despacio durante el período de acondicionamiento.

### B. Corrido de la lana.-

1. Rascar la tubería en las zonas que van a quedar frente a los intervalos productores para eliminar la rebaba fábrica, por lo menos un día antes del corrido, a fin de obtener un poco de oxidación de la superficie de la tubería lo cual mejorará la adherencia del cemento a la misma.
2. Todos los centralizadores deben ser instalados mientras la tubería esta en la rambla.

3. Instalar el collar de candado 5 tubos encima del zapato a fin de dejar  $\pm$  7.5 barriles de cemento dentro de la -  
lana.
4. El colgador de la lana debe ser cuidadosamente inspec -  
cionado y mantenido en buenas condiciones para su uso.  
Después de armar el colgador, la camisa incorporada -  
encima de la tuerca de rosca izquierda y alrededor del  
colgador deberá ser empaquetada con grasa a presión para  
evitar que se depositen sólidos encima de la tuerca.
5. Un conector de golpe ( bumper sub) deberá usarse encima  
del colgador para poder obtener el punto libre de libe -  
ración de la lana. (Usar este conector solamente si -  
es que su diámetro interior permite el peso del tapón -  
dardo).
6. Correr el resto de la lana, llenando la tubería con lo -  
do cada  $\pm$  10 tubos. Bombear en los primeros 10 tubos -  
asegurarse de que el equipo flotador esta bien.
7. El tapón de limpieza debe colocarse en la herramienta -  
de sentado con pines de rotura de 2 3/8" y 1 5/16".
8. Conectar la herramienta de sentado con la camisa incorpo -  
rada y el colgador antes de conectar el colgador a la lana.  
Asegurarse de que la lana está completamente llena antes  
de instalar el equipo colgador. Llenar la camisa con lo  
do y en ese momento chequear el peso de la lana en el  
indicador y tomar nota del peso total para referencia fu -  
tura.
9. Asegurarse de que las conecciones buttress del colgador -  
están apretadas hasta las marcas en los pines.
10. Correr tubería llenando cada 10 barras.

C. Acondicionando el lodo para cementar.-

1. Cuando la lina esta en el fondo y si es posible, reciprocar lentamente para moverla un máximo de 3' del fondo hasta que el lodo del fondo haya sido desplazado en los forros de 9 5/8".
2. Reciprocar la lina lentamente los primeros 25' a 30' - para quitar la costra del lodo. Si no es posible reciprocar la lina entonces se deberá sentar el colgador - tan pronto como se haya circularado el fondo hasta los forros de 9 5/8". Circular entonces a ± 10 BPM.
3. Reciprocar y rascar hasta que el lodo del fondo llegue a la superficie. La viscosidad plástica deberá bajarse a 12 o menos con el punto yield a ± 5 circulando. La viscosidad Marsh deberá bajarse tanto como sea posible con agua mientras se circula. Se deberá hacer por lo menos una circulación completa a una presión máxima de 1000 psi. después de que el lodo haya alcanzado las condiciones deseadas reciprocando la lina al mismo tiempo.
4. Asegurarse de que todas las válvulas, bombas y manómetros están trabajando perfectamente antes de comenzar el trabajo de cementación.
5. Usar tapones ciegos en lugar de las válvulas de alivio durante el desplazamiento del cemento.
6. Colgar la lina antes de cementar.
7. Después de sentar el colgador, toda circulación deberá hacerse a un ritmo por lo menos igual al que se usó para circular cuando se estuvo perforando y tanto como 10 BPM si fuera posible.

8. Limpiar los tanques de agua dos días de la cementación.

D. Procedimientos de Cementación .-

1. Lavado :

- a. Usar 40 barriles de agua + 5% de KCl + 10 Gal./ 1000 gal. de Morflo II.
- b. Bombear detrás 60 barriles de Mud Flush.

2. Cemento :

Mezcla de limpieza del lodo, 200 sacos de cemento clase H + 35% de harina sílica + 1% Halad - 9 + 5% de KCl + .25% de NF-P + 0.2% de HR-12.

Peso : 15.6 a 15.9 #/gal.

Rendimiento : 1.4 pies cúbicos/saco de cemento.

Esta mezcla tiene una viscosidad muy alta; el mezclado debe ser continuo.

