

PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO ACELERADO PARA INGENIEROS SUPERVISORES DE POZO



Schlumberger

Sección 9. Selección y Evaluación de Barrenas



9. Selección y Evaluación de Barrenas

Introducción

La selección de las barrenas de perforación es crucial para el éxito del proceso de perforación

Para una correcta selección se deben conocer los diferentes tipos de barrenas disponibles y sus mecanismos de corte en las rocas

Se deben conocer también los parámetros operacionales adecuados para cada tipo de barrena que logren su rendimiento óptimo

La IADC ha desarrollado códigos para la denominación de los diferentes tipos de barrena de acuerdo con sus aplicaciones

El desgaste de las barrenas se debe evaluar de acuerdo con el código IADC para calificación de barrenas

9. Selección y Evaluación de Barrenas

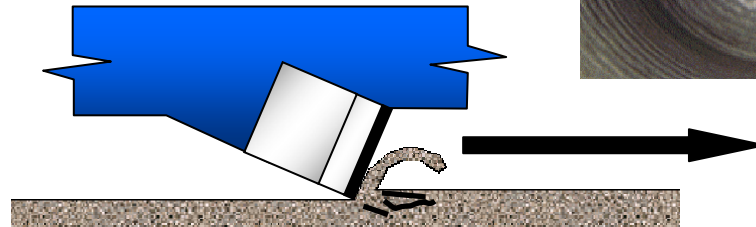
9.1. Mecanismos de corte de las barrenas

9. Selección y Evaluación de Barrenas

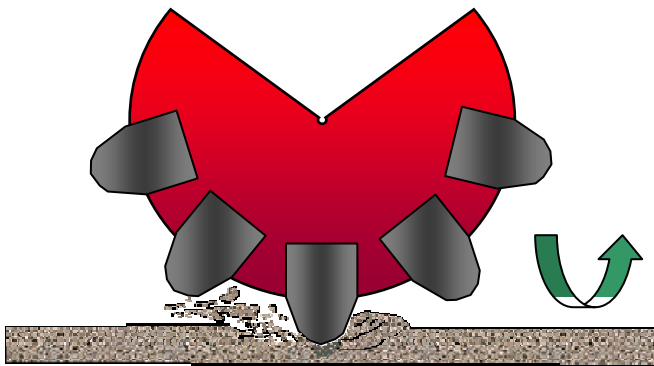
9.1. Mecanismos de corte de las barrenas Esfuerzos de falla en las rocas

- Falla por esfuerzo cortante

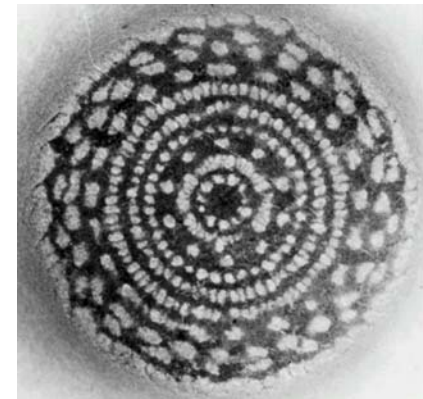
Barrena PDC
ESFUERZO CORTANTE CONTINUO



- Falla por esfuerzo de compresión



BARRENA DE CONO DE RODILLOS
COMPRESIÓN CÍCLICA

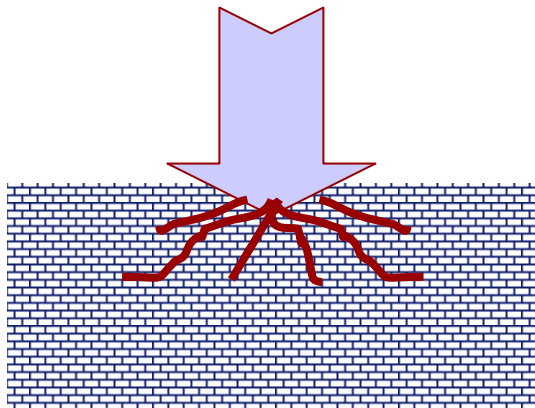


9. Selección y Evaluación de Barrenas

9.1. Mecanismos de corte de las barrenas Esfuerzos de falla en las rocas

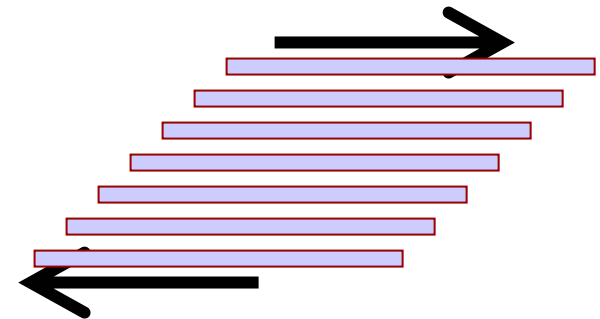
Relación entre Resistencia a Esfuerzos Cortantes y Resistencia a Esfuerzos de Compresión

ESFUERZO DE COMPRESIÓN



$$= 2 \times$$

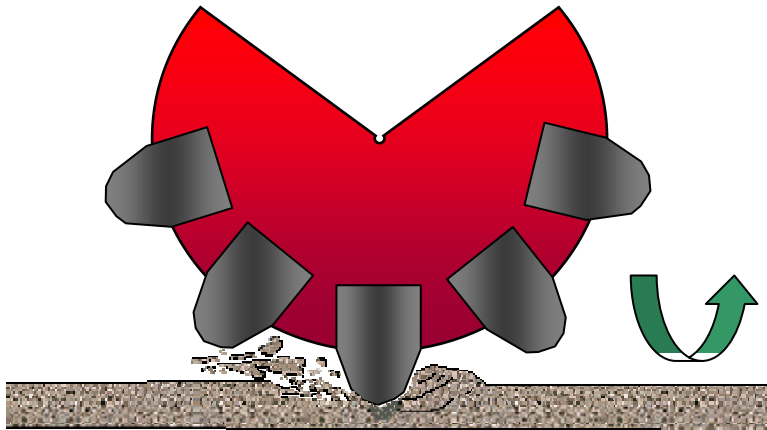
ESFUERZO CORTANTE



9. Selección y Evaluación de Barrenas

9.1. Mecanismos de corte de las barrenas Esfuerzos de falla en las rocas

- **Mecanismos de Perforación**
- **Falla a Esfuerzos de Compresión**

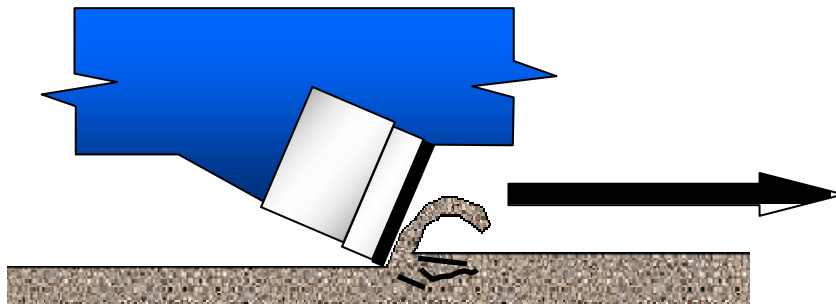


9. Selección y Evaluación de Barrenas

9.1. Mecanismos de corte de las barrenas Esfuerzos de falla en las rocas

- Mecanismos de Perforación
- Falla a Esfuerzo Cortante

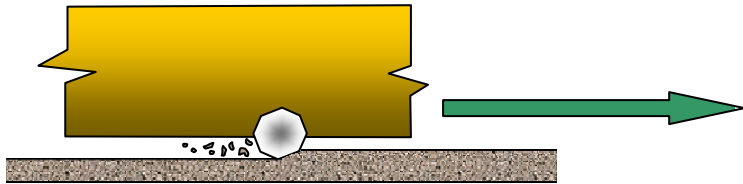
BARRENA PDC
ESFUERZO CORTANTE CONTINUO



9. Selección y Evaluación de Barrenas

9.1. Mecanismos de corte de las barrenas Esfuerzos de falla en las rocas

- **Mecanismos de Perforación**
- **Falla por Esfuerzo Cortante / Esfuerzo por Compresión**



DIAMANTE NATURAL
O BARRENA IMPREGNADA
TRITURAMIENTO Y ABRASIÓN
CONTINUOS



9. Selección y Evaluación de Barrenas

9.1. Mecanismos de corte de las barrenas Esfuerzos de falla en las rocas

Mecanismo de Perforación Vs. Tipo de Barrena

Rayado y raspado	Cono Dentado
Cincelado y Triturado	Inserto
Cizallamiento	PDC
Surcos	Diamante Natural
Molienda	Diamante Impregnado

9. Selección y Evaluación de Barrenas

9.2 Clasificación IADC de las Barrenas

9. Selección y Evaluación de Barrenas

9.2. Clasificación IADC – Barrenas Tricónicas

5 17 G

Serie de Estructura de Corte

STEEL TOOTH BITS	Soft Formations with Low Compressive Strength and High Drillability	1
	Medium to Medium Hard Formations with High Compressive Strength	2
	Hard Semi-Abrasive and Abrasive Formations	3
INSERT BITS	Soft Formations with Low Compressive Strength and High Drillability	4
	Soft to Medium Formations with Low Compressive Strength	5
	Medium Hard Formations with High Compressive Strength	6
	Hard Semi-Abrasive and Abrasive Formations	7
	Extremely Hard and Abrasive Formations	8

Tipo de Estructura de Corte (1 a 4)

1 se refiere a la formación más blanda en una serie particular y 4 se refiere a la formación más dura dentro de la misma serie.

