

# **EXPERIENCIA DE USO DE CASING DE ERFV (Epoxi Reforzado con Fibra de Vidrio) EN YACIMIENTO PUESTO HERNANDEZ DE PETROBRAS ENERGIA**

**José Daniel Martín – Jorge Szoke Urquiza - Luis Pedro Sajoux  
Petroplastic S.A.  
Av. Belgrano 308 Bariloche. Río Negro Argentina  
Daniel Peralta  
PETROBRAS  
CTA-Neuquén**

## **RESUMEN**

El presente trabajo describe la planificación e instalación de casing de ERFV de 5 ½", en cuatro pozos inyectoros (1100 m de profundidad promedio) del Yacimiento Puesto Hernández, de PESA, realizada en conjunto con la firma Petroplastic, proveedora de la tubería, tendiente a evaluar su desempeño.

A los fines de verificar, también, la consistencia del uso de columnas mixtas (ERFV y Acero), se entubó un pozo en su parte inferior, frente a punzados, con ERFV (650 m) y en la superior con casing de acero convencional de 5 ½" (500 m).

En ambos casos la evaluación final de todos los aspectos involucrados en las tareas de instalación, cementación, completación y puesta en marcha; sugiere considerar muy favorablemente este tipo de instalaciones, respecto a las convencionales de acero.

## **INTRODUCCIÓN**

Con el incremento, favorecido por el desarrollo de la Recuperación Secundaria con inyección de agua, de los procesos de corrosión e incrustaciones en pozos inyectoros y productores de petróleo, los compromisos adquiridos por las empresas de mejoramiento ambiental y el aumento de los costos de mantenimiento de pozos convencionales, se hace imperativo conocer materiales que den respuesta adecuada a los problemas enunciados.

En numerosas reuniones de trabajo entre las empresas participantes de la experiencia se definieron una serie de pasos previos a la bajada de los pozos, como:

1. Revisión de los ensayos de fijación de herramientas convencionales (empaquetador (packer), anclas, etc.) en casing de ERFV realizados previamente por empresa proveedora de tubería.
2. Análisis de los ensayos de punzados, disponibles para tubería de entubación (casing) de 3 ½". Programación de ensayo con entubación de 5 ½"
3. Estudio de los ensayos de adherencia del cemento a la superficie exterior de los casing de fibra de vidrio.
4. Desarrollo, con empresas proveedoras de herramientas, de anclas para fijar la tubería bajada al pozo perforado antes de su cementación.
5. Calculo de las sollicitaciones de la tubería en todos los momentos de la instalación y hasta su puesta en marcha.
6. Efectuar ensayo de erosión por fractura de un casing de ERFV idéntico al a utilizar.
7. Definición de los programas de intervención con la presencia de todas las empresas intervinientes.

## ANTECEDENTES

En Figura 1 se muestra fotografías de la tubería de entubación (casing) de 5 ½", luego de haber sido punzado en el ensayo respectivo.

En Figura 2 hay un esquema y fotografía de la instalación usada en el ensayo de fractura.

En Figura 3 figura un esquema de las dos tipos de instalaciones realizadas (todo el pozo en ERFV y mixto ERFV – Acero)

En Tabla 1 se enuncian los parámetros considerados en el diseño del casing.

En Tabla 2 puede verse la Planilla de cálculo se sollicitaciones y estiramientos durante todo los estadios de la instalación y puesta en marcha del pozo.

## DESARROLLO

### Análisis de los ensayos:

1. **Ensayo de fijación de herramientas:** Tanto el procedimiento seguido, consistente en fijar un packer de doble agarre en un casing de 5 ½", con tensiones de 6000, 20.000 y 30.000 libras y con 20.000 libras de peso y 1000 psi de presión sucesivamente; como la medición de las hendiduras provocadas por cada estado de cargas, medidos por una empresa de ingeniería reconocida, se consideraron aceptables.
2. **Ensayo de punzados:** Si bien se contaba con antecedente de más de 30 pozos entubados con ERFV en 3 ½" punzados y un ensayo de punzado en el

mismo diámetro; se decidió programar una prueba con 3 trozos de casing de ERFV de 5 ½" de 1,5 m de largo, encamisados y cementados dentro de casing de acero de 9 5/8".

