

ENTUBACION DE POZOS

CONSIDERACIONES GENERALES

A lo largo de la perforación del pozo, se hace necesario proceder a la entubación del mismo, para satisfacer las necesidades de la Ingeniería de perforación y de reservorios.

Esta operación es una de las más importantes que se realizan durante la ejecución de un pozo, hasta su puesta en producción.

La importancia de la entubación, respecto del punto de vista económico, crece con la profundidad del pozo y de los problemas operativos o estratigráficos de las formaciones a atravesar, ya que la entubada representa aproximadamente el 35% del costo total del pozo.

OBJETO DE LA ENTUBACIÓN

Podemos resumirlo a través de los siguientes puntos:

- 1- Evitar desmoronamientos o pérdidas de circulación (lodo de perforación) en los diferentes terrenos atravesados en la perforación
- 2- Aislar capas de agua, gas o estériles de alta presión
- 3- Revestir el pozo, si es productor de petróleo, para
 - a) Asegurar la vida productiva del mismo
 - b) Fijar herramientas de producción y elevar los fluidos del pozo a la superficie
 - c) Evitar fugas o contaminaciones del petróleo o gas antes de llegar a la superficie
 - d) Aislar capas de diferente presión
- 4- Permitir colocar las instalaciones de seguridad (válvula preventora de surgencia o Blow Out Preventers B.O.P)
- 5- Asegurar condiciones que permitan la prosecución segura de la perforación del pozo, mediante la reducción del diámetro del pozo a medida que vamos perforando

TIPOS DE CAÑERÍAS DE ENTUBACIÓN

Los tipos de entubaciones que se pueden realizar en un pozo son los siguientes, dependiendo del programa previsto para cada pozo, lo que no significa que en todo pozo sea necesario colocar la totalidad de las cañerías mencionadas a continuación:

- a) Cañería guía o conductora
- b) Cañería de seguridad o de superficie
- c) Cañería intermedia o de protección
- d) Cañería de producción o de aislamiento
- e) Cañería perdida o liner

a) Cañería guía o conductora

Las funciones que esta cañería cumple son:

- 1- Proteger y evitar desmoronamientos de terrenos en la superficie, alrededor de la boca del pozo
- 2- Facilitar la circulación de la inyección durante la iniciación del pozo
- 3- Controlar posibles surgencias antes de la entubación de la cañería de seguridad

En general, en este tipo de entubaciones se utilizan de 2 a 3 caños, cementados hasta la boca del pozo

Este tipo de cañerías se emplea muy poco, sobre todo en pozos de muy poca profundidad, en los cuales se perfora para entubar directamente la cañería de seguridad.

Los diámetros mas comunes para este tipo de cañerías es de 20"- 24"- 30", dependiendo del diseño del programa de entubación previsto para el pozo

b) Cañería de seguridad o de superficie

Su importancia en la entubación del pozo es primordial. En ella irán colocadas las válvulas preventoras de surgencias o Blow Out Preventers (B.O.P), y sobre el cabezal de esta cañería se colgaran las cañerías intermedias y de producción, mediante sus respectivos cabezales y carreteles adaptadores

La profundidad de la misma, es muy variable, dependiendo de las arenas o zonas inconsolidadas que se atraviesen, las cuales esta cañería debe aislar.

Además de ello, es muy importante que la profundidad del zapato de esta cañería se de encontrar en una zona consolidada e impermeable, para lograr el eficaz control en el caso de una surgencia y no entrar en perdidas de circulación a la altura del zapato.

Debe ser cementada hasta la superficie y debe ser capaz de resistir las presiones previstas para la entubación de la cañería intermedia, en el caso que esta se utilice.

Los diámetros mas comunes para este tipo de cañerías son de 13 3/8" y 9 5/8"

c) Cañería intermedia o de protección

Generalmente este tipo de cañerías se instala por razones técnicas de perforación. Estas razones pueden ser: control de presiones anormales (surgencia de zonas de capas de agua), control de arcillas desmoronables, o zonas de perdidas de circulación importantes, las cuales no pueden ser resultas pon algún obturante.

La utilización de este tipo de cañerías encarece notablemente el costo final del pozo, por lo tanto debe evaluarse objetivamente y técnicamente su utilización.

