

# “APLICACIÓN DE CEMENTACION REMEDIAL PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS DE PRODUCCION EN POZOS PETROLEROS ”

Ing. Freddy Carlos <sup>(1)</sup>, Ing. Jesús Guzmán <sup>(2)</sup>, Ing. Luis Gonzalez <sup>(3)</sup>, Ing. Klever Malave <sup>(4)</sup>.

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra <sup>(1) (2) (3) (4)</sup>

Escuela Superior Politécnica del Litoral <sup>(1) (2) (3) (4)</sup>

Km. 30,5 Vía Perimetral, 09-01-5863, Guayaquil-Ecuador <sup>(1) (2) (3) (4)</sup>

[fcarlos@espol.edu.ec](mailto:fcarlos@espol.edu.ec) <sup>(1)</sup>; [jaguzman@espol.edu.ec](mailto:jaguzman@espol.edu.ec) <sup>(2)</sup>; [luisgonza@espol.edu.ec](mailto:luisgonza@espol.edu.ec) <sup>(3)</sup>; [kmalave@espol.edu.ec](mailto:kmalave@espol.edu.ec) <sup>(4)</sup>

## Resumen

*La cementación tiene una gran importancia en la vida del pozo, ya que los trabajos de una buena completación dependen directamente de una buena cementación. El programa de cementación debe diseñarse para obtener una buena cementación primaria. El trabajo debe aislar y prevenir la comunicación entre las formaciones cementadas así como entre el hoyo abierto y las formaciones superficiales detrás del revestidor. Debe considerarse el no fracturar alrededor de la zapata del conductor o de la sarta de superficie durante las subsiguientes operaciones de perforación o cuando se corren las otras sargas de revestimiento. Es el proceso que consiste en inyectar cemento a presión a través de disparos en la tubería de revestimiento al espacio anular. Esta es una medida para remediar una cementación primaria defectuosa. La Cementación Remedial tiene varias aplicaciones entre las más comunes se tiene:*

*Reparar un trabajo de cementación primaria fallida debido a canalización de lodo o una altura de cemento insuficiente en el espacio anular.*

*Eliminar la intrusión de agua proveniente de arriba, debajo o dentro de la zona productora de hidrocarburos.*

**Palabras Claves:** *Cementación Remedial*

## Abstract

*Cementation is very important in the life of the well, as good jobs are directly dependent on completion of good cement. The cementing program must be designed to achieve a good primary cementing. The work should isolate and prevent communication between the cemented formations and between the open pit and surface formations behind casing. Should be considered not to fracture around the driver's shoe string or the surface for subsequent drilling operations or when running the other casing strings. It is the process which cement is injected under pressure through shots in the casing annulus. This is a measure to remedy a defective primary cementing. The Remedial Cementing has several among the most common application shave:*

*Fixing a primary cement job failed due to channeling of mud or cement sufficient height in the annulus.*

*Remove the intrusion of water from above, below or within the oil producing area.*

**Key words:** *The remedial cementing.*

## 1. Cementación de pozos petroleros.

En este capítulo se describen de manera general las operaciones de cementación que se efectúan en los pozos petroleros.

### 1.1 Cementaciones: clasificación.

En la industria petrolera, la cementación de pozos es el proceso mediante el cual se coloca una lechada de cemento en el espacio anular formado entre las formaciones que se han perforado y la tubería de revestimiento de producción "casing". En muchas ocasiones este trabajo consiste en una simple operación donde se bombea cemento por el fondo de la tubería de revestimiento a través del zapato guía y por el respectivo espacio anular hasta sellar las formaciones las interés.

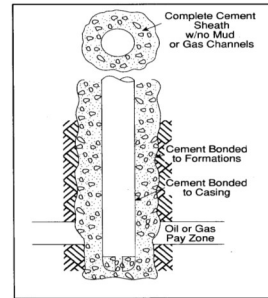
De acuerdo a los objetivos que se persiguen, la cementación de pozos se clasifica en los siguientes tipos:

- Cementación primaria.
- Cementación forzada o remedial.
- Taponos de cemento.

#### 1.1.1 Cementación Primaria:

##### Descripción y Objetivos.

La cementación primaria es el proceso que se realiza una vez finalizada la fase de perforación y consiste en bombear cemento hacia el espacio anular comprendido entre las paredes de la(s) formación(es) perforada(s) y el diametro externo de la tubería de revestimiento corrida en el pozo ("casing" de producción), en una longitud que cubra hasta el espesor de la formación productiva mas superior.