Los cañones usados fueron de 4" de diámetro, punzando a 4 tiros por pie (4 TPP) con carga explosiva de 22 gr. y cañón de 4" 6 TPP 32 gr. (alta penetración).

El resultado de la experiencia fue satisfactoria para todas las muestras, notándose, sólo que el cañón de alta penetración produjo el desprendimiento de algunas hilachas de fibra de vidrio, atribuibles a no haber sido disparado con agua, al mayor poder de las cargas detonadas y al hecho de que el cañón no poseía tapas lo que genera una rebaba importante en el orificio de salida de las cargas.

Debe considerarse, que en todos los casos, los cañones se dispararon en condiciones por demás adversas, ya que si bien dos de ellos se cubrieron con agua, la misma sólo cubría unos 20 cm. del cañón y no tenían protectores en sus extremos, lo que por su corta longitud, favorece el impacto del borde cóncavo del cuerpo del cañón contra el casing.

En las operaciones de punzado en campo no se observaron anomalías.

3. **Ensayo de adherencia del cemento:** La experiencia previa documentada incluía la medición de la fuerza necesaria para desplazar un casing de ERFV, con su malla exterior rugosa, luego de haber sido cementado con los cementos normales utilizados en la industria petrolera y su comparación con un casing de acero convencional. Se consideró aceptable, ya que se lograba una adherencia superior a la del acero.
4. **Desarrollo de herramientas de fijación:** Se trabajó activamente con un proveedor, diseñando un ancla que puede fijarse a pozo abierto y retenga el casing durante las maniobras de cementación. Numerosas pruebas previas sugerían la habilidad de la herramienta para el fin propuesto.
5. **Calculo del casing a instalar:** Contando con Programa de cálculo de la empresa proveedora de la tubería, se simuló para las condiciones operativas más exigentes de cada pozo, los parámetros de tensiones y presiones a que estará sometida la tubería en cada uno de los estadios desde la instalación hasta su puesta en marcha.

De numerosas correlaciones efectuadas, variando los parámetros de diseño se definieron las presiones de fijado de ancla y apertura de dispositivo de circulación, compatibles con la tubería seleccionada. Además se verificó la tubería para las presiones de fractura usuales y calcularon los estiramientos a producirse en cada etapa, que permitieran correlacionar estiramientos observados y tensiones aplicadas en la instalación.

Se observó una excelente correspondencia entre los valores calculados y los reales.

6. **Ensayo de erosión por fracturas:** Se diseñó y realizó un procedimiento de ensayo de desgaste por erosión para las condiciones de las fracturas usuales en el Yacimiento, llevadas a sus valores máximos. Se utilizaron dos casing de 5 ½" roscados, en el extremo de entrada de fluido se colocó un dispositivo adaptador de diámetro inferior al casing, para simular el efecto de turbulencia

generado por el empaquetador (packer) de estimulación. Se bombearon a través del mismo tres fracturas de iguales características a las de los pozos reales.

Previo a los bombeos e inmediatamente después de cada uno de ellos se llevaron a cabo mediciones de diámetro interno para determinar el desgaste ocasionado. En todos los casos se tomaron tres mediciones de diámetro interno por estación a 0°, 60° y 120°.

Las pérdidas de diámetro máximas sufridas no superaron las 0,5 centésimas de milímetro.

7. **Definición de los programas de intervención:** A los fines de incorporar en los programas de intervención lo mejor de la experiencia de cada empresa interviniente, se efectuaron numerosas reuniones conjuntas entre las empresas autoras del presente artículo con: a) Empresas perforadoras. b) Proveedoras de herramientas. c) Cementadoras. d) De perfilajes, etc.

### **Instalación del casing:**

Inicialmente, en razón de ser la primera instalación de este tipo en Argentina, se implementaron recaudos adicionales a los habituales para minimizar los riesgos, como: a) Uso de motor de fondo y BHA estabilizado. b) Utilización de portamechas para aumentar el peso de la columna y la capacidad de maniobra en caso de atascamiento de la tubería. c) Empleo de densidades de cemento inferiores a las convencionales, a los efectos de disminuir la flotación de la tubería.