Al igual que la cañería de seguridad, debemos asegurarnos la zona de colocación del zapato

Los diámetros más normales de utilización de este tipo de cañerías es de 13 3/8" y 9 5/8"

d) Cañería de aislamiento o de producción

Se entuba para controlar y aislar las diferentes presiones de las capas productoras de hidrocarburos, lo cual se logra con el cemento que se coloca detrás de la cañería. Los diámetros más usados en este tipo de cañerías son : 5", 5 1/2" y 7"

e) Cañerías perdidas o liners

Según el diseño de la entubación total del pozo, a veces resulta antieconómico la utilización de una cañería continua desde la zona productiva hasta la boca del pozo

Esto puede suceder cuando el zapato de la cañería intermedia queda muy cerca de la zona de interés petrolífero, o cuando ya finalizado el pozo terminado y entubado, después de un tiempo se lo quiera profundizar en búsqueda de otras formaciones productoras, o bien si se ha tenido que entubar una cañería intermedia por razones no previstas y no queremos encarecer aún más el diseño final de la entubación del pozo

Esta cañería queda suspendida de mordazas a la última cañería cementada, mediante mecanismos de fijación mecánicos o hidráulicos

TIPOS DE CAÑOS UTILIZADOS EN LAS ENTUBACIONES

La fabricación de las cañerías de uso petrolero esta regulado por las Normas API 5A, 5AC, 5AX y 5B

En estas normas se fijan los requerimientos químicos, tratamientos térmicos y propiedades físicas de los aceros que componen los tubos, como también:

- Diámetro
- Peso
- Grado de acero
- Rango de longitudes
- Vinculación de caños entre sí
- Ensayos a los que deben ser sometidos

Diámetro

Los diámetros normalizados comprenden de 4 1/2" hasta 20" de diámetro exterior

Peso

Dentro de los diámetros normalizados existen distintos pesos por unidad de longitud, debido a la variación del espesor de la pared

Grado de acero

Los grandes esfuerzos a los que son sometidos los caños, han obligado al desarrollo de aceros de alta resistencia y uniones especiales, de acuerdo a las exigencias que en la actualidad requieren los pozos

Los grados de aceros normalizados son:

GRADO DE ACERO	LIMITE FLUENCIA MINIMO (lbs/pulg ²)	LIMITE FLUENCIA MAXIMO (lbs/pulg ²)	RESIST. A LA ROTURA POR TRACCIÓN (lbs/pulg ²)
H-40	40000		60000
J-55	55000	80000	75000
K-55	55000	80000	95000
N-80	80000	110000	100000
P-110	110000	140000	125000

Para tener una identificación práctica del grado de acero de una cañería, se ha desarrollado un código de colores para lograr identificar el grado de acero de una cañería

H-40	Ningun color
J-55	Verde
N-80	Rojo
P-110	Blanco

Este color se encuentra en la cupla de la cañería en cuestión

Rango de longitudes

Se establecen para evitar variaciones pronunciadas que dificulten la entubación y el transporte

RANGO	LONGITUD
1	4,88-7,63 mts
2	7,62-10,36 mts
3	10,36 mts en adelante

Vinculación de caños entre sí

La misma se efectúa mediante una rosca la cual permite que los caños sean roscados entre sí o mediante cuplas o uniones

En el caso de las cuplas roscadas, estas pueden ser cortas o largas y los tipos de roscas y cuplas son:

- Rosca redonda, cupla corta
- Rosca redonda, cupla larga
- Rosca trapezoidal, o Buttres

Las principales características que una cupla debe cumplir son:

La sección roscada debe ser lo suficientemente fuerte para soportar el peso de la columna. La unión una vez ajustada debe asegurar un cierre hidráulico perfecto. La cupla debe ofrecer suficiente resistencia a la flexión. El trabajo de soldar las cuplas una vez enroscados los caños debe ser desechado, por mas que la soldadura se efectuó por puntos, pues el calor generado por el arco eléctrico de la soldadura altera las características de los aceros, en su constitución mineralógica, y esto hace que se alteren sus propiedades.

Para el caso que la vinculación entre caños sea roscando directamente un caño con otro, sin uso de cuplas, ha contribuido a entubar pozos donde la luz que existe entre caño y pozo abierto sea muy ajustada, tal es el caso de la rosca "Extreme Line", en la cual los caños son recalcados interna y externamente, con rosca trapezoidal

Otro tipo de cañería con recalque externo e interno, utilizando roscas dobles trapezoidales, es la rosca Hydrill

Ensayos a que deben ser sometidos

Las Normas API especifican los ensayos a que deben ser sometidos los aceros, antes y después de haber sido construido el caño. Este tipo de ensayos son destructivos y no destructivos.