En la actualidad existen varias técnicas de cementación primaria y la selección de cual es la más acertada a usar depende de varios factores. A continuación se indican las técnicas de cementación primaria más comunes.

- Cementación en una etapa.
- Cementación en doble etapa.
- Cementación de Liner.

#### Objetivos de la cementación primaria.

Los principales son:

- Proporcionar aislamiento a las formaciones productivas, entre ellas y de posibles acuíferos.
- Fijar la tubería de revestimiento dentro del pozo.
- Prevenir la corrosión de la tubería de revestimiento mediante la aplicación de la técnica de doble etapa.
- Evitar derrumbes en las zonas de formaciones no consolidadas.
- Prevenir la migración vertical de los fluidos del yacimientos entre las zonas productoras.
- Evitar surgencias sin control debido a la presencia de altas presiones detrás del revestimiento.

Grafica 1.1: cementacion primaria.

### **1.1.2 Cementación Forzada o Remedial “Squeeze”: Descripción, Objetivos y Aplicabilidad.**

Es el proceso que consiste en inyectar cemento a presión a través de disparos o ranuras en la tubería de revestimiento al espacio anular. El propósito de esta técnica es corregir una mala cementación primaria detectada por medio del respectivo registro eléctrico para control de la calidad de cementación.

#### **Objetivos de las Cementaciones Forzadas**

Los principales son:

- Corregir un mal trabajo de cementación primaria debido a canalización de fluidos o a una altura insuficiente de cemento en el espacio anular.
- Mejorar el sello de cemento entre dos zonas productivas.
- Reducir o eliminar la intrusión de agua y/o gas al intervalo productor.
- Sellar total o parcialmente un intervalo que se seleccionó incorrectamente.

#### **Aplicabilidad de la Cementación Remedial.**

La aplicación de la cementación remedial ha incrementado considerablemente en los últimos tiempos, debido a que se tiene un mejor entendimiento de la mecánica de fractura de la roca y de las propiedades de filtrado de las lechadas de cemento. Las cementaciones remediales tienen utilidad en los siguientes casos:

1. Controlar alto GOR: Aislado la zona productora de gas, se conserva la energía del yacimiento.

2. Controlar excesiva producción de agua o gas: estos fluidos pueden ser aislados de la arena productora para disminuir la relación agua/petroleo o gas/petroleo, evitando futuras conificaciones.
3. Reparar fallas o roturas en la tubería de revestimiento: el cemento puede ser forzado a través de los huecos generados por la corrosión en el “Casing”.
4. Sellar zonas ladronas o zonas de pérdida de circulación.
5. Proteger contra la migración de fluido dentro de una zona productora.
6. Asilar zonas permanentemente. En pozos donde existen varias zonas potencialmente productoras, se deja producir una primero para posteriormente aislarla y empezar a producir otra.
7. Prevenir migración de fluidos de zonas o pozos abandonados: se aplica para abandono de pozo, sellar o taponar zonas productoras depletadas o completadas a hueco abierto.

## **2. Cementación forzada o remedial (“squeeze”).**

### **2.1 Introducción.**

*Cementación forzada* es el nombre que se le da a la operación efectuada por una unidad de alta presión, donde las presiones alcanzadas son relativamente altas para inyectar el cemento a la formación, a través de los orificios de los disparos efectuados en el interior de la tubería de revestimiento. Utilizando para ello, una herramienta cementadora recuperable el retenedor de cemento con su herramienta soltadora.

Es probable que la mayoría de cementaciones remediales se realicen para reparar una cementación primaria defectuosa. En estos casos una reparación exitosa se hace tan crítica como la cementación original. En otras aplicaciones, como el abandono, la integridad del cemento también puede ser de primordial importancia.

Cementación remedial es cualquier práctica de cementación ejecutada en un pozo y que no forma parte de la cementación primaria. La reparación inmediata de una pobre cementación primaria de un "casing" o de un "liner" también se incluye dentro de cementación remedial.

## 2.2 Objetivos.

El proceso de aislamiento de zonas intermedias normalmente es una operación donde la lechada de cemento es forzada bajo presión en un punto específico del pozo. Sus aplicaciones incluyen el aislamiento de agua o gas de la formación productora, reemplazamiento de un intervalo depletado o no deseado, reparación del "casing" o de una falla de la tubería y de un mal trabajo de cementación primaria.