Descripción de Cojinetes

Standard Roller Bearing	1
Roller Bearing Air Cooled	2
Roller Bearing Gauge Protected	3
Sealed Roller Bearing	4
Sealed Roller Brg - Gauge Protected	5
Sealed Friction Bearing	6
Sealed Frction Brg Gauge Protected	7

Características Disponibles (Opcional)

A - Air Application
B - Special Bearing Seal
C - Center Jet
D - Deviation Control
E - Extended Nozzles
G - Gauge/Body Protection
H - Horizontal Steering Appl.
J - Jet Deflection
L - Lug Pads
M - Motor Application
S - Standard Steel Tooth
T - Two Cone Bit
W - Enhanced Cutting Structure
X - Predominantly Chisel Tooth Insert
Y - Conical Tooth Insert
Z - Other Shape Insert



8-1/2" EHP 51

Ref: SPE 23937 El Sistema de Clasificación de Barrenas de Rodillos de la IADC

Cortesía de **REED Hycalog**
A Grant Prideco Company

9. Selección y Evaluación de Barrenas

9.2 Clasificación IADC – Barrenas de Cortador Fijo



12-1/4" DS66H

M432

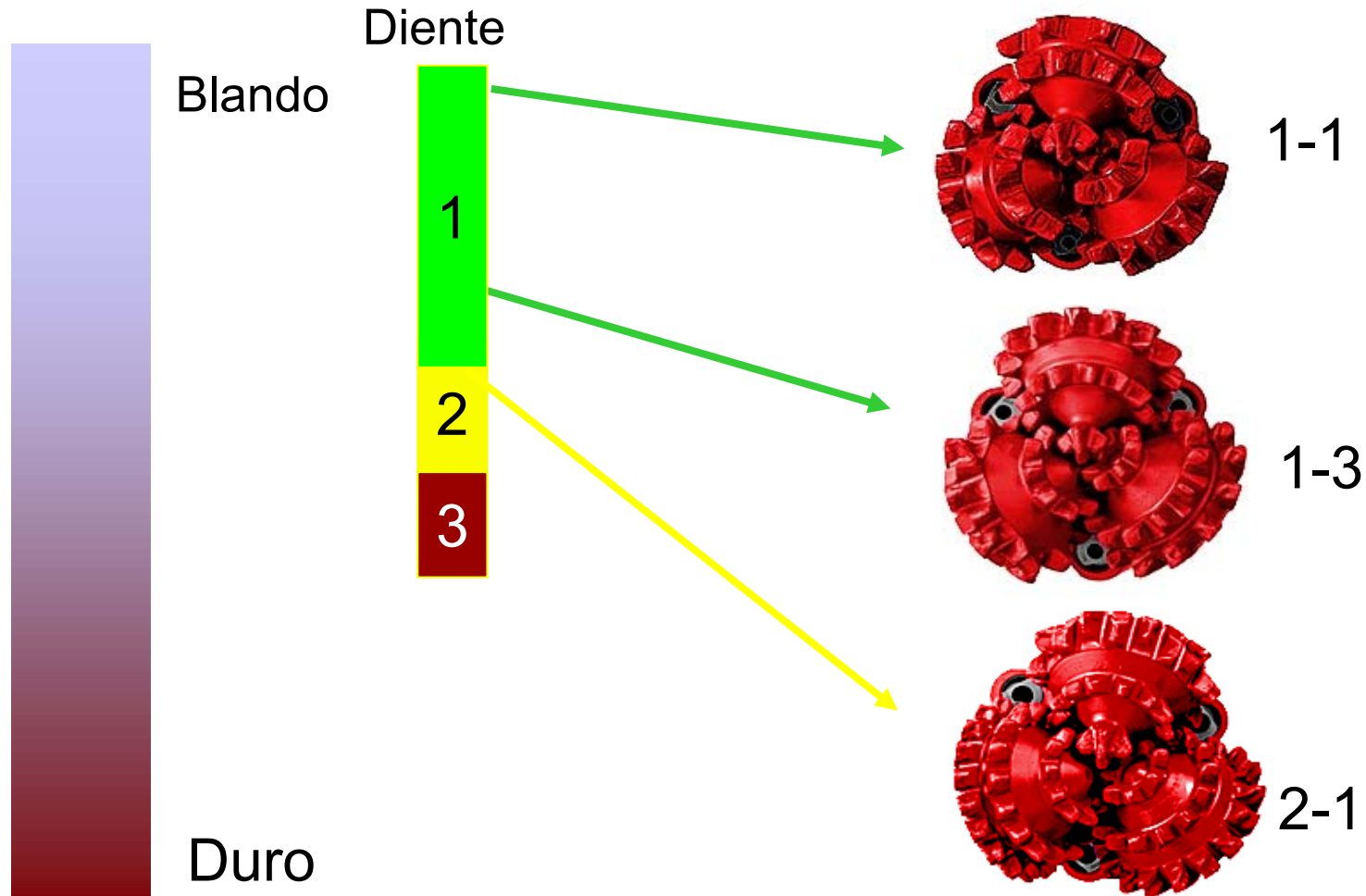
- **Material del Cuerpo** Acero o Matriz.
- **Densidad del Cortador** PDC: 1 a 4, barrenas de diamante: 6 a 8 (mientras menor sea la cantidad, más ligera será la barrena).
- **Tamaño de Cortador / Tipo** para cortador PDC, 1 indica >24 mm, 2 está entre 14 y 24 mm, 3 está entre 8 y 14 mm y 4 es más pequeño que 8. Para barrenas de diamante, 1 representa diamante natural, 2 es para TSP, 3 es una combinación de diamante natural y TSP y 4 es para impregnada.
- **Perfil.** El último dígito indica el estilo general del cuerpo y varía desde 1 (perfil plano) a 4 (estilo de turbina con flancos largos).

Los códigos IADC para cortador fijo únicamente tienen la intención de ser un medio para caracterizar el aspecto físico general de las barrenas de cortador fijo. A diferencia de la clasificación IADC para las barrenas de rodillos, estos códigos no representan una guía para la aplicación.

Ref: SPE 23940 Desarrollo de un nuevo sistema de clasificación de barrenas de cortador fijo de la IADC.

