

EL CABLE DE ACERO EN PERFORACION, CRITERIOS PARA UN MEJOR APROVECHAMIENTO

Ing. José Pich

Antecedentes

Del análisis de los partes de perforación y de registros de cables de diferentes equipos e incluso de equipos pertenecientes a una misma empresa perforadora, se desprende que los cortes de cable se realizan con un criterio no uniforme en lo que hace al número de TN-Km a extraer de cada tramo cortado y tampoco se tiene en cuenta la longitud del cable remanente en el carretel para determinar los metros de cable a cortar en cada ocasión.

La tendencia moderna para obtener un máximo aprovechamiento del cable se basa precisamente en estos dos conceptos:

1. Determinar experimentalmente, o sea en el campo de operación, el número máximo de TN-Km compatible con el buen estado del cable.
2. Efectuar los cortes teniendo en cuenta la longitud del cable remanente en el carretel.

Análisis

1. TN-Km

En la realización de un programa de corte basado en las TN-Km de trabajo realizado por el cable, es necesario determinar previamente este dato para nuestro cable, se trata de un valor muy variable y podemos adoptar algunos criterios para su mejor evaluación.

- A) Existe una tabla de valores consagrado por la experiencia que nos pueden dar un punto de partida para iniciar el cálculo. Esta tabla está confeccionada con factor de servicio de 5.

Diámetro Cable	TN-Km entre cortes por cada metro cortado de cable
1" (25.4 mm)	42
1 1/8" (28.57 mm)	63
1 1/4" (31.75 mm)	84
1 3/8" (34.92 mm)	105
1 1/2" (38.1 mm)	126

Observando la tabla vemos que las TN-Km extraíbles van aumentando con el diámetro del cable desde 42 a 126 TN-Km/m. para los diámetros usuales del cable de perforación.

Ahora bien, considerando que no es usual cambiarle el cable a un equipo perforador, preparado por ejemplo para perforar a 5.000 m., cuando va a perforar a 3.000 m., es evidente que el factor de servicio se habrá incrementado en estas últimas condiciones por lo que será conveniente modificar el valor de las TN-Km adoptadas para el mismo diámetro de cable. Esto se puede realizar utilizando la siguiente tabla de valores.

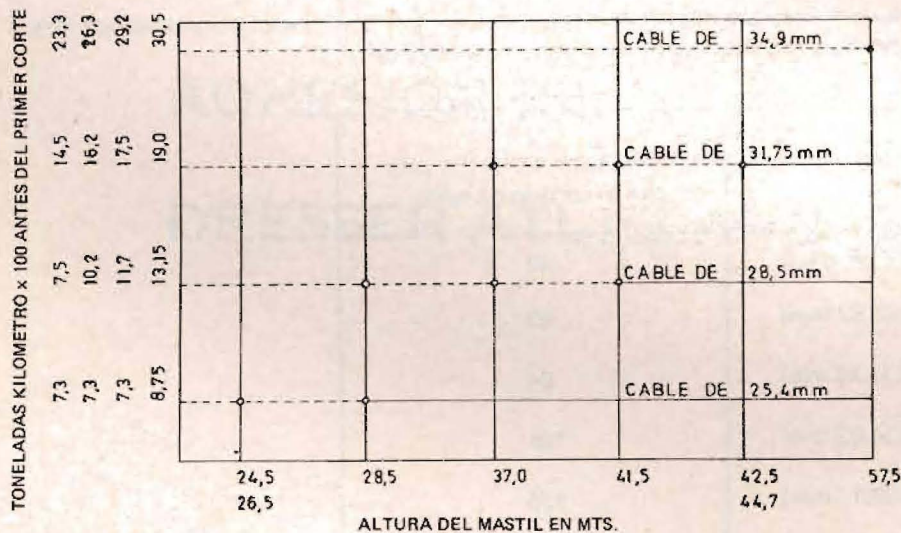
Factor Servicio	o/o Servicio Normal	TN-Km recomendadas entre cortes para diferentes F. S.
9	148 o/o	1,48 x ... =
8	139 o/o	1,39 x ... =
7	128 o/o	1,28 x ... =
6	115 o/o	1,15 x ... =
5	100 o/o	1 x ... =
4	81 o/o	0,81 x ... =
3	58 o/o	0,58 x ... =
2	32 o/o	0,32 x ... =

Acontece también que se le exige al equipo a veces un extra en lo que a capacidad del cable respecta, en estos casos habrá que proceder a la inversa, es decir, reducir el trabajo realizado por el cable entre cortes.