Entre los no destructivos, por ejemplo, puede citarse el ensayo a presión, donde cada caño que se fabrica es sometido a una prueba de presión interna, la cual nada tiene que ver con las presiones a las que será sometido el caño posteriormente

ESFUERZOS A LOS QUE ESTÁN SOMETIDOS LOS CAÑOS DE ENTUBACIÓN

Las cañerías estan sometidas a una variedad de esfuerzos, los cuales son originados a distintas causas que ahora analizaremos, y someten a los mismos a un estado de tensiones combinadas.

Los esfuerzos que actúan son:

- Tracción
- Compresión
- Presión Externa (colapso)
- Presión Interna
- Flexión

Tracción

Se genera por el peso propio de la cañería al irse bajando la misma en el pozo. A su vez, este esfuerzo puede ser incrementado debido a:

- Rozamiento de la cañería al mover la misma hacia arriba en caso de aprisionamientos.
- Frenadas bruscas del sistema de izamiento del equipo al bajar la cañería al pozo y colocar las cuñas en la subestructura del equipo
- La posterior cementación de la cañería asociada a la temperatura del pozo o un aumento en la presión interna del pozo producen un aumento de este esfuerzo

Por este motivo, el efecto de flotación al que es sometido el caño al bajarse en el interior del pozo y al estar este lleno de fluido (lodo de perforación) y la utilización de elementos de entubación (zapatos o collares) flotadores, hacen que este esfuerzo de tracción sea inferior al calculado considerando el peso de la cañería en el aire. Por lo tanto, la cañería que estará sometida al máximo valor del esfuerzo de tracción, será la cañería que esta colgada en la boca de pozo

Recordemos que el factor de flotación al que debemos afectar al peso de la cañería en el aire se calcula como:

$(\text{Densidad acero} - \text{Densidad lodo}) / \text{Densidad del acero}$

Los problemas que trae a la cañería un esfuerzo elevado en el valor de la resistencia a la tracción son:

- Corte a lo largo de la rosca. Esta falla que muy pocas veces se presenta en roscas de caños de diámetro pequeño, ha sido superada con la utilización de cuplas mas largas, y con una cantidad de filetes por pulgadas adecuada para soportar el esfuerzo al corte en las uniones
- Zafaduras en las roscas, las cuales se originan por el alargamiento de la cupla originada por la tracción y la posterior expansión de la misma

Presión Externa (Colapso)

Los fabricantes de cañerías especifican en los manuales o catálogos comerciales los valores máximos de colapso a la que puede ser sometida la cañería

Los problemas que puede ocasionar el aplastamiento de la cañería son.

- Imposibilidad de bajar o sacar la columna perforadora a través del interior de la cañería entubada en cuestión
- Rotura de la cañería, si se superan los valores de resistencia al colapso máximos tolerables

Esfuerzos combinados de tracción y aplastamiento

Si consideramos una sección intermedia de la columna de caños que se encuentra en el pozo, los esfuerzos a los que se halla sometido el mismo son el peso del resto de la cañería hasta el zapato, y a su vez, la presión externa o colapso de la inyección del pozo, mediante la presión hidrostática

A estas tensiones simultaneas se las denomina tensiones o esfuerzos biaxiales, debido que actúan en una dirección longitudinal y radial de la cañería

La combinación de ambos esfuerzos, se representa a través de la elipse de inercia. Mediante los valores de la resistencia a al colapso sin tracción, se puede calcular mediante la utilización de esta elipse el esfuerzo al colapso real, influenciado por el esfuerzo de tracción

Presión Interna

Como se trata de cañería de pared delgada, es de aplicación la formula de Barlow

$$P = (2t \delta) / D$$

Donde:

- t= espesor de la pared del caño en cm
- P= Resistencia a la presión interna, en kg/cm²
- δ = Tensión de fluencia del acero, en kg/cm²
- D= Diámetro nominal, en mm

Las tablas de los fabricantes de cañerías nos muestran los máximos valores tolerables a que pueden ser sometidos los caños.