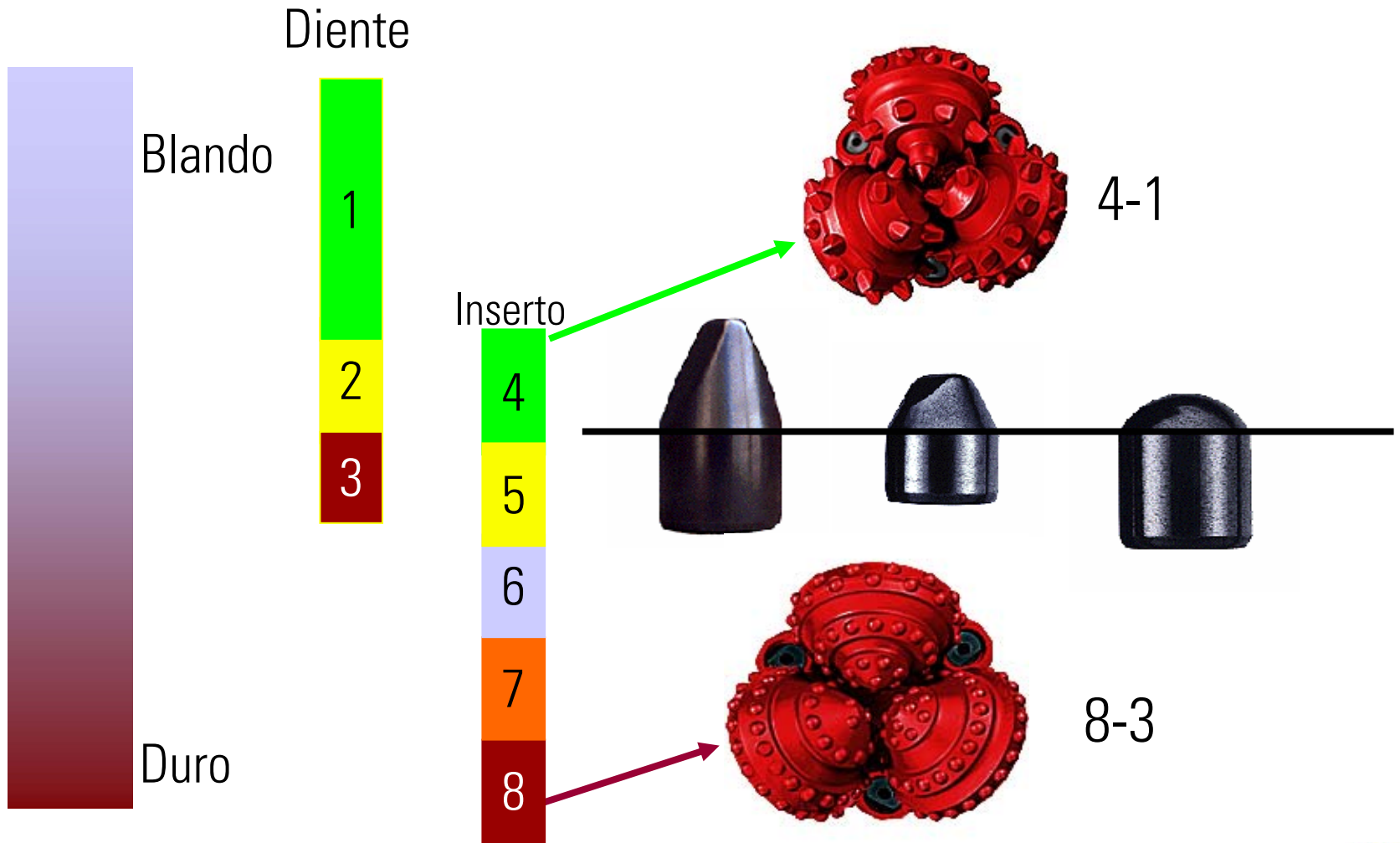
9. Selección y Evaluación de Barrenas

- Códigos IADC para clasificación de Barrenas



9. Selección y Evaluación de Barrenas

- Códigos IADC para clasificación de Barrenas



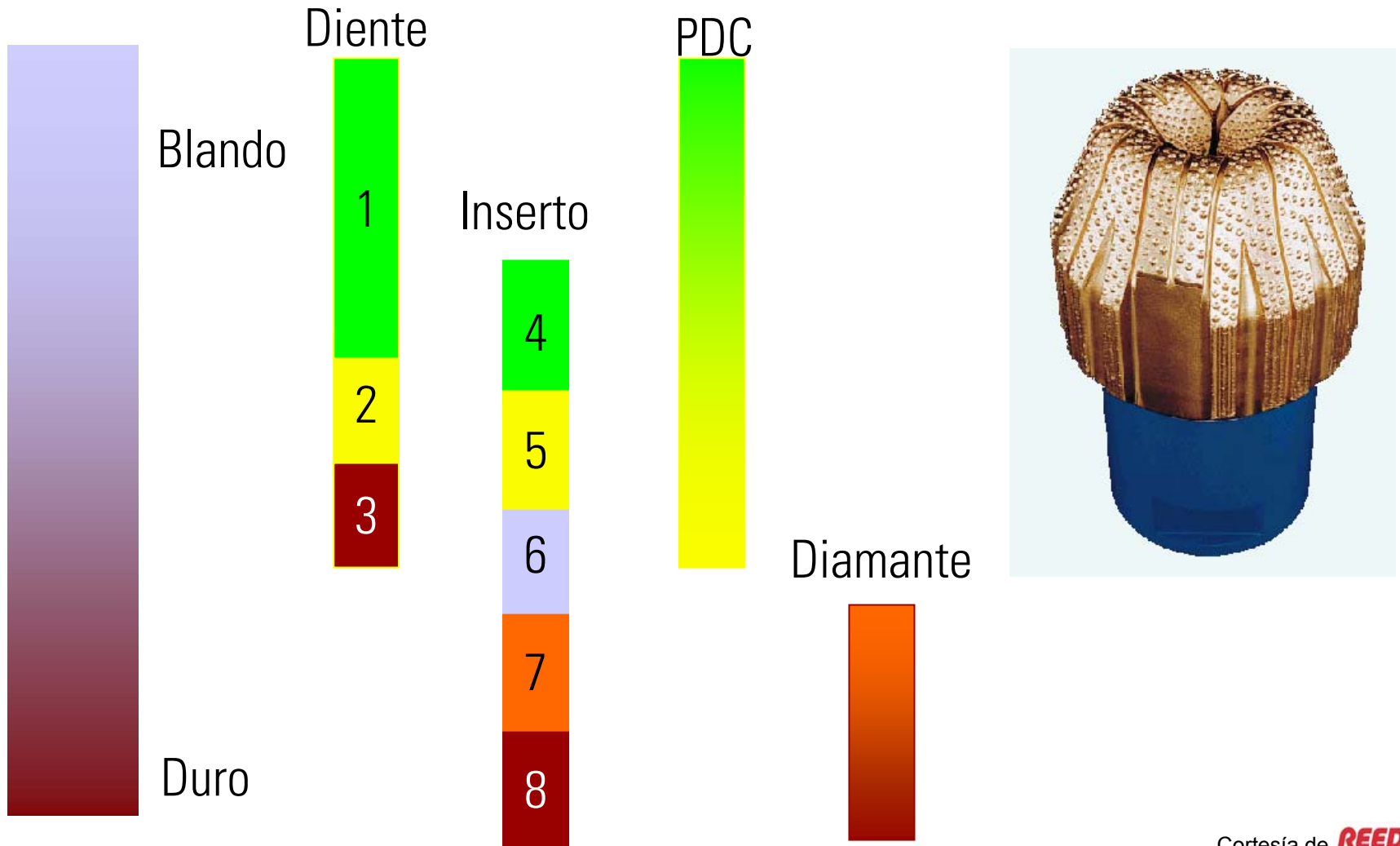
9. Selección y Evaluación de Barrenas

- Códigos IADC para clasificación de Barrenas



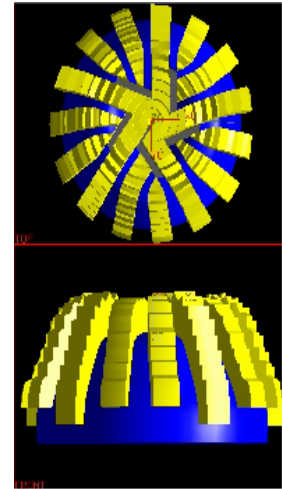
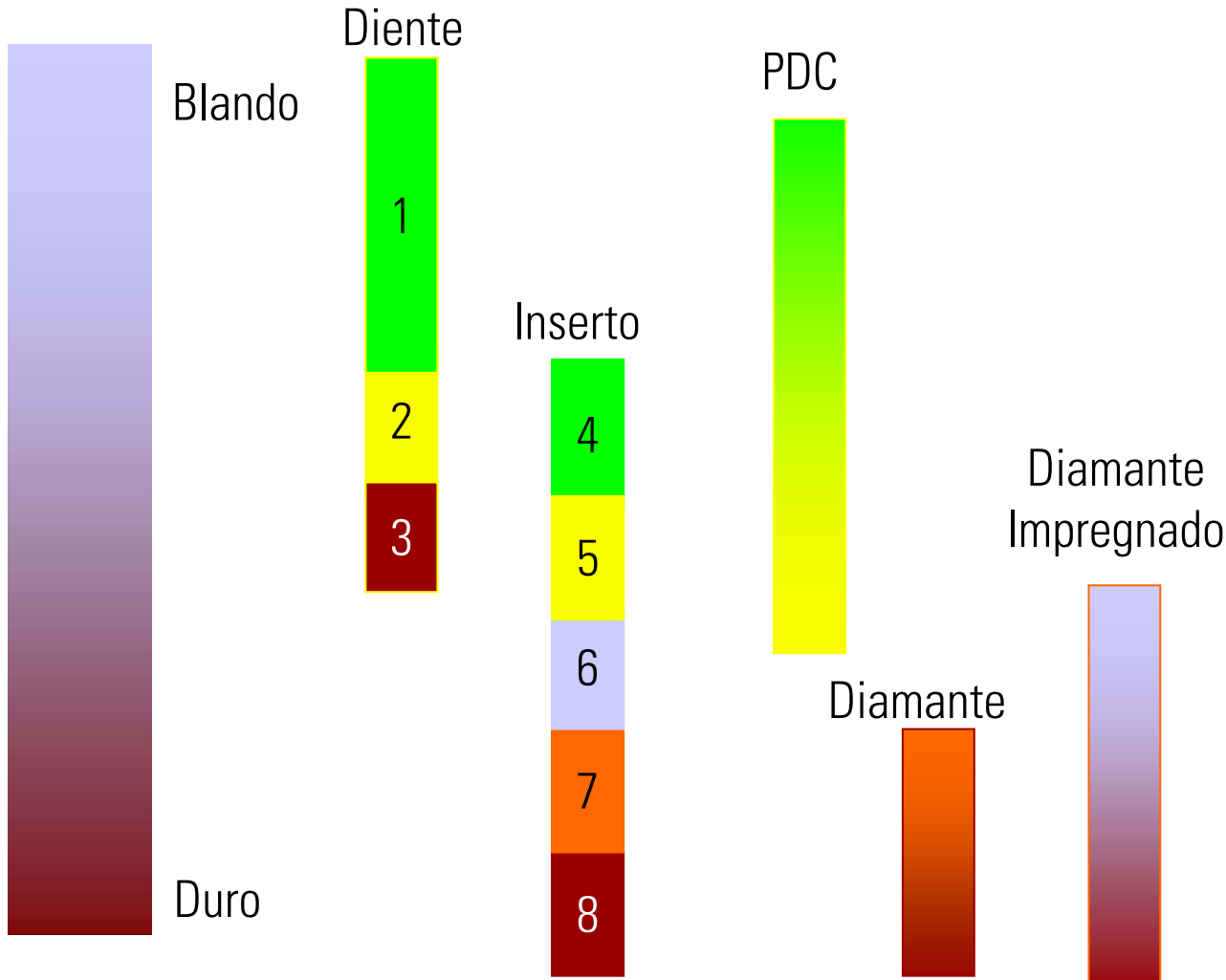
9. Selección y Evaluación de Barrenas