Queremos recalcar que estos dos datos extraídos de tablas y de la experiencia no podrán nunca reemplazar los datos que nos puedan brindar la observación directa visual de nuestro cable y sobre todo de los resultados del mismo, que nosotros podremos extraer de los registros de cables bien llevados.

- B) Otro elemento que podemos utilizar como base para la determinación de TN-Km del cable es el Gráfico N° 1, (Normas API RP 9B, para el cuidado, aplicación y uso del cable de acero para servicio petrolero).

Gráfico N° 1



En este gráfico encontramos relaciones entre TN-Km, altura del mástil y tamaño del cable, además se consideran valores diferentes para diferentes zonas, con características definidas que podemos asimilar a nuestras zonas de trabajo.

Habiendo ya determinado por algunas de las maneras señaladas las TN-Km a extraer de nuestro cable, pasamos a considerar el tema de los cortes.

2. Cortes de Cable

La longitud de cable a cortar se determina mediante una fórmula que toma en cuenta no sólo el trabajo del cable sino también la longitud del cable remanente en el carretel.

$$L_C [M] = \text{Longitud de corte} = \frac{L_R \times TN_1}{TN_2} \quad (1)$$

Donde:

L_R = Longitud del cable remanente en el carretel [M]

TN_1 = TN-Km extraíbles entre cortes.

TN_2 = TN-Km total a extraer a todo el cable de la bobina.

A los efectos de aclarar esta fórmula, sus aplicaciones y cómo se determinan los parámetros en ella intervinientes, consideraremos el siguiente ejemplo: equipo National 55, operando en zona de Cerro Dragón, Comodoro Rivadavia.

Capacidad perforante: 3.500m.

Diámetro de cable: 1 1/8".

Dimensiones del tambor: Diámetro: 22".

Largo: 49"

Altura del mástil: 140 FT

Secuencia del cálculo:

1. De A) y B) obtenemos para nuestro equipo 63 TN-Km/m.
2. La longitud de cable necesaria para bobinar el equipo se saca del número de líneas del aparejo, y de las distancias de la corona al tambor y al punto muerto (ver Gráfico No. 2). Para nuestro equipo 396 m. la llamamos L_1 .

L_T longitud total del cable en la bobina 1200 m.

La longitud remanente será la diferencia entre estos dos valores, o sea:

$$L_R = L_T - L_1 = 1.220 - 396 = 824 \text{ m.}$$

3. $TN_1 = TN \cdot Km$ a extraer entre cortes.

De tabla 1 sacamos longitud recomendada de corte en función de altura del equipo.

$$L_C = 26 \text{ m.}$$

$$\text{Para } 63 \text{ TN-Km/m, } TN_1 = 26 \times 63 = 1.638 \text{ TN} \cdot \text{Km.}$$

Este sería el valor de corte si no consideramos la longitud de cable remanente, pero como queremos considerarla, L_C se verá reducida y su valor saldrá de la fórmula (1).

4. $TN_2 = TN$ -Km a extraer del total del cable, o sea:

$$L_T = 1.220 \text{ m.}$$

$$TN\text{-Km/m} = 63$$

$$TN_2 = 1.220 \times 63 = 76.860 \text{ TN-Km.}$$

De acuerdo a Norma API, RP 9B este valor conviene reducirlo en un 10% o. Para cables de hasta 1 1/8" de diámetro en los sucesivos cortes a excepción del primero:

$$TN_2 = 0.9 \times 76.860 = 69.174 \text{ TN-Km.}$$

5. Con los valores hallados podemos aplicar la fórmula (1):

$$L_C = \frac{L_R \times TN_1}{TN_2} = \frac{824 \times 1.638}{69.174} = 20 \text{ m}$$

Con esta longitud de corte tentativa hallada, se deben tomar en consideración los siguientes factores para hallar la longitud de corte correcta.