Posteriormente, con la experiencia adquirida, se fueron eliminando gradualmente tales prácticas, siendo en el último pozo realizado de la manera convencional, solo con utilización de un portamecha de lastre.

En el primer pozo se observaron tiempos de instalación superiores a lo habitual en acero, motivados por:

- a) La longitud de la tubería de ERFV, de 9 m de longitud, comparada con los 13,5 m del acero ocasiona, necesariamente, un mayor número de enrosques para la misma profundidad y por tanto de tiempo utilizado.
- b) Distinto acceso a la planchada del equipo por la menor longitud de estos tubos (al colocar un extremo por la subestructura, el box queda muy alejado del elevador).
- c) Los elevadores de casing convencionales no resultaron adecuados para esta operación en razón del perfil irregular del recalque de la unión.
- d) La celda de carga utilizada era poco práctica en su uso, considerando que el equipo contaba con sistema electrónico de monitoreo de parámetros.

A partir del segundo pozo se corrigieron estos aspectos usando una bandeja de entubación, que eleva a cada casing desde la planchada de tubos, hasta donde lo engancha un elevador a cuñas, tipo YC, utilizado con buen suceso.

Verificado, además, la consistencia entre los valores de cargas registrados por la celda de carga y el sistema electrónico del equipo se adoptó el uso de este último en lo sucesivo.

Con las correcciones efectuadas en el cuarto pozo se lograron velocidades de instalación comparables a las habituales.

### **Herramientas de entubación:**

En razón del bajo peso de las tuberías de ERFV (5,9 lb/ft); es necesario el anclaje del casing al pozo abierto, ya que por efecto de la flotación, además de riesgos en la instalación se generan esfuerzos que aumentan las sollicitaciones, disminuyendo sus capacidades mecánicas.

El ancla de tensión y su dispositivo de cementación utilizados mostraron un funcionamiento adecuado. Una falla en el dispositivo de cementación en uno de los pozos es atribuible a una obstrucción del mecanismo de accionamiento por algún sólido del pozo y no a una falla de la herramienta.

.Se utilizaron centralizadores a flejes, fijados a la tubería con stop rings.

### **Perfilajes a pozo abierto:**

Para verificar el comportamiento de los perfiles de pozo abierto en pozos entubados con ERFV, se registraron los mismos en tres pozos tanto en abierto como entubado.

La respuesta del perfil de resistividad fue muy buena, el sónico fue aceptable, mientras que el neutrón no mostró una buena correlación.

La importancia de lo anterior radica en:

- ✓ Al eliminar el perfilaje a pozo abierto se disminuye el tiempo de equipo de perforación en cerca de un día, ahorrando el tiempo insumido por la compañía de cable y evitando una carrera de calibre.
- ✓ Poder registrar perfiles de resistividad a pozo entubado en pozos productores permite realizar un monitoreo del frente de agua durante la vida del pozo.

A los fines de tomar como referencia del perfilaje (símil a cuplas en acero), se utilizaron, anillos de acero adheridos externamente al casing. Verificadas las alteraciones en torno a los anillos en el perfil inductivo a pozo entubado, provocado por las corrientes inducidas; se considera en próximas instalaciones instalar insertos metálicos pequeños longitudinales.

### **Cementación:**

De las lechadas iniciales de cemento livianas de los dos primeros pozos, se pasó a prehidratadas con bentonita, reduciendo su costo y finalmente a densidades convencionales para acero.

### **Completación:**

En función de las pruebas de admisión de cada capa de los pozos, se definía la estimulación del mismo con ácido clorhídrico al 15 % y la realización de fracturas hidráulicas. Todos ellos fueron puestos en inyección tal cual lo programado.

### **Evaluación del cemento:**

Se definió correr perfiles CBL – VDL y ultrasónico para definir la adherencia del casing al cemento y de este a la formación. A pesar que en todos los casos se pudo interpretar como buena adherencia en el sistema tubo – cemento – formación, se considera profundizar el tema con las compañías de servicio especializadas en el tema.

En ninguna de las fracturas realizadas se evidenció comunicación entre las capas estimuladas.