- Códigos IADC para clasificación de Barrenas



9. Selección y Evaluación de Barrenas

- Códigos IADC para clasificación de Barrenas



9. Selección y Evaluación de Barrenas

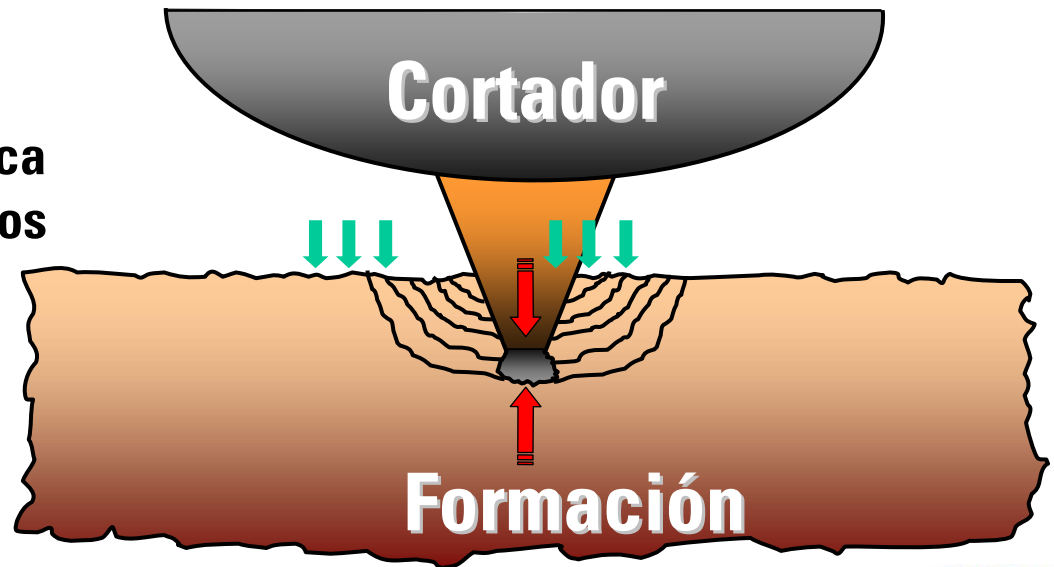
9.3. Parámetros de Perforación Vs Desempeño de la Barrena

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Parámetros de Perforación Vs Desempeño de la Barrena

- **Formación de Recortes**
- La carga del diente supera la resistencia a la compresión de la roca y genera un cráter.
- El raspado ayuda a quitar los recortes de los cráteres.

La presión en el pozo provoca un efecto de retener abajo los recortes

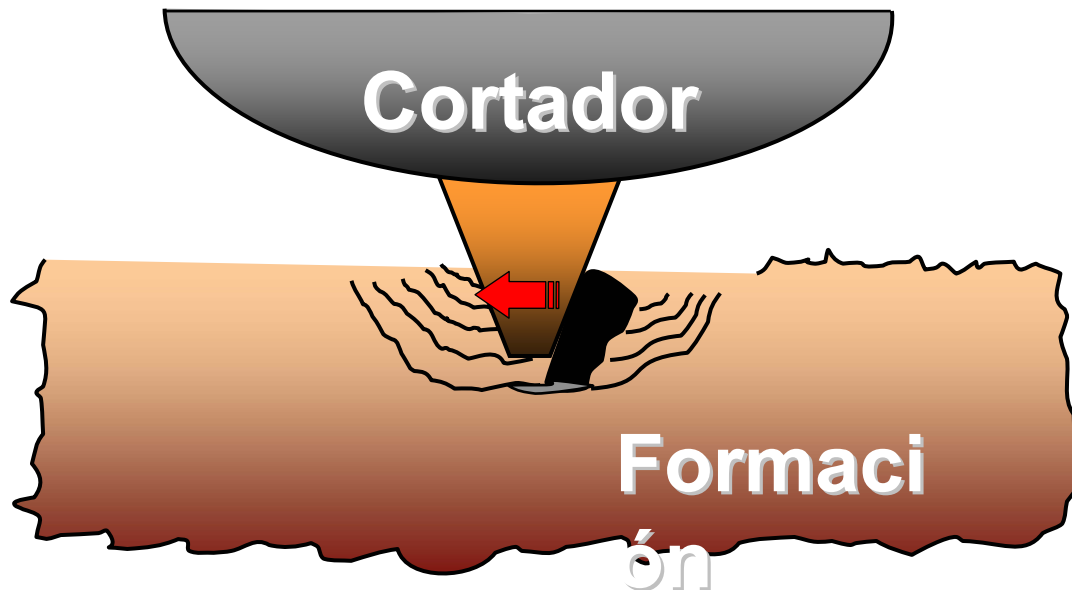


9. Selección y Evaluación de Barrenas

Parámetros de Perforación Vs Desempeño de la Barrena

- **Remoción de los Recortes**
- **Se requiere retirar los recortes para permitir que se formen nuevos recortes**

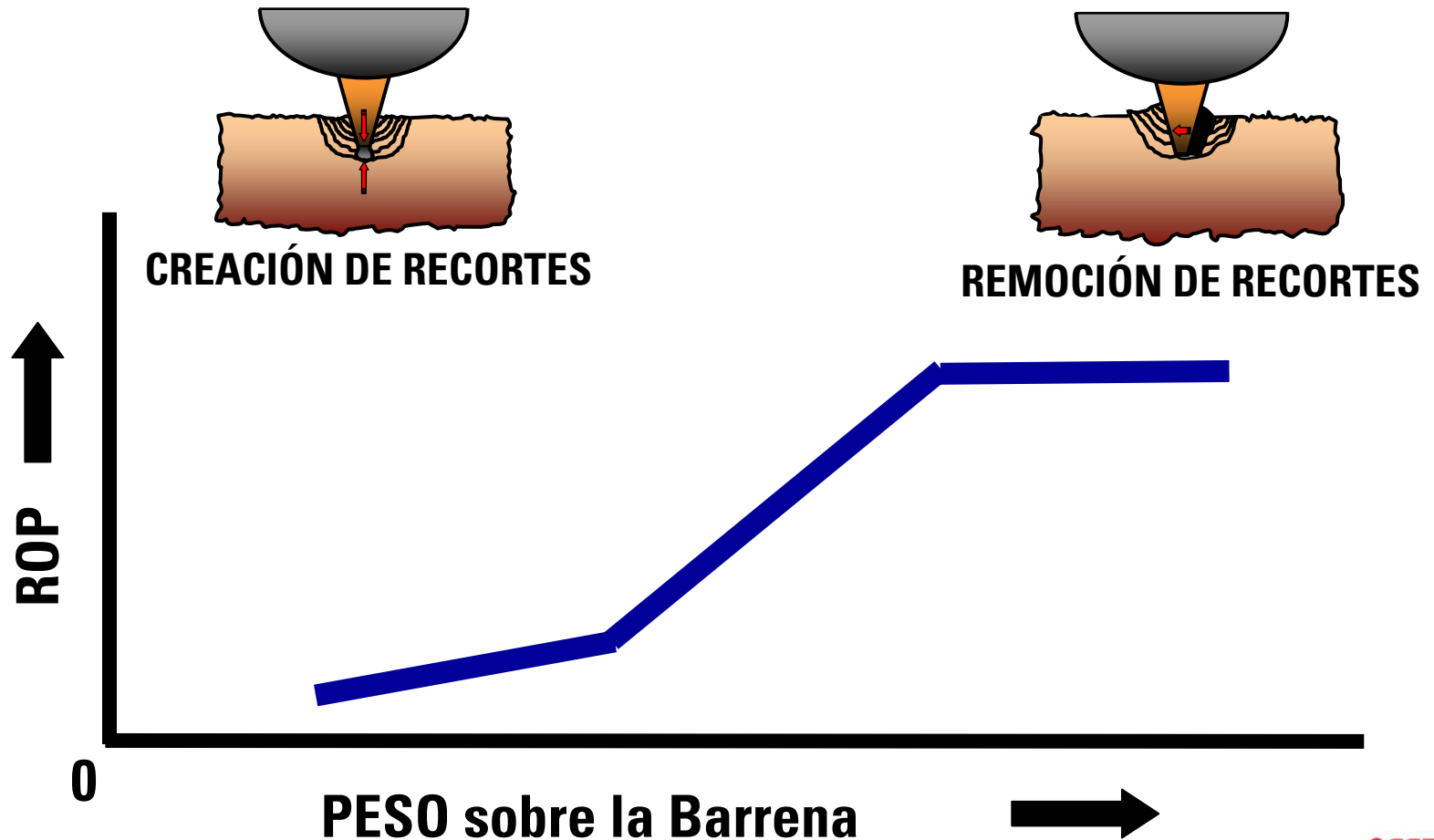
Los materiales hidráulicos ayudan a mover los recortes