3. Mezcla Principal :

\* Cemento clase H + 35% de harina sílica + 1.25% de CFR-2 + 5% de KCl + .25% de NF-P + .2% de Halad.- 9 + .1% de HR-12.

Peso : 16.4 #/gal.

Rendimiento : 1.4 pies cúbicos/saco

\* Calcular cantidad de cemento hasta el traslape de la lana.

4. Desplazamiento :

a. Desplazar el cemento con el ritmo más alto posible hasta que la mezcla esté alrededor del zapato. Luego bajar el ritmo para obtener una velocidad de 90 pies/minuto ( $\pm 2$  BPM). Medir el desplazamiento en los tanques. No excederse en el desplazamiento por ningún motivo. Si el tapón golpea, poner presión con 1000 lbs. por encima de la última presión de desplazamiento. - USAR AGUA PARA DESPLAZAR -

5. Con el fin de limitar el efecto de tubo en "U" sobre la velocidad de la mezcla cuando ella alcanza el zapato, se deberá hacer lo siguiente : Inmediatamente después de que se ha puesto el tapón dardo se bombeará un volumen de agua igual a la capacidad de la lana de 7". Al hacer esto, se estará reduciendo considerablemente la presión hidrostática dentro de la tubería durante el desplazamiento del cemento. Es importante que después que el tapón de limpieza haya sentado la presión de los forros sea desfogada lo más pronto posible. En el caso de que después de que todos los forros hayan sido desplazados, el tapón de limpieza no hubierá sentado, es absolutamente esencial no bombear más fluido.

6. Desplazamiento :

Poner el tapón flecha tan pronto como se termine de bombear la mezcla de cemento. En caso de que no se abra la compuerta desarmar la cabeza y usar otro tapón dardo, o desplazar sin usar tapón, dejando  $\pm 10$  barriles de mezcla adentro de la lana para evitar excederse en el desplazamiento. Con todo el tiempo total de parada no debe excederse 5 minutos.

Recordar que cuando algo de mezcla ha sido bombeado afuera en hueco abierto, se deberá evitar paradas de bomba. Desplazar el cemento al ritmo más alto posible sin exceder - 2000 lbs. hasta que la mezcla llegue al zapato, luego bajar el ritmo de desplazamiento a menos de 2 BPM, bombear el lodo de los tanques auxiliares a los tanques de desplazamiento y calcular el desplazamiento midiendo en los tanques auxiliares y verificando en los tanques Howco. La bomba centrífuga del desarenador debe conectarse a los tanques de lodo a los tanques auxiliares para rellenar - durante el desplazamiento y se pondrá un hombre en la - bomba durante todo el desplazamiento. Los tanques para - el desplazamiento se usarán como verificación al desplazamiento final, pero el sentido del tapón dardo deberá - ser usado también como guía.

7. Disminuir la presión durante los últimos 20 barriles de desplazamiento y dejar que el tapón siente suavemente. Presionar hasta aproximadamente 1000 lbs. por encima de la presión de desplazamiento.
8. Desfogar la presión y levantar hasta el tope de la lana. Invertir el bombeo y bombear un volumen equivalente a la capacidad de la tubería de perforar + 25% para asegurarse de que no queda cemento dentro de la misma. Mantener la presión a 500 lbs. o menos si es posible. Retirar el exceso de la tubería de 4 1/2" y los collares y recoger los collares de 4 3/4 y pasarlos en la rampa.

E. Observaciones.-

- a. La mezcla fue diseñada para un tiempo de bombeo - de 5 horas, bajo condiciones dinámicas.



- b. El peso de la mezcla es muy importante y debe ser verificada muy de cerca.
- c. Tener una reunión con todo el personal involucrado en el trabajo.

F. Probado y Cementado del Traslape de la Laina.-

1. Durante la circulación inversa después del primer trabajo de cementación, el punzón de la herramienta de sentado debe estar dentro de la laina de 7".

a.) Si el cemento no retorna por encima del tope de la laina en el primer trabajo de cementación, proceder como sigue :

- . Colocar la herramienta de cementación forzada en los forros de 9 5/8" por encima del traslape de la laina y bombear cemento y cementar a presión el traslape de la laina.
- . Limpiar el cemento en los forros de 9 5/8" y en la laina de 7".
- . Hacer prueba por agua al traslape de la laina.
- . Recementar y volver a probar si es necesario.

b.) Si el cemento retorna por encima del tope de la laina en el primer trabajo de cementación, proceder como sigue :

- . Limpiar cemento en los forros de 9 5/8"
- . Hacer prueba por agua

Recementar y probar si fuera necesario.