### **Herramientas de ensayo y estimulación:**

Los packers de doble agarre, diseñados inicialmente, para realizar las pruebas de ensayo y estimulación, presentaron algunos problemas como dificultad para fijarlos y corrimiento durante una fractura.

El primer inconveniente, manifestado en casi todas las maniobras, provocando en varias tener que reemplazar la herramienta; se adjudicó a un atascamiento del mecanismo de agarre por restos de fibra de vidrio existentes en el pozo, probablemente originadas en el punzado. Fue subsanado por uso de empaquetadores (packers) con mecanismo de fijación diferente (J en lugar de segmentos) que funcionaron adecuadamente.

En cuanto al corrimiento evidenciado durante una fractura, se adjudicó a la superación de las 30.000 lb. de fuerza hacia arriba. Se corrigió el problema aplicando mayor peso inicial en la fijación.

Adicionalmente se modificaron las mordazas de anclaje, convencionales para acero, con alta densidad de filetes, reduciendo la misma.

### **Niples de acero inoxidable de 5 ½”:**

A pesar de contar con ensayos de fijación de herramientas de doble agarre en ERFV, hasta tanto el desempeño en la práctica corrobore lo ensayado, se colocó intercalada en la columna de casing a la altura del último nivel de interés, un niple de acero inoxidable de 5 ½”, para anclar en él las herramientas en caso de no poder hacerlo en la fibra de vidrio. Hasta ahora no fue necesario utilizarlos.

Similarmente, a los fines de tener toda la columna resistente a la corrosión, se usan colgadores de casing de acero inoxidable que permiten armar la boca del pozo en la forma convencional para acero.

### **Tipos de inyección:**

Tres de los pozos entubados inyectan en forma global a la formación.

Uno de ellos lo hace selectivamente usando dos packers hidráulicos y uno de copas.

Otro, de los entubados totalmente en ERFV, inyecta directamente por casing desde la superficie, con el consiguiente ahorro en tubing y mantenimiento de los mismos durante toda la vida útil del pozo.

## CONCLUSIONES

### a) Generales:

- ✓ El casing de ERFV es una respuesta adecuada a los problemas de corrosión en pozos inyectoros de agua salada.
- ✓ El uso de inyección directa por casing de ERFV en pozos inyectoros globales, elimina la necesidad de tubing y sus costos de mantenimiento durante la vida útil del pozo.
- ✓ La eliminación de los perfilajes a pozo abierto, permite reducir el tiempo de equipo de perforación, ahorrando el tiempo insumido por la compañía de cable y evitando una carrera de calibre.
- ✓ Poder registrar perfiles de resistividad a pozo entubado en pozos productores permite realizar un monitoreo del frente de agua durante la vida del pozo.
- ✓ La entubación de un pozo con ERFV, que inyecte por casing, implica un costo adicional de 6,3 % respecto a uno entubado en acero.
- ✓ El costo de materiales e instalación de un pozo con ERFV, que inyecte con tubing, representa un costo adicional de 13,8 % respecto a uno entubado con acero
- ✓ En caso de considerar en las comparaciones anteriores los costos de mantenimientos del casing a 20 años y del tubing en caso de inyección global (no evaluados en esta experiencia), se compensan con creces las diferencias anteriores.

### b) Operativas

- ✓ Las operaciones de entubación y cementación se realizaron de acuerdo a lo programado, sin detectarse desvíos atribuibles al material ensayado.
- ✓ El éxito en la instalación de este tipo de tuberías, depende de la capacitación del personal involucrado.
- ✓ En todos los casos la bajada del casing se realizó sin dificultades, a pesar del escaso peso de la tubería (el lastre adicional por portamechas fue reduciéndose sucesivamente).
- ✓ El ancla de tensión, necesaria para evitar la flotación de la tubería en la cementación, funcionó de acuerdo a lo programado.
- ✓ Tanto los coeficientes de estiramiento como los pesos calculados por el proveedor de la tubería se correspondieron con la realidad.
- ✓ Los tiempos de entubación del ERFV, a pesar de las distintas longitudes de los tubos, fueron similares a los del acero.
- ✓ El diseño de la lechada cementadora fue adecuada, permitiendo las maniobras de entubación y cementación y logrando un correcto aislamiento entre las capas.