9. Selección y Evaluación de Barrenas

Parámetros de Perforación Vs Desempeño de la Barrena

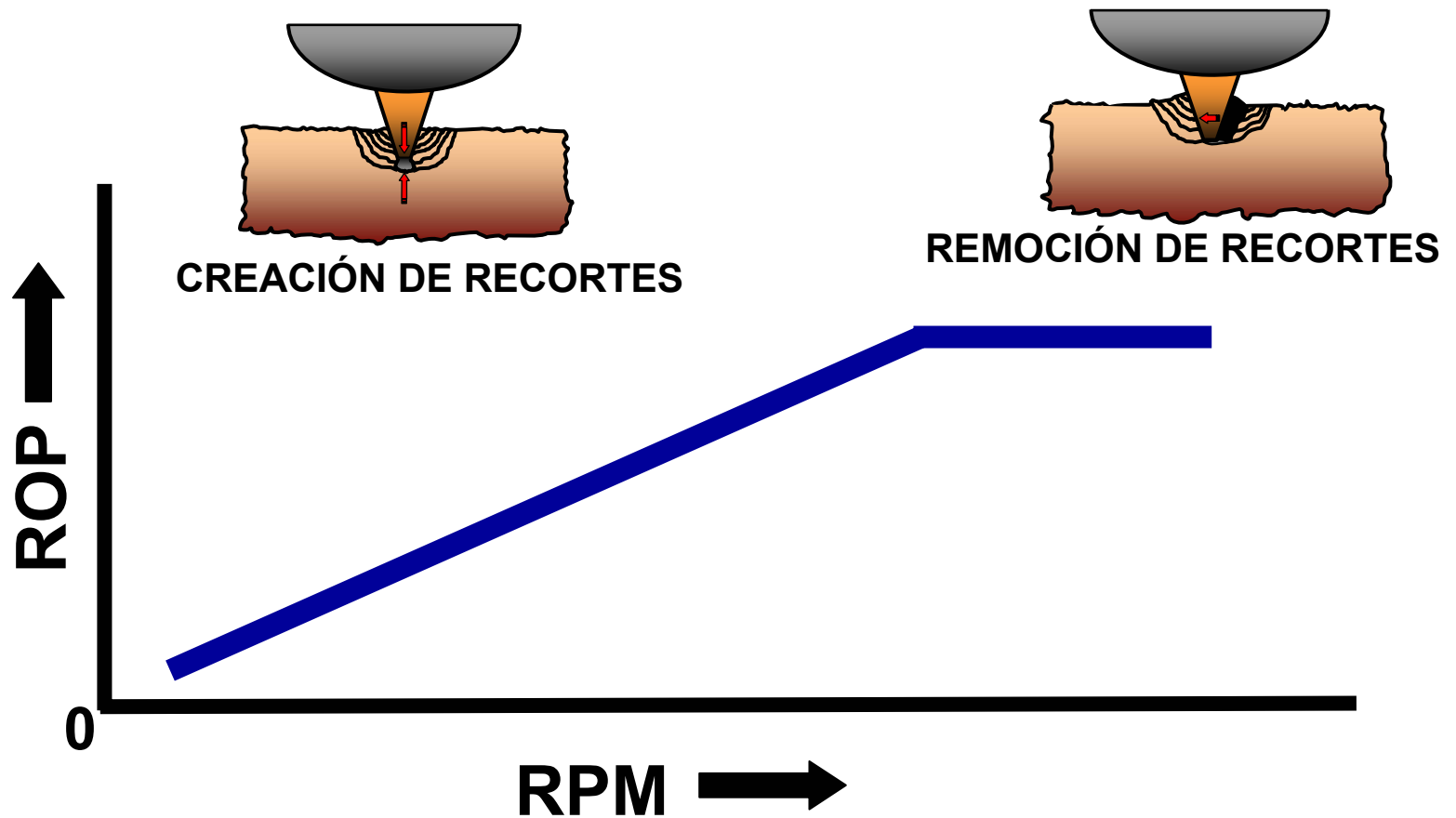
- **Respuesta al Peso sobre la Barrena (WOB)**



9. Selección y Evaluación de Barrenas

Parámetros de Perforación Vs Desempeño de la Barrena

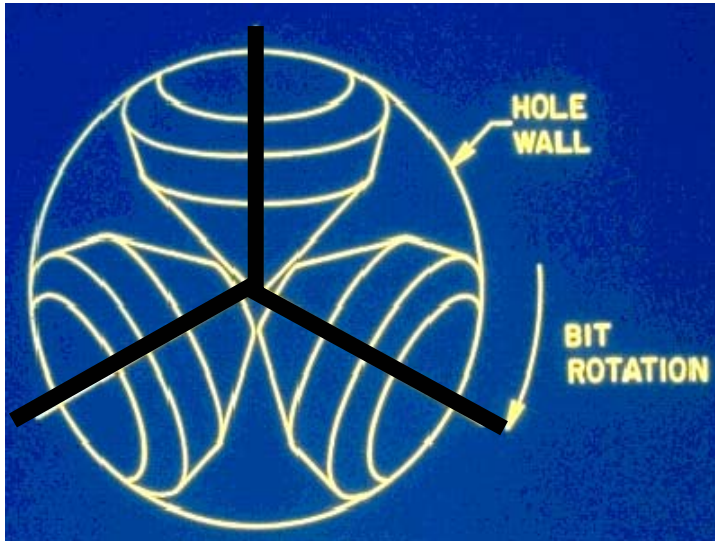
• Respuesta a las RPM



9. Selección y Evaluación de Barrenas

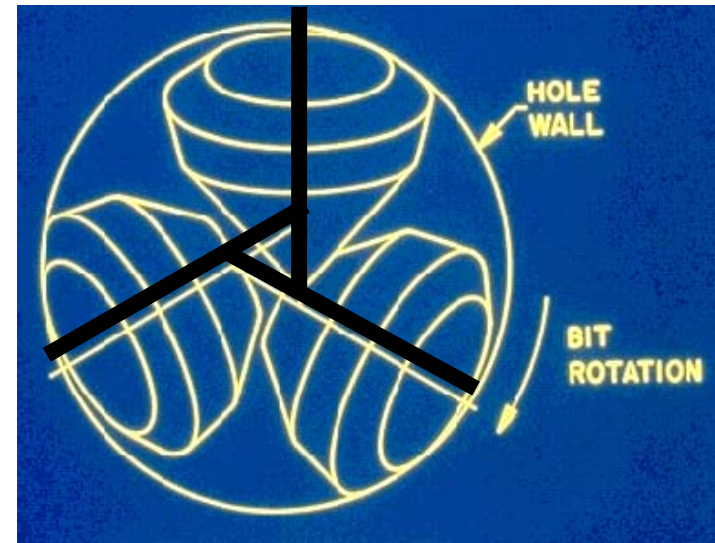
Parámetros de Perforación Vs Desempeño de la Barrena

• Efectos de la Excentricidad



Excentricidad Reducida

- 0° - 2°
- Raspado de diámetro Reducido
- Más Durable
- Perforación más Lenta
- Formaciones Abrasivas / Duras