Estudios de laboratorio combinado con prácticas de campo han clasificado las técnicas de cementación forzada en dos: forzamiento a alta y a baja presión, debido a la diferencia de presión que se aplica cuando el cemento entra en contacto con la formación.

Los principales objetivos son:

- Reparar un trabajo de cementación primaria fallida debido a canalización del lodo o a una altura insuficiente de cemento en el espacio anular.
- Eliminar la intrusión de agua proveniente de formaciones adyacentes a las zonas productoras de hidrocarburos.

- Reducir la relación gas-petróleo de producción a través del aislamiento de la zona de gas del intervalo adyacente de petróleo.
- Reparar rotura de tuberías debido a corrosión o fallas por fatiga.
- Abandonar una zona no productiva o depletada.
- Sellar zonas de pérdida de circulación.
- Prevenir la migración vertical de los fluidos del yacimiento.

## 2.3 Tipos.

Existen tres tipos de cementación remedial que se indican a continuación:

### 2.3.1 Reparación de huecos en el pozo.

Este tipo se caracteriza por llenar espacios vacíos relativamente pequeños en el pozo con cemento hasta alcanzar presión de "Squeeze" y formar el respectivo tapón. Limitado a espacios vacíos pequeños durante la perforación o a zonas productoras de arena que pueden crear cavernas las cuales no permiten que el cemento se deshidrate contra la formación y por lo tanto no forme el tapón de cemento.

### 2.3.2 Reparación de la Cementación Primaria.

Se refiere básicamente a la reparación de canales de cemento formados durante la cementación primaria. Cualquier corrección a un canal producido a través del tiempo por la erosión que ejerce el flujo de fluido ya sea en la formación o en el "Casing" e inclusive la reparación de un micro-ánulo, se encuentran dentro de esta categoría. Casi siempre se refiere a áreas

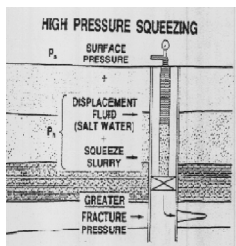
anulares cercanas a la cara de la formación.

### 2.3.3 Reparación de la Formación.

Se caracteriza por grandes espacios vacíos o cavernas que se presentan detrás del hueco revestido, incluyendo fracturas naturales o inducidas, intervalos erosionados o de grandes producciones de arena. En estas situaciones es posible que no se pueda formar un tapón deshidratado de cemento y por tanto va a existir comunicación entre el hueco y la formación. El problema puede ser muy grande y por lo que es difícil estimar la cantidad de cemento necesaria para llenar el espacio vacío.

### 2.4 Técnicas.

Las técnicas aplicadas en estos trabajos son generalmente conocidas por las presiones altas y bajas requeridas, al igual que por el tipo de empacadura a ser utilizadas. Dependiendo de estas herramientas será posible o no incrementar la presión hasta alcanzar las exigencias del problema que se trata de reparar.



## 3. Información general del campo.

### 3.1 Generalidades.

El campo petrolero donde se ubican los pozos problema es uno de los más grandes del país, siendo un anticlinal fallado en dirección Norte-Sur, de aproximadamente 35 Km. de largo y 15 Km. de ancho, localizado en la Región Amazónica en la provincia de Sucumbíos, cantón Shushufindi, aproximadamente 150 Km. al este de

Quito, como se muestra en la siguiente figura.



FIGURA 3.1 UBICACIÓN DEL CAMPO.

FUENTE: Departamento de Yacimientos. EP PETROECUADOR.

Los yacimientos productores son las areniscas T, U, y G2, que se encuentran a una profundidad aproximada de 8.800 a 9.500 pies, con espesores promedios entre 50 y 70 pies cada uno, separados por lutitas y calizas las cuales impiden la comunicación entre sí permitiendo que se comporten de manera independientemente.

El estado actual de los pozos del campo (a diciembre de 2010) se presenta en la tabla 3.1.

ESTADO ACTUAL DE POZOS	
Produciendo	86
Cerrados	25
Esperando por abandono	2
Abandonados	10
Inyectores	7
Reinyectores	15
<b>Total</b>	<b>145</b>

TABLA 3.1 ESTADO ACTUAL DE LOS POZOS

FUENTE: Departamento de Ingeniería en petróleos del Distrito Oriente. Petroecuador, 31 de julio de 2010.