El exceso de la presión interna puede provocar roturas en las cañerías, siendo el caso mas desfavorable, cuando el espacio anular entre la cañería y el pozo se encuentre vacío, y el interior de la cañería lleno. En la practica, durante la entubación, terminación y durante la vida productiva del pozo el caso mencionado anteriormente no se presenta, pero si debemos considerar que en futuras reparaciones del pozo, la cañería puede estar sometida a altas presiones internas cuando se realicen cementaciones a presión o forzamientos, fracturas hidraulicas y tratamientos ácidos o químicos

Compresión

Debemos tener en cuenta, que tanto la cañería de entubación como las vinculaciones entre los mismos (cuplas) no están diseñadas para ser sometidas a este tipo de esfuerzos, por lo tanto los mismos deben ser evitados. De todos

modos, durante la bajada de la cañería y posteriores trabajos de cementación y completación del pozo, la misma nunca se encontrará sometida a este esfuerzo

Flexión

Este tipo de esfuerzo puede ser producido por las siguientes causas:

- Pozos muy torcidos o desviados de la vertical
- Que sucedan grandes desmoronamientos durante la entubación

Ayudan a evitar este esfuerzo la utilización de accesorios de entubación como los centralizadores, aunque en pozos con mucha desviación no es conveniente su uso debido a que pueden agravar la entubación del pozo y aprisionar aun mas la cañería

FACTORES DE SEGURIDAD

Después de haber considerado los esfuerzos a los que están sometidos los elementos tubulares en el pozo, a los fines de los cálculos y estar seguros a la hora de realizar el diseño de la cañería de entubación, se utilizan los factores de seguridad, con lo cual estamos sobredimensionando el diseño de la entubación y a la vez protegiendo la integridad de los materiales

El factor de seguridad, es la relación existente entre el valor real de la resistencia al esfuerzo, según tablas de fabricante, para una determinada cañería y grado de acero, y el valor del esfuerzo real al que esta siendo sometido el caño en el pozo en cuestión, según los cálculos de aquel que realice el diseño de la entubación

Por ejemplo, si la resistencia al colapso de una cañería de 7" grado de acero C-75 y 29 lb/pie es de 6760 psi según tablas del fabricante, y el esfuerzo real al que es sometida esta cañería, a la profundidad del zapato, con una densidad de inyección 10,4 lpg y a una profundidad de 10000 pies es de 5408 lbs, según cálculos de presión hidrostática, el factor de seguridad de resistencia al colapso es de:

Factor Seguridad Colapso= $6760 \text{ psi} / 5408 \text{ psi} = 1,25$

Como vemos, el factor de seguridad de cualquier esfuerzo, es una magnitud adimensional (sin unidades) y es siempre mayor que uno

Los factores de seguridad típicos, según el esfuerzo, son:

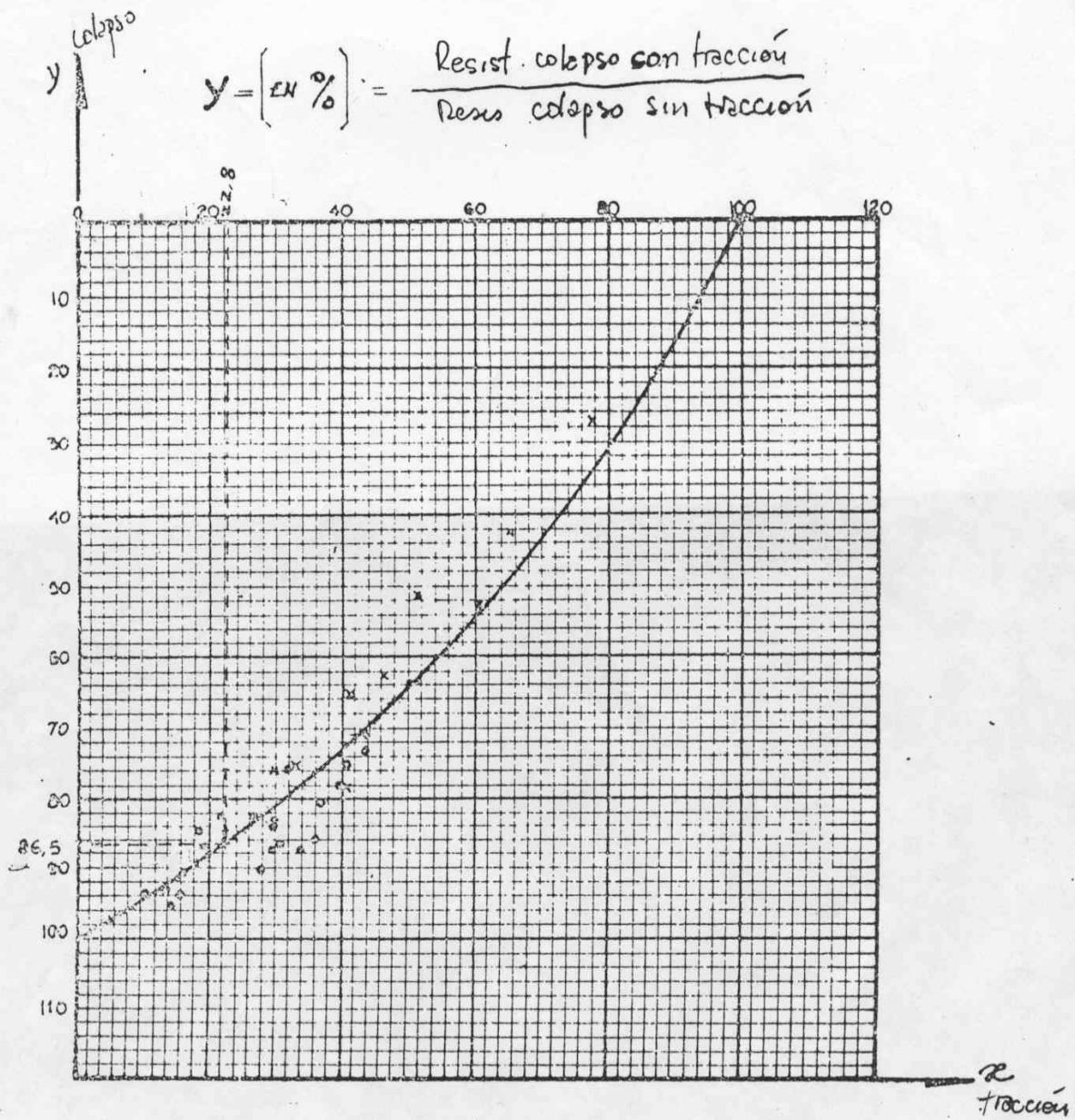
Factor Seguridad Colapso: 1,125

Factor Seguridad Tracción en cuerpo tubo: 1,70

Factor Seguridad Tracción Cupla: 1,80

Factor Seguridad Presión Interna: 1,00

ELIPSE UNITARIA



TRABAJO PRACTICO

DISEÑO DE ENTUBACION DE POZO

Diseñar la cañería para entubar el siguiente pozo

Datos del pozo

- Diámetro : 8 ½"
- Profundidad del zapato= 3200 mts= 10568 pies
- Densidad de la inyección (lodo)= 1250 gr/lit= 10,4 lpg

Factores de seguridad

- Colapso: 1,125
- Tracción Tubo: 1,7
- Tracción Cupla: 1,8

Se decide realizar la entubación con una cañería de 7"

Haremos el ejercicio eligiendo la cañería con el esfuerzo de la resistencia al colapso, luego verificando con el esfuerzo de tracción, mediante los factores de seguridad

1- Colapso

Presión hidrostática fondo pozo

$$Ph = \text{Densidad (lpg)} \times \text{profundidad (pies)} \times 0,052$$
$$Ph = 10,4 \text{ lpg} \times 10568 \text{ pies} \times 0,052 = 5715 \text{ psi}$$

Presión Hidrostática corregida

$$Phc = \text{Presión hidrostática} \times \text{Factor seguridad al colapso}$$
$$Phc = 5715 \text{ psi} \times 1,125 = 6430 \text{ psi}$$

Con el valor de la presión hidrostática corregida (habiendo considerado el factor de seguridad al colapso), vamos a las tablas del fabricante de cañerías, para una cañería de 7" de diámetro, buscamos una con un valor al esfuerzo al colapso levemente superior al calculado (6340 psi)

Elijo cañería C-75. Resistencia Colapso: 6760 psi
Espesor de pared: 0,408 pulgadas; Diam int=6,184 pulg.
Peso por unidad de longitud: 29 lb/pie

Este esfuerzo de resistencia al colapso se vera disminuido por el esfuerzo de tracción

Para ello, debemos utilizar la "Elipse unitaria de Inercia", y debemos realizar algunos cálculos previos que nos permitan su utilización

Para poder entrar en eje de las X en la elipse, debemos calcular la tensión de tracción a la cual esta siendo sometida la cañería, y la tensión de fluencia que resiste la misma

Peso cañería= Peso por unidad de longitud (lb/pie) x Profundidad (pies)
Peso cañería = 29 lb/pie x 10568 pies= 306472 lbs