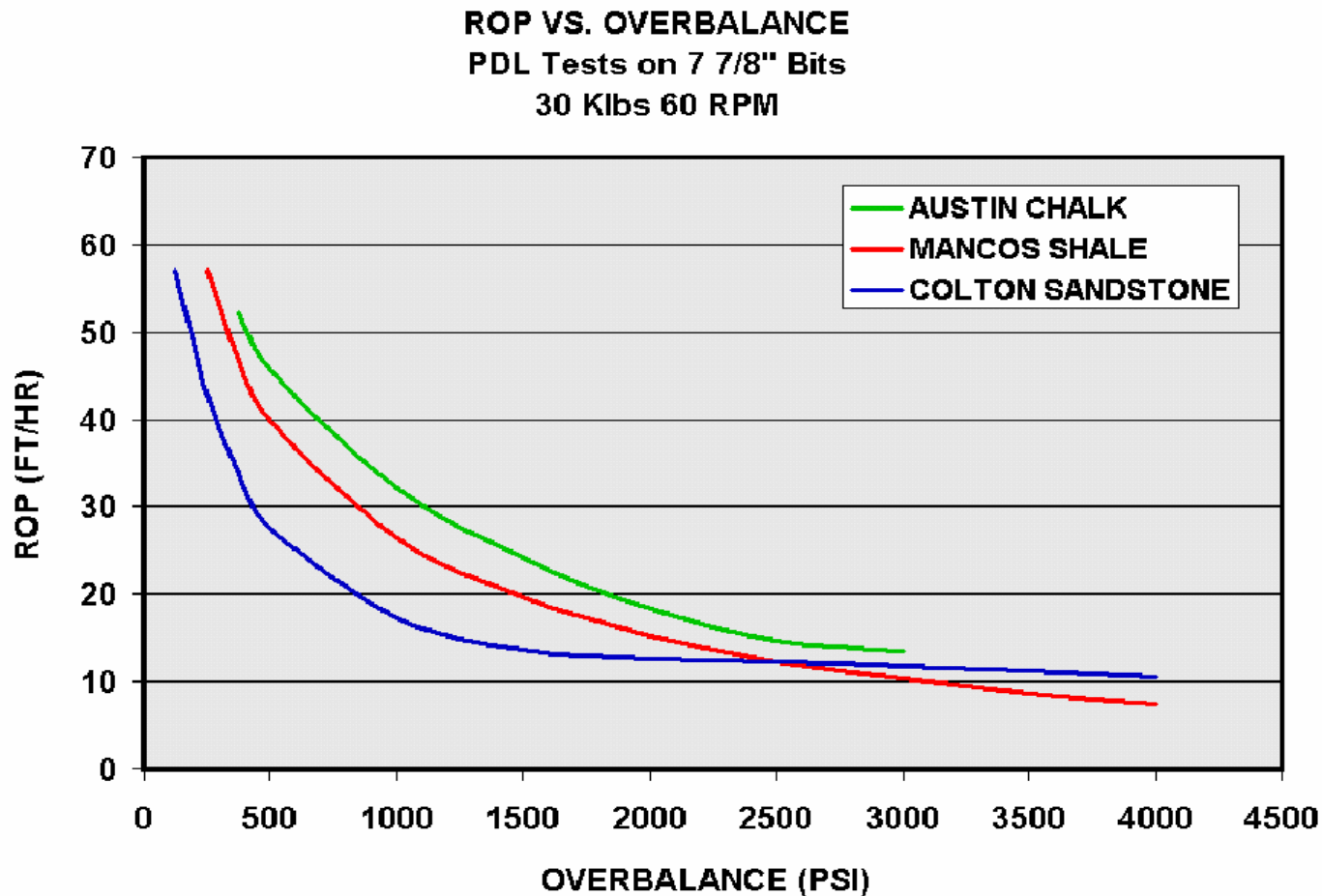


Excentricidad Pronunciada

- 3° - 5°
- Raspado de mayor diámetro
- Menos Durable
- Perforación más Rápida
- Formaciones Blandas / Pegajosas

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Velocidad de perforación (ROP) Vs Sobre Balance
Datos basados en una Barrena de 7-7/8" con 30 klbs a 60 RPM



9. Selección y Evaluación de Barrenas

9.4. Aspectos Económicos de las Barrenas

9. Selección y Evaluación de Barrenas

• Aspectos Económicos de las Barrenas de Perforación

• Perforación Costo por Pie

Donde:

C_f Costo por pie (\$/ft)

C_b Costo de la barrena (\$)

C_r Tarifa global diaria de la operación (\$/día)

t_b Tiempo Girando (hrs)

t_c Tiempo para hacer las conexiones (hrs)

t_t Tiempo de viaje redondo (hrs)

ΔD Cantidad de pies perforados

$$C_f = \frac{C_b + C_r (t_b + t_c + t_t)}{\Delta D}$$

Si se está usando un motor de fondo, se puede añadir el costo a la tarifa global diaria de la operación

Ref: SPE Applied Drilling Engineering, 1986 Edition

9. Selección y Evaluación de Barrenas

- Aspectos Económicos de las Barrenas de Perforación

- Perforación Costo por Pie

$$C_f = \frac{C_b + C_r (t_d + t_t)}{\Delta D}$$

Donde:

C_f Costo por pie (\$/ft)

C_b Costo de la barrena (\$)

C_r Tarifa global diaria de la operación (\$/día)

t_c Tiempo para hacer las conexiones (hrs)

t_t Tiempo de viaje redondo (hrs)

ΔD Cantidad de pies perforados

Combinando tiempo de rotación y circulación

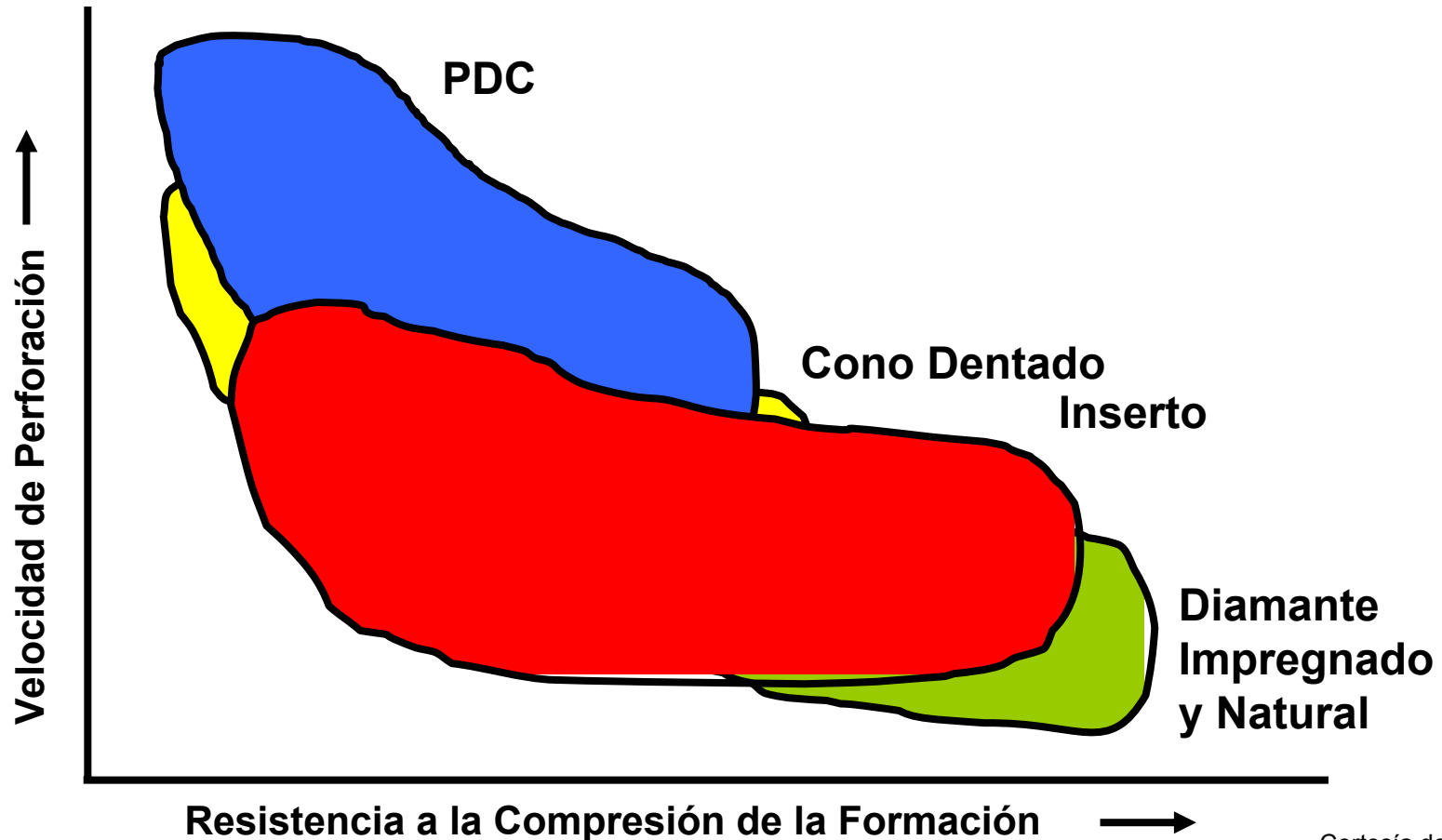
9. Selección y Evaluación de Barrenas

9.5. Selección de Barrenas

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

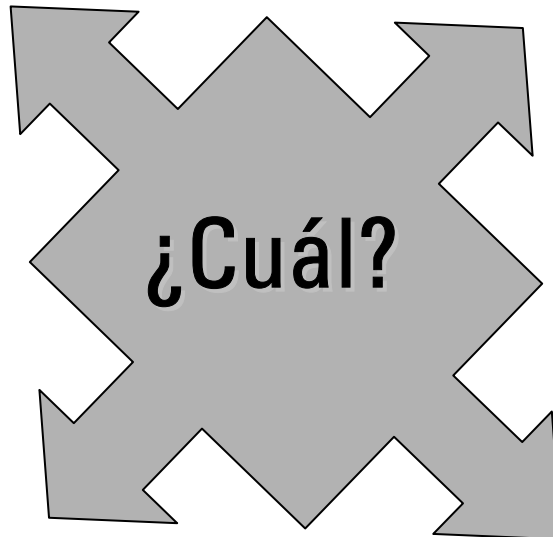
•Espectro para la Aplicación de las Barrenas



9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

- Proceso de Selección de Barrenas



9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

- **Barrena de compactos de diamante policristalino (PDC)**

Ventajas

- **Alta Velocidad de Perforación**
- **Potencial de Larga Vida**

Consideraciones

- **Daño por Impacto**
- **Abrasividad**
- **Estabilidad**



9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

• Barrena de Dientes

Ventajas

- Alta Velocidad de Perforación
- Buena Estabilidad
- Económica

Consideraciones

- Velocidad de Desgaste de Dientes
- Vida del Cojinete



9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

• Barrena de Insertos

Ventajas

- Durabilidad de la Estructura de Corte
- Rango de Formaciones
- Tolerancia entre Capas
- Se puede dirigir y es estable

Consideraciones

- Velocidad de Perforación más Lenta
- Vida de los Cojinetes



9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

• Barrenas de Diamante Natural e Impregnado

Ventajas

- **Muy Durable**
- **Capacidad para Roca Dura**
- **Riesgo de sufrir daño en contacto con residuos metálicos en el pozo**