## 4. Casos frecuentes donde se aplica cementación remedial.

Cementación forzada es el nombre que se le da a la operación efectuada por una unidad de alta presión, donde las presiones alcanzadas son relativamente altas para inyectar el cemento a la formación, a través de los orificios de los disparos

efectuados en el interior de la tubería de revestimiento.

La cementación remedial se aplica con mayor frecuencia en los siguientes casos:

#### 4.1 Reparar una fuga en el “casing”.

Cuando un revestimiento se a dañado en la parte superior de la cementación primaria o incluso en un sector que estuvo cementado, resulta necesario forzar cemento a presión a través de ésta rajadura y dentro del espacio anular “casing”-hueco, para aislar la zona de interés.

La figura 4.1 ilustra la cementacion de una fuga en el “casing”.

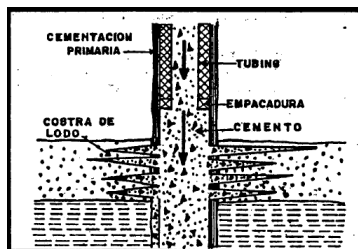


FIGURA 4.1:REPARACION DE UNA FUGA DE “CASING”

#### 4.2 Reparar o sellar canales indeseables en el cemento detrás del “casing”.

Esta canalización detrás de la tubería de revestimiento se presenta por deficiencias durante la cementación primaria y permite que intervalos adyacentes puedan comunicarse de manera indeseable.

Detectado el problema (Fig. 4.2) y dependiendo del intervalo o intervalos a reparar, se dispara frente a ellos o cercanamente, procurando hacerlo en una zona admisible inferior, sobre un posible contacto agua-petróleo y que no se halle en cuellos de la tubería, los disparos se realizan generalmente en una sección del “casing” de dos pies y con dos disparos por pie (2DPP) y para formaciones consideradas duras (poca admisión y/o

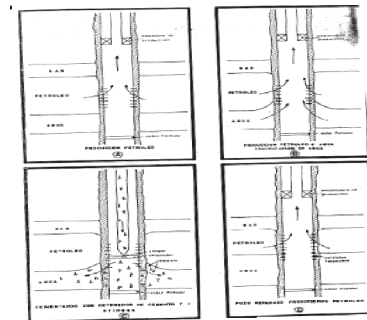
baja permeabilidad) es recomendable disparar intervalos de cuatro pies a cuatro disparos por pie (4DPP).

#### 4.3 Aislar la producción de agua y/o gas.

Es un motivo frecuente para la cementación forzada de un pozo y se requiere dado los siguientes casos:

##### 4.3.1 Aislamiento de producción de agua en una misma zona.

En este caso resulta necesario cementar los punzados inferiores para aislarlos, permitiendo la producción de petróleo por los punzados superiores. Esto se hace colocando un retenedor de cemento sobre el contacto agua-petróleo y taponando a presión los punzados inferiores. Si no han sido taponados los punzados superiores durante la operación de cementación forzada, el pozo podrá producir, de lo contrario será necesario redisparar e/o incrementar nuevos disparos hacia arriba si la zona de interés lo permite, para que produzca.



#### 5. Selección de pozos de interés para aplicación de cementación remedial.

A continuación se presenta una breve información sobre los sistemas actuales de producción en los pozos del campo, la historia de completación y reacondicionamiento y los criterios para seleccionar los casos donde se aplica Cementación Remedial.

### 5.1 Distribución de pozos de acuerdo a los sistemas de levantamiento artificial.

En el campo actualmente se aplica tres métodos de levantamiento artificial: Gas Lift (PPG), Bombeo Hidráulico (PPH) y Bombeo Electro-Sumergible (BES), como se indica en la tabla 5.1.

Metodo	Cantidad de pozos	Producción bppd.
Ppg	1	800
Pph	8	12000
Bes	77	42000
<b>Totales</b>	<b>86</b>	<b>54800</b>

TABLA 5.1. DISTRIBUCION DE POZOS CON DIFERENTES SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.

FUENTE: Petroproducción (septiembre de 2011)

### 5.2 Análisis y selección de pozos de interés.

De los 86 pozos que se encuentran produciendo en el campo, se a tomado en cuenta aquellos con levantamiento artificial de tipo hidráulico dejando de lado los que producen mediante BES, esto debido al costo del equipo electrosumergible.

### 6. Operaciones de cementación remedial recomendadas.

La cantidad de cemento requerida en las opeaciones de cementación remedial es variable. Se considera que es una función del comportamiento hidráulico de los fluidos inyectados a las rocas en el subsuelo y del espesor de la formación.