El área de la cañería es, conociendo los diámetros internos y externos

$$\text{Area} = 3,1416 \times (7^2 - 6,184^2)/4 = 8,45 \text{ pulg}^2$$

$$\text{Tensión tracción} = \text{Peso} / \text{Area} = 306472 \text{ lbs} / 8,45 \text{ pulg}^2 = 36268 \text{ psi}$$

De tablas, y para la cañería seleccionada

Resistencia a la fluencia= 634000 lbs

$$\text{Tensión de fluencia} = \text{Resistencia} / \text{Area} = 634000 \text{ lbs} / 8,45 \text{ pulg}^2 = 75000 \text{ psi}$$

Con estos valores ahora podemos calcular X(%)

$$X (\%) = \text{Tensión Tracción} / \text{Tensión Fluencia} = 36268 \text{ psi} / 75000 \text{ psi} = 0,48$$

Con este valor de 0,48 entramos en la elipse de inercia y encontramos el valor de Y(%)

$$Y (\%) = 0,68$$

Siendo Y(%)= Resist. Colapso con tracción/ Resist. Colapso sin tracción

Despejando de la formula, con datos conocidos como Y(%) y la resistencia al colapso sin tracción, podemos averiguar la resistencia al colapso con tracción

$$\text{Resistencia al colapso c/tracción (superficie)} = 0,68 \times 6760 \text{ psi} = 4596 \text{ psi}$$

Notamos entonces una disminución de 6760 psi a 4596 psi en la resistencia al colapso en la superficie, donde el esfuerzo de tracción es máximo

Notamos además, que en superficie el esfuerzo al colapso es cero, siendo muy bajo en los primeros caños desde superficie hacia abajo, es por ello y que por una cuestión económica, se utilizan cañerías combinadas para abaratar el costo de la entubación y en definitiva el valor final del pozo

Es por ello que decidimos entubar con esta cañería ya seleccionada hasta 6000 pies desde el zapato hacia arriba, o sea 4500 pies de cañería C-75

Calculamos la presión hidrostática corregida a 6000 pies

$$Phc (6000 \text{ pies}) = 10,4 \text{ lpg} \times 6000 \text{ pies} \times 0,052 \times 1,125 = 3650,40 \text{ psi}$$

De tablas elijo cañería N-80, 23 lb/pie Resist. Colapso= 3830 psi
espesor= 0,317 pulg. Diam. Interior= 6,36 pulg.

Para calcular la disminución de la resistencia al colapso debido a la tracción, debo considerar el peso de la cañería colgada por debajo de los 6000 pies

$$\text{Peso C-75} = 29 \text{ lb/pie} \times 4500 \text{ pies} = 130500 \text{ lbs}$$

$$\text{Peso N-80} = 23 \text{ lb/pie} \times 6000 \text{ pies} = 138000 \text{ lbs}$$

$$\text{Peso total} = (130500 + 138000) \text{ lbs} = 268500 \text{ lbs}$$

$$\text{Esfuerzo de tracción} = \text{Peso/Area} = 268500 \text{ lbs} / 3,14 \cdot (7^2 - 6,36^2) / 4$$
$$\text{Esfuerzo de Tracción} = 40375 \text{ lbs/pulg}^2$$

La tensión de fluencia para cañería N-80 según tablas= 80000 lbs/pulg²

Calculamos $X(\%) = \text{Tensión de Tracción/Tensión Fluencia}$

$$X(\%) = 40375 \text{ psi} / 80000 \text{ psi} = 0,50$$

Del gráfico de la elipse de Inercia $Y(\%) = 0,64$

El esfuerzo de colapso en superficie es Resist. Colapso sin tracción x $Y(\%)$

$$\text{Esfuerzo colapso con tracción} = 3830 \text{ psi} \times 0,64 = 2451 \text{ psi}$$

2- Tracción

Para la cañería C-75 el esfuerzo de tracción en el tubo es, según tablas:
634000 lbs

La tracción en la cupla es: 562000 lbs

El esfuerzo de tracción, considerando la longitud total de cañería suspendida en el aire es:

$$29 \text{ lb/pie} \times 4500 \text{ pies} = 130500 \text{ lbs}$$

Para calcular el coeficiente de seguridad real, debemos considerar el menor esfuerzo de tracción en el cuerpo o en la cupla de la cañería en cuestión. Para este caso, es menor el esfuerzo en la cupla, y este será utilizado en los cálculos

Coefficiente de tracción real= $562000 \text{ lbs}/130500 \text{ lbs}= 4,30 > 1,80$

El factor de seguridad real es mayor al adoptado, por lo tanto la cañería verifica.