2. Limpiar la lina de 7" con broca y rascador de tubería.

G. Correr registro de cementación (CBL-VDL) después de 36 horas de haber sentado el tapón.

H. Proceder a hacer culaquier otra cementación forzada según como indique el registro de cementación.

#### IV EVALUACION DE LAS MEZCLAS DE CEMENTO TIPO ECONOMICO

Cemento clase H + 30% de harina de sílica + 6% de Bentonita + 1.25% de CFR-2 + 5% de Cloruro de Potasio (en peso del agua) + 0.2% de NF-P + 0.2% de Halad - 9 + retardador.

Costo Comparativo de la Mezcla Económica de Cemento Neto.- (Volumen Básico 1180 pies<sup>2</sup> - Trabajo Promedio Cementación Laina)

	Mezcla Económ.: Rendimiento			Cemento Clase H: Rendim.		
	2.00 Pies <sup>3</sup> /saco			1.18 Pies <sup>3</sup> /saco		
	Cantidad	Costo	Costo	Cantidad	Costo	Costo
	Sacos	Unit. \$	Total \$	Sacos	Unit.\$	Total \$
Cemento	590	12.33	7274	1000	12.33	12330
Harina Sílica	166	10.00	1660	-	-	-
Bentonita	33	4.29	141	-	-	-
CFR-2	693	3.00	2117	-	3.00	3525
Cloruro de Potasio	24	19.00	456	1175 (lbs)	9.00	399
NF-P	110 (lbs)	1.12	124	21	1.12	210
Halad - 9	110 (lbs)	4.355	479	188 (lbs)	4.355	818
Retardador	-	-	-	-	-	-
			\$ 12251			\$ 17282

1. Esta mezcla brinda una economía inmediata de \$ 5031 en trabajos de laina; en trabajos de forros intermedios se obtiene un ahorro similar.
2. Un menor gasto de \$ 1,400 por la eliminación del exceso de aditivos en agua no bombeable, que antes se perdía cuando los aditivos se mezclaban en agua.
3. Una menor carga a transportarse en helicóptero: 157,346 lbs. a hora vs. 192,302 lbs. antes.

#### VENTAJAS TECNICAS.-

1. Menos columna hidrostática debido a la mezcla liviana: 14.20 lb/gal vs. 16.2 lb/gal.

- 2.) Inhibición del esfuerzo de retropresión debido a la presencia de la harina sílica.

### CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los buenos resultados obtenidos en la cementación de forros y lanas de producción en estos últimos 6 años recomendamos lo siguiente para obtener una buena cementación :

1. Usar centralizadores, ya que la rotación o reciprocación no es posible hacerla en trabajos de lana.
2. Usar suficientes cantidades de removedores químicos de lodo, que tengan una densidad mayor que la del lodo y menor que la del cemento y que además sean viscosos (lavadores químicos que se pueden pesar tales como SAM-5).
- 3.) Verificar el estado del equipo de mezclado del cemento para obtener pesos adecuados.
- 4.) Tener personal especializado en la descarga del cemento en seco, por razones obvias.
- 5.) De ser posible, la mezcla de cemento debe llegar hasta el traslape de la lana con los forros de 9.5/8", a fin de lograr una mayor remoción del lodo.
- 6.) El programa más extenso de diseño de mezcla, incluyendo pruebas de laboratorio y de campo, no tendrá ningun valor si no es parte del programa completo de planeamiento y coordinación desde el inicio hasta la terminación del trabajo de cementación.
- 7.) Tener en cuenta el fenómeno de sinergismo cuando se van a usar varios aditivos ( fenómeno que consiste en que al mezclar un aditivo con otros se acentuan las propiedades de uno de ellos).

- 8.) Tener en cuenta las temperaturas estáticas de fondo en el tope y fondo de la lina.
- 9.) Tener en cuenta las presiones o sobrepresiones hidrostáticas - que se alcanzan durante las cementaciones.