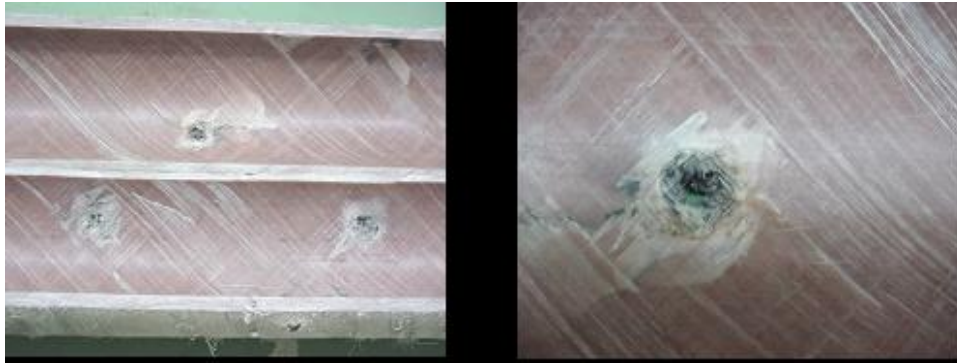
- ✓ El registrador electrónico de peso del equipo perforador, demostró ser lo suficientemente preciso para las operaciones de entubación, fijado del ancla, y cementación, haciendo innecesario montar elementos adicionales de medición.
- ✓ .No se cuenta a la fecha una interpretación clara de la respuesta de los perfiles tradicionales de evaluación de cemento en pozos con ERFV. Debe profundizarse el tema con empresas de perfilaje.

### **BIBLIOGRAFÍA**

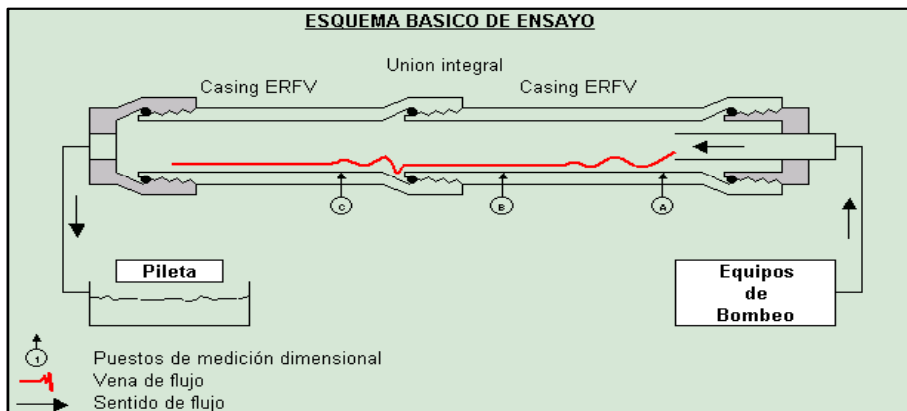
- ✓ Paper SPE 4066 (1972). Perfiles en ERFV
- ✓ Paper SPE 18143 (1988). Perfiles CET o PET

### **AGRADECIMIENTO**

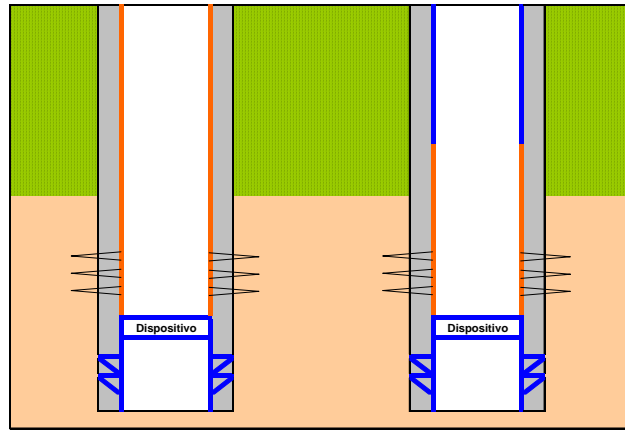
Los autores desean manifestar un particular agradecimiento a Daniel Peralta de PESA por su eficaz gestión en todas las etapas involucradas en este ensayo, a las empresas de servicios petroleros radicadas en Neuquén por su contribución en las primeras etapas de este proceso de desarrollo de una aplicación prometedora y a Petroplastic S.A. por el apoyo en la publicación de este trabajo.