De acuerdo a datos estadísticos recopilados de pruebas de admisión efectuadas en los diferentes campos petroleros se tiene la siguiente información:

- a. Si la presión de admisión es alta, mayor de 3.000 psi, la cantidad de cemento a utilizar será de 60 sacos y la inyección de la lechada a la formación se hará lo más rápido posible.

- b. Si la presión de admisión está entre 1.500 psi y 2.750 psi, la cantidad de cemento a utilizar será de 100 sacos y la lechada se inyectará a la formación a una tasa promedio de 1.5 Bls/min.
- c. Si la presión de admisión es baja o menor a 1.000 psi, se utilizarán de 120 a 160 sacos de cemento y la inyección de la lechada se hará a tasas de 0.5 a 1.0 bpm. Si encontramos una zona de pérdida muy severa, se recomienda que cuando la lechada salga de la tubería de producción, desplazarla por intervalos de tiempo de 5, 10 y 15 minutos y hasta de 30 minutos, cerrando y abriendo las válvulas de control hasta lograr que se forme un frente de cemento en la formación que permita concluir la operación con una presión final aceptable.
- d. Existen formaciones de arena con intercalaciones de arcilla que presentan cierta elasticidad al momento de inyectar lo fluidos a la formación, de manera que la roca almacenadora sufre un aumento de volumen (hinchamiento) al recibir el fluido. Cuando se deja de inyectar y de ejercer presión, la roca recupera su estado original, comprimiendo y expulsando parte o la totalidad de los fluidos inyectados. Para formaciones de este tipo, es recomendable la utilización de un retenedor de cemento.
- e. Si al finalizar la prueba de inyectividad con 10 Bls. de fluido y no hay retorno del mismo se puede efectuar la cementación forzada con herramienta RTTS.
- f. A profundidades mayores de los 8.000' y en trabajos de cementaciones forzadas donde los estratos de la formación están poco consolidados y expuestos al regreso de fluidos de la formación, se recomienda el uso del retenedor

de cemento (“Cement Retainer”). También en zonas con presencia de formaciones arcillosas y elásticas, que pueden originar retorno de los fluidos de la formación al pozo.

## 7. Conclusiones y recomendaciones

### 7.1 Conclusiones

- ✓ El trabajo de cementación en pozos, tanto primaria como remedial, es importante en la vida del pozo, ya que de la buena calidad de los mismos depende en gran medida el éxito de las operaciones de completación del pozo.
- ✓ Cementación remedial se aplica para corregir una mala cementación primaria, tapar huecos en la tubería de revestimiento y aisla producción de agua y/o gas.
- ✓ El cemento clase “G” es el más común para las operaciones de cementación, debido a sus propiedades, que permiten trabajar a altas presiones y temperatura.
- ✓ El tiempo promedio para el fraguado de la lechada de cemento es entre 12 y 18 horas, dependiendo de su tipo y de las características de las formaciones.
- ✓ La prueba de inyektividad es fundamental porque permite determinar la tasa de inyección y la presión para poder efectuar las operaciones de cementación remedial.

### 7.2 Recomendaciones

- Se debe entender claramente que existen diferencias notables entre los trabajos de cementación primaria y remedial.
- Conocer todos los cálculos que se deben efectuar para realizar los

trabajos de cementación, tales como: Sacos de cemento, volumen y densidad de la lechada, presiones, tasas de inyección y de desplazamiento y aditivos, entre los principales.

- Mantener la lechada de cemento sin contaminar y en el lugar indicado, hasta que frague.
- Durante una cementación forzada a alta presión, es recomendable mantener en el espacio anular una presión entre 500 y 1000 psi.
- Se debe utilizar el retenedor de cemento (“cement retainer”) para asegurar que el cemento está ubicado en o frente a la zona problema. También impide el retorno de cemento a la tubería de trabajo.
- Después de toda cementación, sea primaria o remedial, se tiene que correr el respectivo registro para verificar la calidad del trabajo realizado.

## 8. Bibliografía

- <http://cmtoti.blogspot.com/2010/07/cementacion-presion-squeeze.html>
- <http://es.scribd.com/doc/55683491/Cementacion-de-Pozos-Petroleros>
- CEMENTING & CASING CALCULATIONS
- MANUAL RECONDICIONAMIENTO DE POZOS PETROLIFEROS Ing Kleber H. Quiroga S.



This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.