Verificaremos ahora el factor de seguridad para la cañería seleccionada en la parte superior , de 0- 6000 pies, de acuerdo a la selección hecha al colapso

La cañería es N-80 23 lb/pie

De tablas: Tracción en el tubo: 532000 lbs
Tracción en la cupla: 442000 lbs

Esfuerzo de tracción (0-6000 pies)= $23 \text{ lb/pie} \times 6000 \text{ pies}= 138000 \text{ lbs}$

Considerando que esta cañería debe soportar el esfuerzo de la cañería C-75 colgada por debajo de ella, debemos sumar también su peso

Esfuerzo total: $(138000 + 130500) \text{ lbs}= 268500 \text{ lbs}$

Factor de seguridad real= $442000 \text{ lbs}/ 268500 \text{ lbs}= 1,64$

El factor de seguridad real es inferior al requerido, por lo tanto debemos recalcular el diseño de nuestra entubación

Ante esta alternativa, podemos tomar dos opciones:

- 1- Elegir una cañería del mismo espesor que la seleccionada anteriormente (23 lb/pie para este caso) pero de un grado de acero mayor, por lo cual aumenta su resistencia a la tracción
- 2- Dejar la cañería del mismo grado de acero seleccionado anteriormente (N-80 para este caso) y elegir un peso por unidad de longitud (libraje) de cañería mayor al seleccionado anteriormente, de tal modo de incrementar el esfuerzo de tracción

Nos inclinamos por la alternativa N° 1 , y elijo una cañería C-95, de 505000 lbs de resistencia a la tracción en la cupla, resistencia al colapso 4140 psi

El factor de seguridad real es = $505000 \text{ lbs}/268000 \text{ lbs}= 1,88 > 1,80$

El factor de seguridad real ahora es mayor al de diseño, y por lo tanto verifica

Verificación de la resistencia al colapso real en 6000 pies

1- Cañería N-80 23 #/pie

$X\% = ((\text{Peso C-75 } 29\#/ \text{pie}) / \text{Area N-80}) / \text{Tensión traccion N-80}$

$$X\% = ((130500 \text{ \#/}6,71 \text{ pulg}^2) / 80000 \text{ psi}) = 0,243$$

Y% de elipse es 0,86

Colapso real N-80 @ 6000 pies = 3830 psi x 0,86 = 3293,80 psi es menor a 3650 psi de Phc NO VERIFICA

2- Cañería C-95 23 #/pie

$$X\% = ((130500 \text{ \#/} 6,71 \text{ pulg}^2) / 95000 \text{ psi}) = 0,20$$

Y % es de elipse 0,88 %

Colapso real C-95 @ 6000 pies = 4140 psi x 0,88 = 3643,20 psi casi igual a 3650 psi de Phc considero QUE VERIFICA (solo hay 6,8 psi de diferencia). Aplico CRITERIO

Es necesario aclarar que en cualquiera de las dos opciones antes planteadas, estaríamos sobredimensionando aún más la resistencia al colapso calculado para las cañerías originalmente calculadas

Además de ello, debo aclarar que este cálculo realizado es en un caso o "situación" especial, en el cual tenemos la total libertad para elegir las cañerías necesarias y que satisfagan las necesidades de resistencias planteadas en este ejercicio, y efectuar su compra

Pero en el caso que tengamos cañerías en existencia en el pañol o depósito, deberemos cotejar las propiedades mecánicas de las cañerías existentes versus cálculos que realicemos para el pozo en cuestión, según los lineamientos vistos en este ejercicio

Por lo tanto deberemos recalcular y verificar las diferentes variables que intervienen en el diseño y cálculo de las cañerías de entubación de los pozos petroleros