Consideraciones

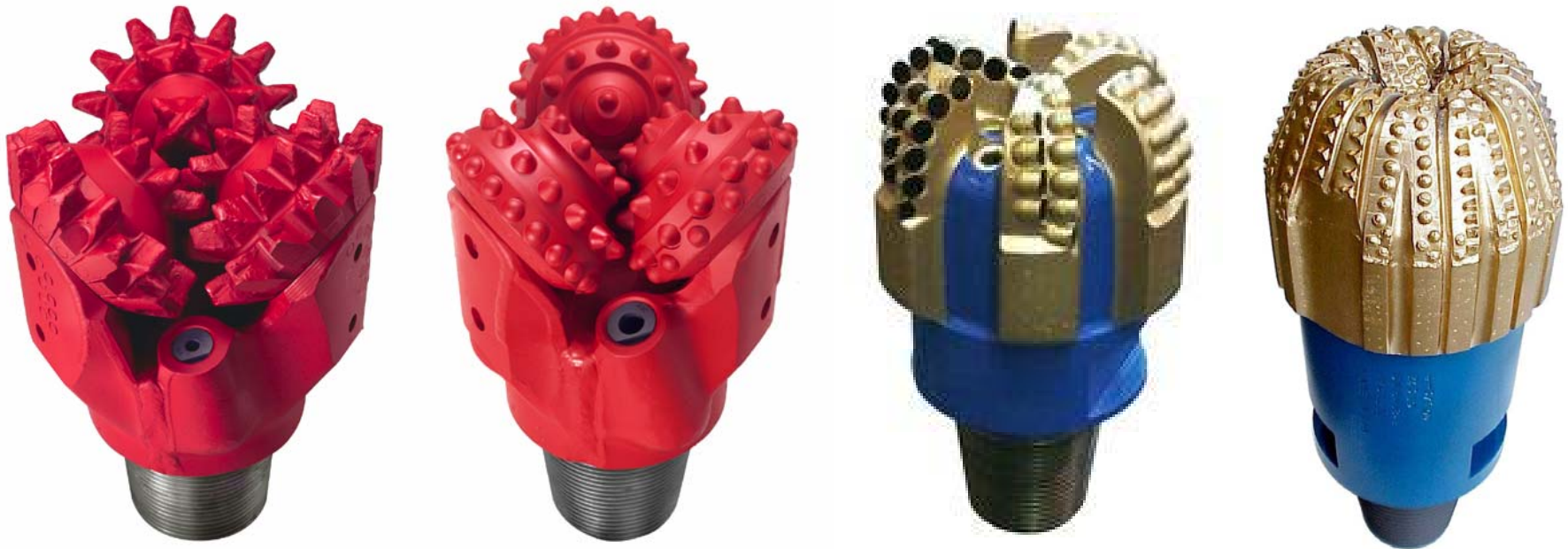
- **Velocidad de Perforación más lenta**
- **Sensibilidad a las RPM**
- **Aplicaciones de costo elevado**



9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

- El Proceso de Selección de Barrenas



9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

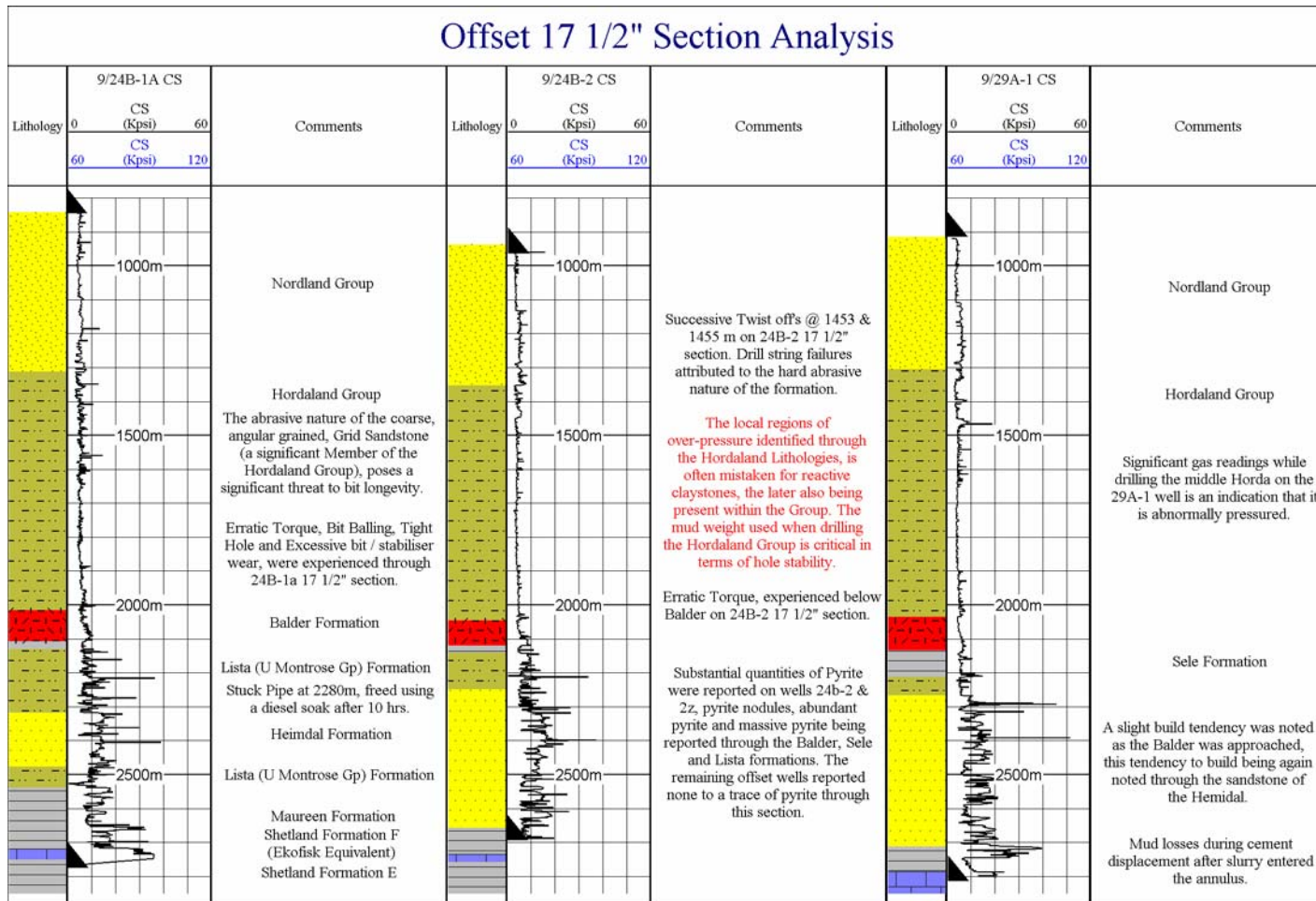
• ¿Qué es lo que se Analiza?