**Figura 1 Ensayo de punzados**



**Figura 2 Ensayo de fractura**



**Figura 3 Instalación de casing de ERFV completo y mixto**

## PARÁMETROS DE DISEÑO DEL CASING

Denominación		Casing 1	Casing 2
		SPEC 5 1/2" DHC 400	SPEC 5 1/2" DHC 400
Nominal OD	inch	5,650	5,650
Nominal ID	inch	4,85	4,85
BOD [inch] Box Outside Diameter	inch	6,80	6,80
Wall Thickness	inch	0,40	0,40
Weight	Lbs/ft	5,90	5,90
Medium Radius	inch	2,625	2,625
Int Operating Pressure	PSI	2.000	2.000
Ext Collapse Pressure	PSI	1.280	1.280
Rated Axial Load	Lbs	49.600	49.600
Módulo de elasticidad Axial	PSI	2.700.000	2.700.000
Módulo de Elasticidad Circunferencial	PSI	4.200.000	4.200.000
Coeficiente de Poisson Circunferencial		0,3	0,3
Coeficiente de Poisson Axial		0,21	0,21
Coeficiente de Dilatación Térmica	in/in/°F	1,43E-05	1,43E-05
Cross Sectional Area	inch^2	6,597	6,597
Densidad del tubing	lbs/gal	16,273	16,273
Made-up Length	ft	29,125	29,125
Overall Length	ft	29,500	29,500
Ubicación en la sarta		SUPERIOR	INFERIOR
Longitud	ft	1862,12	1862,12

Parámetros del Pozo

Profundidad del Packer / Pozo 3724,25 ft  
 Lock-Set  
 Tipo de Packer Type  
 ID del Packer 6 inch  
 Tensión inicial sobre el ancla (SI / NO / VALOR) VALOR

Tensión inicial sobre el ancla (Lbs)	4000 Lbs
Tensión de prueba sobre el ancla (SI / NO / VALOR)	VALOR
Tensión de prueba inicial sobre el ancla (Lbs)	14418,90 Lbs
Casing ID	4,85 inch
Caudal de inyección	3169,81 BBL/DAY
Velocidad de fluido	1,61 ft/sec
	<b>Servicio                      Instalación                      Vacío</b>
Nivel del fluido en el anular	0,00                      0,00                      0,00
Nivel del fluido en el Casing	0,00                      0,00                      2819,63
Nivel del Cemento en el Anular	0,00                      0,00                      0,00
Densidad del fluido en el anular	9,096                      9,096                      9,096
Densidad del fluido en el Casing	8,512                      9,096                      8,512
Densidad del cemento Final	12,559
Temperatura a boca de pozo	77                      68                      °F
Temperatura en pozo a nivel packer	140                      140                      °F