DISEÑO DE ENTUBACION FINAL PROPUESTO

- De 10500 pies a 6000 pies bbp

Cañería de 7 " 29#/pie C-75 rosca redonda (8RD) larga

- De 6000 pies a superficie

Cañería de 7" 23#/pie C-95 rosca redonda (8RD) larga

Especificaciones de casing

TUBOS PETROLEROS RESUMEN DE ESPECIFICACIONES													
Diám. (Pulg.) (mm)	Peso (lbs/pie)	D.Int. (Pulg) (mm)	Area (mm²)	Capa- cidad (lt/m)	Cupla D.Ext. (pulg) (mm)	Unión E.Line (pulg) (mm)	Grado de Acero	Presión Interna (lbs./pulg²)	Presión de Colapso (lbs/pulg²)	Tracción			
										de la cupla			del Cuerpo 1000 lbs
										Corta	Larga	Butress	
										x 1000 lbs			
4,5 114,30	10,50	4,052 102,9	1941	8,31	5 127,00	-	J 55 K 55	4790 4790	4010 4010	132,00 146,00	-	203,00 249,00	165,00 165,00
	11,60	4 101,6	2154	8,17	5 127,00	-	J 55 K 55	5350 5350	4960 4960	154,00 170,00	162,00 180,00	225,00 277,00	184,00 184,00
	13,50	3,92 99,6	2475	7,78	5,00 127,00	-	N 80 P 110	9020 12410	8540 10680	-	270,00 338,00	349,00 443,00	307,00 422,00
5 127,00	13,00	4,494 114,1	2434	10,21	5,56 141,30	-	J-55 K 55	4870 4870	4140 4140	169,00 186,00	182,00 201,00	252,00 309,00	208,00 208,00
	15,00	4,408 112,0	2822	9,85	5,563 141,30	5,36 136,10	J-55 K 55 N 80 P 110	5700 5700 8290 11400	5560 5560 7250 8850	207,00 228,00	223,00 246,00	293,00 359,00 396,00 503,00	241,00 241,00 350,00 481,00
	18,00	4,276 108,60	3403	9,33	5,563 141,30	5,36 136,10	N 80 P 110	10140 13940	10500 13470	-	396,00 495,00	477,00 606,00	422,00 580,00
5.1/2 139,70	15,50	4,95 125,70	2912	12,40	6,05 153,70	5,86 148,80	K 55 N 80 P 110	4810,00 -	4040 -	222,00 -	239,00 -	366,00 -	248,00 -
	17,00	4,892 124,30	3201	12,12	6,05 153,7	5,86 148,80	K 55 N 80 P 110	5320,00 7740,00 10640,00	4910 6280 7480	252,00 -	272,00 348,00 445,00	402,00 424,00 530,00	273,00 397,00 546,00
	20,00	4,778 121,40	3760	11,58	6,05 153,7	5,86 148,8	K 55 N 80 P 110	- 9190,00 12640,00	- 8830 11100	- -	- 428,00 548,00	- 524,00 667,00	- 466,00 641,00
7,00 177,80	20,00	6,45 164,00	3709	21,12	7,65 194,50	-	K 55 N 80 P 110	3740,00 -	2270 -	254,00 -	-	-	316,00 -
	23,00	6,36 161,70	4293	20,55	7,65 194,50	7,39 187,70	K 55 N 80 P 110	4360,00 6340,00 -	3270 3830 -	309,00 -	341,00 442,00 -	522,00 588,00 -	366,00 532,00 -
	26,00	6,27 159,40	4870	19,97	7,65 194,50	7,39 187,70	K 55 N 80 P 110	4980,00 7240,00 9960,00	4320 5410 6230	364,00 -	401,00 519,00 693,00	592,00 667,00 853,00	415,00 604,00 830,00
	29,00	6,18 157,10	5451	19,40	7,65 194,50	7,39 187,70	K 55 N 80 P 110	- 8160,00 11220,00	- 7020 8530	-	- 597,00 797,00	- 746,00 955,00	- 676,00 929,00
9.5/8 244,50	32,30	9,00 228,70	5889	41,06	10,62 269,90	-	H 40 -	2270,00 -	1370 -	254,00	-	-	365,00
	36,00	8,92 226,60	6615	40,30	10,62 269,90	-	H 40 K 55	2560,00 3520,00	1720 2020	294,00 423,00	- 489,00	- 755,00	410,00 564,00
	40,00	8,83 224,40	7390	39,50	10,62 269,90	-	K 55 N 80	3950,00 5750,00	2570 3090	486,00 -	561,00 737,00	843,00 979,00	630,00 916,00
	43,50	8,75 222,40	8103	38,80	10,62 269,90	-	N 80 P 110	6330,00 8700,00	3810 4420	-	825,00 1106,00	1074,00 1388,00	1005,00 1381,00
13.3/8 273,10	48,00	12,72 323,00	8725	81,89	14,37 365,10	-	H 40 -	1730,00 -	403 -	352,00	-	-	
	54,50	12,61 320,40	10009	80,60	14,37 365,10	-	J 55	2730,00	610	545,00	-	-	
	61,00	12,51 317,90	11282	79,33	14,37 365,10	-	J 55	3090,00	905	620,00			