A. Puntos de carga en el diagrama de devanado.

B. Diámetro del tambor y puntos de cruce.

Se debe cuidar que los puntos de cruce y carga no se repitan. Esto se puede lograr evitando que los cortes sean múltiplos de la circunferencia del tambor o de los puntos de carga.

Se efectúa una verificación de la longitud de corte y en caso de ser múltiplo del perímetro del tambor, se le agrega media vuelta o un cuarto de vuelta más, dependiendo de si el tambor es del tipo ranurado simple o del tipo ranurado contrabalanceado.

En nuestro ejemplo:

Perímetro tambor: 1.75 m.

Longitud de corte: 20 m.

Nº de vueltas a cortar: $20/1.75 = 11.4$, o sea estamos bien por tratarse de un número no entero y además tiene aproximadamente media vuelta más, correspondiente al caso de tambor ranurado simple.

Programa de deslizamiento

Es práctica común en los equipos de perforación, efectuar deslizamientos del cable antes de cortarlo. Para poder efectuar el deslizamiento es necesario que se haya introducido en el tambor una cantidad adicional de cable respecto de la necesaria para bobinar el equipo.

Cuando se efectúa deslizamiento, los puntos críticos de desgaste y los puntos de cruce en el tambor se deslizan en el sistema, dando lugar a otras partes del cable que sufran desgaste, lográndose de esta manera que el desgaste y fatiga se distribuyan en forma pareja y evitando que un trozo relativamente corto del cable quede deteriorado frente al resto del cable nuevo.

La necesidad del deslizamiento se acentúa en la perforación profunda, la perforación en terrenos duros, cuando hay vibración y en perforación dirigida. Si por ejemplo queremos efectuar dos deslizamientos entre cortes, dividimos tanto las TN-Km y la longitud de corte por 3.

$$L_c/3 = 20/3 = 7m.$$

$$TN\text{-Km}/3 = 1.638/3 = 546 TN\text{-Km}$$

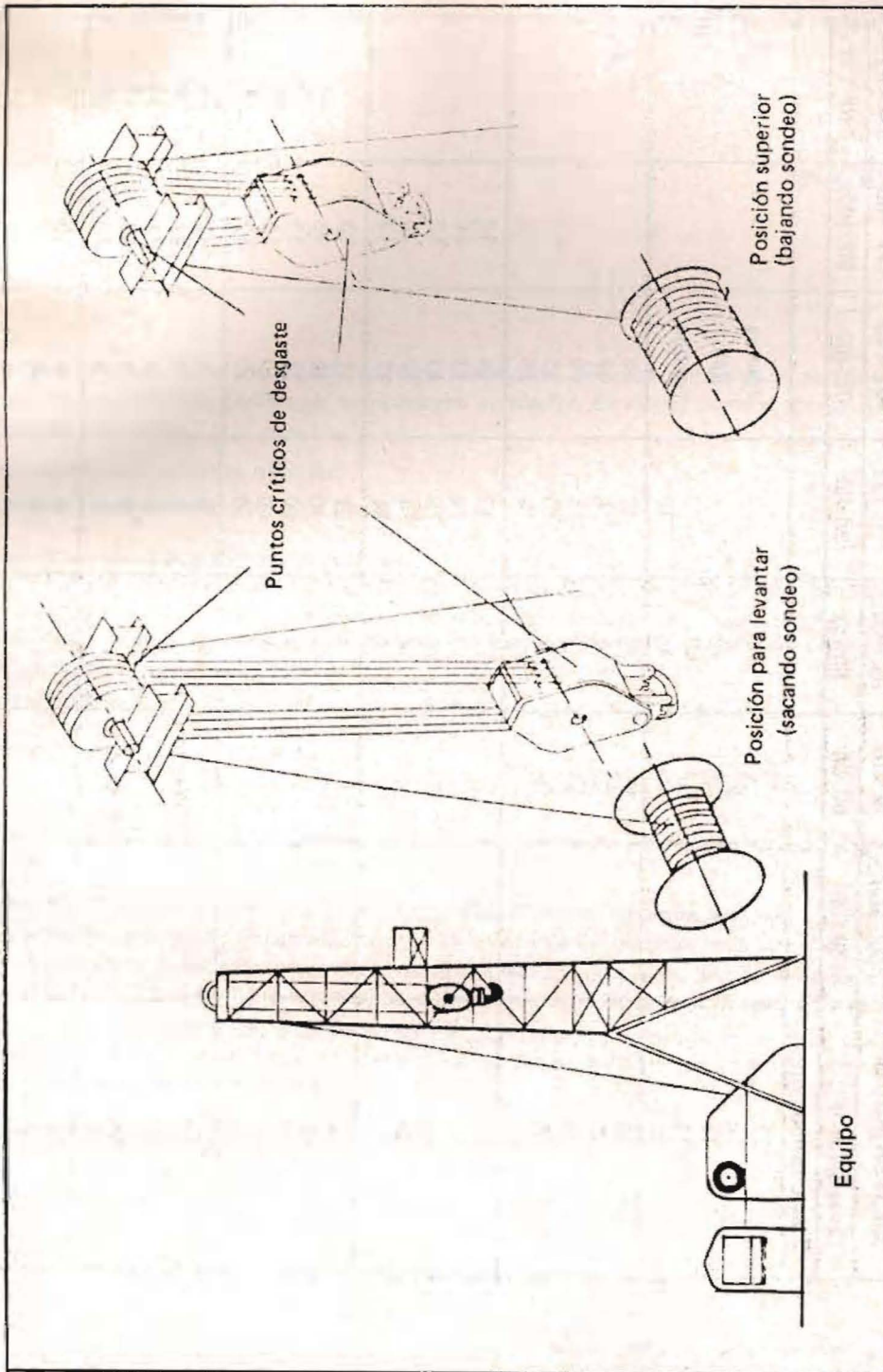
Esto significa que correremos el cable 7m. cuando tenga 550 TN-Km, correremos otros 7m. cuando tenga 1.100 TN-Km, correremos otros 7m. más y efectuaremos el corte cuando tenga 1.650 TN-Km.