**Tabla 1 Parámetros de diseño del casing**

## Cálculo de solicitudes y estiramientos

CSG	ESTADO	Parámetro	Peso Propio	Peso Inf Conc	Apertura del AT	Tensión Inic	Var Temp °F	Efecto Balloón	Total	Admisible	Pres. en Casing [PSI]	Verif Pres. en Csg
SPEC 5 1/2" DHC 400	BAJADA DE CASING	Esf Axial, bp	10363	4637	0	0	0	0	15000	62000	0	0
		Estiramient.	6	6	0	0	6	0	18	78		
SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-623	4637	0	0	0	0	4013	62000	0	0
		Estiramient.	-8	6	0	0	-6	0	-8	78		
		Esf Axial fp	-11610	4637	0	0	0	-6973	-34166	0	0	
		<b>Estiram total</b>	<b>-2</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>				
SPEC 5 1/2" DHC 400	PRESIÓN DE APERTURA DEL AT	Esf Axial, bp	10363	4637	12008	0	0	0	27008	62000	650	650
		Estiramient.	6	6	8	0	6	0	26	78		
SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-623	4637	12008	0	0	0	16022	62000	650	650
		Estiramient.	-8	6	8	0	-6	0	1	78		
		Esf Axial fp	-11610	4637	12008	0	0	5035	62000	650	650	
		<b>Estiram total</b>	<b>-2</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>27</b>				
SPEC 5 1/2" DHC 400	LIBERACIÓN PRESIÓN DE APERTURA DEL AT	Esf Axial, bp	10363	4637	6581	0	0	0	21581	62000	0	0
		Estiramient.	6	6	8	0	6	0	26	78		
SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-623	4637	6581	0	0	0	10594	62000	0	0
		Estiramient.	-8	6	8	0	-6	0	1	78		
		Esf Axial fp	-11610	4637	6581	0	0	-392	-34166	0	0	
		<b>Estiram total</b>	<b>-2</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>27</b>				
SPEC 5 1/2" DHC 400	TENSIONADO INICIAL DE PRUEBA	Esf Axial, bp	10363	4637	6581	14419	0	0	36000	62000	0	0
		Estiramient.	6	6	8	18	6	0	44	78		
SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-623	4637	6581	14419	0	0	25013	62000	0	0
		Estiramient.	-8	6	8	18	-6	0	19	78		
		Esf Axial fp	-11610	4637	6581	14419	0	0	14027	62000	0	0
		<b>Estiram total</b>	<b>-2</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>63</b>				
SPEC 5 1/2" DHC 400	TENSIONADO INICIAL para apertura Dispositivo de circulación	Esf Axial, bp	10363	4637	6581	14419	0	0	36000	62000	0	0
		Estiramient.	6	6	8	18	6	0	44	78		
SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-623	4637	6581	14419	0	0	25013	62000	0	0
		Estiramient.	-8	6	8	18	-6	0	19	78		
		Esf Axial fp	-11610	4637	6581	14419	0	0	14027	62000	0	0
		<b>Estiram total</b>	<b>-2</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>63</b>				
SPEC 5 1/2" DHC 400	PRESIÓN DE APERTURA DISPOSITIVO O CIRCULACIÓN	Esf Axial, bp	10363	4637	6581	14419	0	10437	46437	62000	1250	1250
		Estiramient.	6	6	8	18	6	0	44	78		
SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-623	4637	6581	14419	0	10437	35450	62000	1250	1250
		Estiramient.	-8	6	8	18	-6	0	19	78		
		Esf Axial fp	-11610	4637	6581	14419	0	10437	24464	62000	1250	1250
		<b>Estiram total</b>	<b>-2</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>63</b>				