Utilizando este método los puntos del cruce del cable se mueven en forma correcta y los puntos de desgaste en el block y corona se cambian con mayor frecuencia.

Aclaremos que los puntos de cruce son los puntos donde se produce la monta de una hilera de cable sobre la anterior en el extremo del tambor. Cuando se manejan cargas muy pesadas, este encimamiento produce un severo desgaste y tendencia al desmenbramiento del cable en dichos puntos.

Los puntos críticos se derivan de lo siguiente: las cargas más pesadas se tienen en el cable en el momento de sacar las cuñas, tanto bajando o sacando sondeo. Como la posición relativa del cable respecto a las poleas de la corona y del aparejo viajero es la misma en la subida y la bajada (ver Gráfico Nº 2), en consecuencia tendremos un severo desgaste en estos puntos donde el cable está en contacto con las poleas en el instante que las cargas son aplicadas en forma casi instantánea al sacar las cuñas (carga dinámica).

Gráfico N° 2



Conclusión

Estos criterios fueron aplicados a un total de siete equipos de perforación de características similares al del ejemplo, operando en zonas de Cañadón Seco (Santa Cruz) y Comodoro Rivadavia (Chubut), lográndose disminuir los costos del cable en un promedio del 15% anual.

TABLA Nº 1

Longitudes de corte recomendadas

Altura del mástil (Ft)	66': Menor		67'-90'		91'- 110'		111'-132'		133'-140'		141'-160'		160 Mayor	
	34'-40'		50'-60'		60'-70'		70'-80'		75'-85'		90'-100'		110'-120'	
Corte aprox.(Ft)														
Díam. tambor. (In)														
11	12	17							Vueltas del tambor					
12	11	16	18											
13	10	14	17	18										
14	10	13	16	18										
15	9	13	16	18										
16		12	15	17										
17		12	14	16										
18		11	13	15										
19		11	13	15										
20		11	12	14										
21			12	13							18			
22			11	12							17			
23			10	12							16			
24			10	12							15			
25			9	11							15			
26			9	11							14			
27			9	10							13			
28			8	10							13			16
29			8	9							13			15
30			8	9							12			15
31			8	9							12			14
32			8	9							11			14
33				8							11			13
34				8							11			13
35				8							10			13
36				8							10			12
37				8							10			12
38				7							9			12
39				7							9			11
40				7							9			11