SPEC 5 1/2" DHC 400	LIBERACIÓN DE APERTURA DISPOSITIVO	Esf Axial, bp	10363	4637	6581	14419	0	0	36000	62000	0	0
		Estiramiento.	6	6	8	18	6	0	44	78		
SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-623	4637	6581	14419	0	0	25013	62000	0	0
		Estiramiento.	-8	6	8	18	-6	0	19	78		
		Esf Axial fp	-11610	4637	6581	14419	0	0	14027	62000	0	0
		Estiram total	-2	12	17	36	0	0	63			
SPEC 5 1/2" DHC 400	TENSIONADO INICIAL	Esf Axial, bp	10363	4637	6581	4000	0	0	25581	62000	0	0
		Estiramiento.	6	6	8	5	6	0	31	78		
SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-623	4637	6581	4000	0	0	14594	62000	0	0
		Estiramiento.	-8	6	8	5	-6	0	6	78		
		Esf Axial fp	-11610	4637	6581	4000	0	0	3608	62000	0	0
		Estiram total	-2	12	17	10	0	0	37			
SPEC 5 1/2" DHC 400	CEMENTO EN EL INTERIOR DEL CASING	Esf Axial, bp	10363	4637	6581	4000	0	4467	30048	62000	200	200
		Estiramiento.	6	6	8	5	6	2	33	78		
SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-623	4637	6581	4000	0	4467	19061	62000	535	535
		Estiramiento.	-8	6	8	5	-6	-2	4	78		
		Esf Axial fp	-11610	4637	6581	4000	0	4467	8075	62000	870	870
		Estiram total	-2	12	17	10	0	0	37			
SPEC 5 1/2" DHC 400	CEMENTO EN EL EXTERIOR DEL CASING	Esf Axial, bp	10363	4637	6581	4000	0	5074	30655	62000	1015	1015
		Estiramiento.	6	6	8	5	6	-2	29	78		
SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-623	4637	6581	4000	0	5074	19668	62000	608	608
		Estiramiento.	-8	6	8	5	-6	2	8	78		
		Esf Axial fp	-11610	4637	6581	4000	0	5074	8681	62000	200	200
		Estiram total	-2	12	17	10	0	0	37			
SPEC 5 1/2" DHC 400	CIERRE DE HERRAMIENTA DE CEMENTACIÓN	Esf Axial, bp	10363	4637	6581	4000	0	11754	37334	62000	1815	1815
		Estiramiento.	6	6	8	5	6	-2	29	78		
SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-623	4637	6581	4000	0	11754	26348	62000	1408	1408
		Estiramiento.	-8	6	8	5	-6	2	8	78		
		Esf Axial fp	-11610	4637	6581	4000	0	11754	15361	62000	1000	1000
		Estiram total	-2	12	17	10	0	0	37			
SPEC 5 1/2" DHC 400	LIBERACIÓN DE PRESIÓN - CASING CEMENTADO	Esf Axial, bp	10363	4637	6581	4000	0	-3404	22177	62000	0	0
		Estiramiento.	6	6	8	5	6	-2	29	78		
SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-623	4637	6581	4000	0	-3404	11190	62000	-408	-408
		Estiramiento.	-8	6	8	5	-6	2	8	78		
		Esf Axial fp	-11610	4637	6581	4000	0	-3404	204	62000	-815	-815
		Estiram total	-2	12	17	10	0	0	37			
SPEC 5 1/2" DHC 400	SERVICIO	Esf Axial, bp	6959	4637	6581	4000	8024	12659	42860	49600	1500	1500
		Estiramiento.	4	6	8	5	5	0	28	63		
		Esf Axial Trans	-4027	4637	6581	4000	8024	12659	31874	49645	1516	1516

SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-4027	4637	6581	4000	8024	12659	31874	<b>49645</b>	<b>1516</b>	<b>1516</b>	
		Estiramient.	-6	6	8	5	-5	0	8	<b>63</b>			
		Esf Axial fp	-15014	4637	6581	4000	1604 8	12794	29046	<b>49600</b>	<b>1532</b>	<b>1532</b>	
		<b>Estiram total</b>	<b>-2</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>37</b>				
SPEC 5 1/2" DHC 400	Prueba Casing (FRACTUR A)	Esf Axial, bp	6959	4637	6581	4000	8024	20425	<b>50625</b>	<b>62000</b>	<b>2430</b>	<b>2430</b>	
		Estiramient.	4	6	8	5	5	0	<b>28</b>	<b>78</b>			
SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-4027	4637	6581	4000	8024	20425	<b>39639</b>	<b>62057</b>	<b>2446</b>	<b>2446</b>	
		Estiramient.	-6	6	8	5	-5	0	<b>8</b>	<b>78</b>			
		Esf Axial fp	-15014	4637	6581	4000	1604 8	20560	<b>36811</b>	<b>62000</b>	<b>2462</b>	<b>2462</b>	
		<b>Estiram total</b>	<b>-2</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>37</b>				
SPEC 5 1/2" DHC 400	VERIFICACI ON COLAPSO CASING VACIO y agua en el anular	Esf Axial, bp	6959	4637	6581	4000	0	-2931	19246	<b>49600</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
		Estiramient.	4	6	8	5	6	-4	25	<b>63</b>			
SPEC 5 1/2" DHC 400		Esf Axial, trans	-4027	4637	6581	4000	0	-3336	7854	<b>49645</b>	<b>-807</b>	<b>-807</b>	
		Estiramient.	-6	6	8	5	-6	4	12	<b>63</b>			
		Esf Axial fp	-15014	4637	6581	4000	0	-6737	-6533	<b>-27333</b>	<b>1214</b>	<b>1214</b>	
		<b>Estiram total</b>	<b>-2</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>37</b>				
		VERIFICACI ÓN	Servicio					31264	> =	VERIFI CA			
		VERIFICACI ÓN	Instala ción					7177	> =	VERIFI CA			

**Tabla 2 Cálculo de solicitaciones y estiramientos**