9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

Geología – Ejemplo de Análisis Litológico

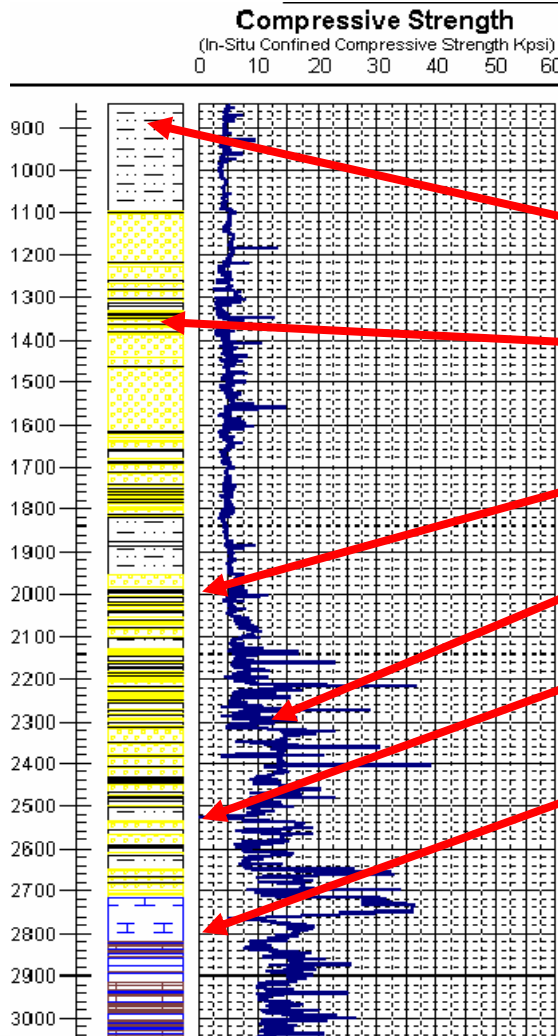


Cortesía de **REED Hycalog**
A Grant Prideco Company

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

• Ejemplo de Análisis Litológico



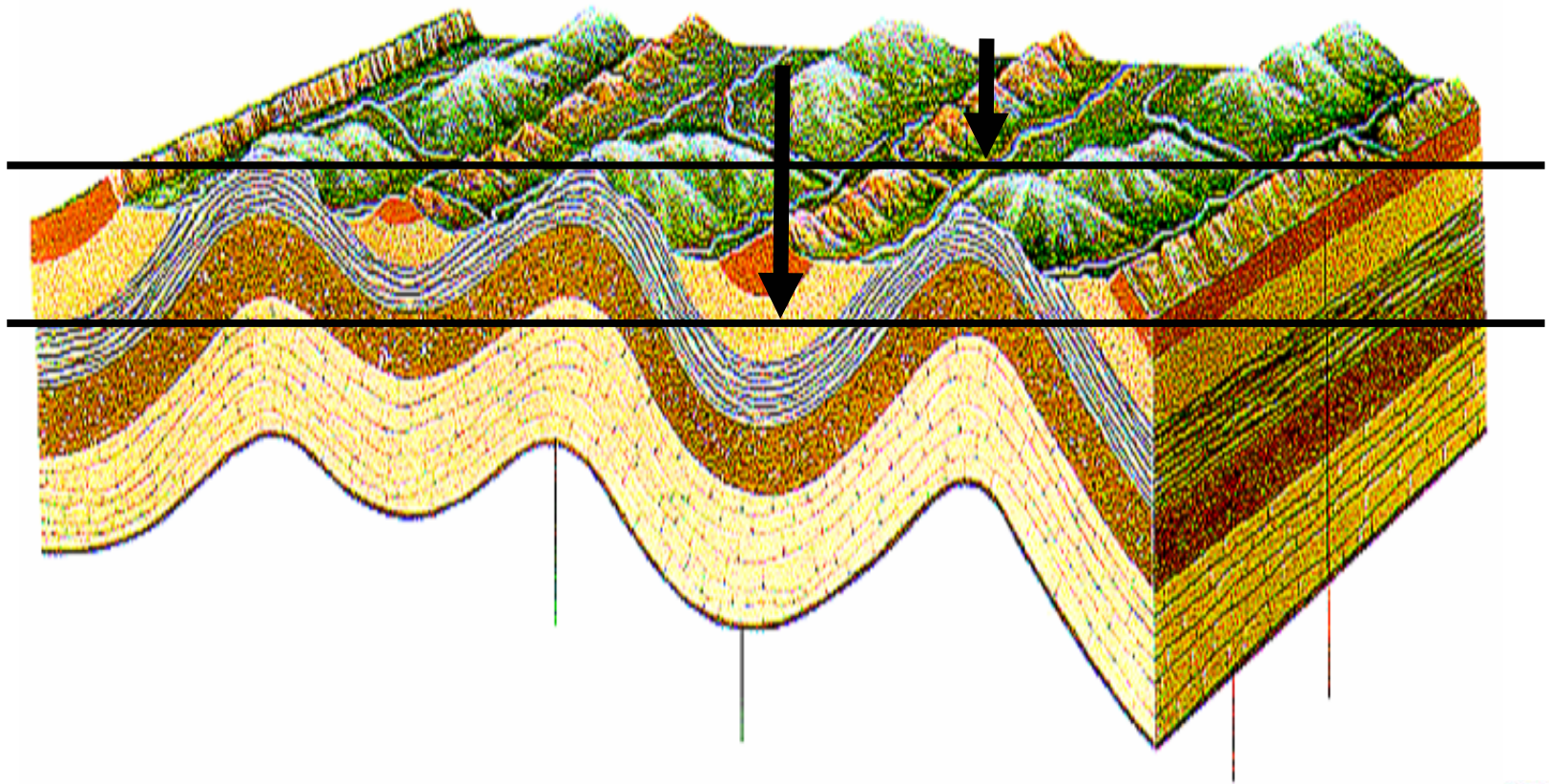
Dificultades Potenciales

- Embolado en Horda y Balder
- Vibración en Arenisca Grid
- Pirita en Balder y hacia abajo
- Intercalaciones (40k psi)
- Arenas Abrasivas
- Caliza Ekofisk Dura

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

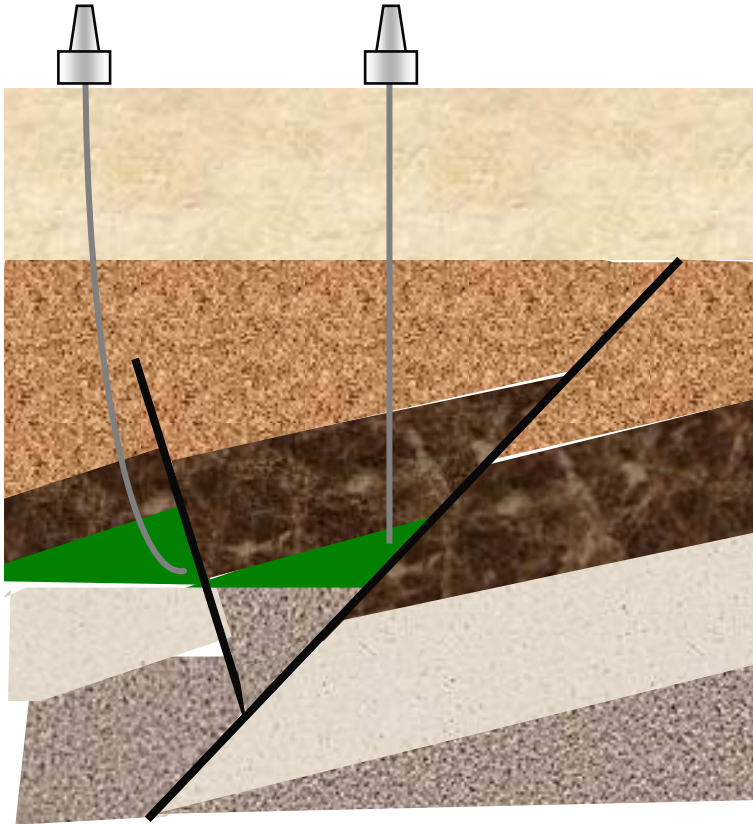
- Geología Estructural



9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

- **Geología – fallas estructurales**



Fallas

Una misma formación puede ser mucho más dura y abrasiva debajo de una falla estructural (caso del campo Cusiana en Colombia)

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

- **Geología – variación locales de resistencia compresiva**

La resistencia compresiva de las rocas puede sufrir variaciones locales dentro de la misma área debido a fenómenos de compactación diferencial o a esfuerzos orientados.

Ello hace que un tipo de barrena no siempre se desempeñe del mismo modo sobre una formación y que a veces se requiera de selecciones complejas para resolver tales condiciones

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

- ¿Qué es lo que se Analiza?

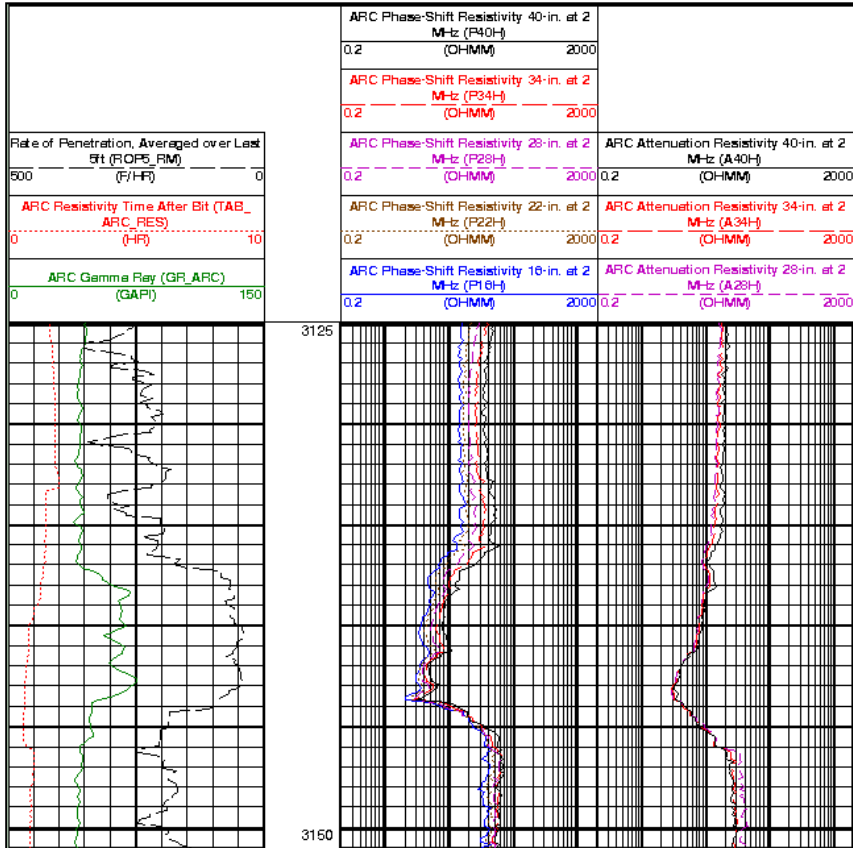


Cortesía de **REED Hycalog**
A Grant Prideco Company

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

Registros Eléctricos , Geológicos de lodo, Reportes Diarios de Perforación y Reportes de la Herramienta de Fondo



Schlumberger

Anadrig

MWD/LWD BIT RUN SUMMARY

PAGE 1 OF 4

JOB NUMBER 20078	COMPANY REP. Hans J. Rusnes	DATE IN 01-Nov-00	DATE OUT 06-Nov-00	MWD RUN NO. 3	LWD RUN NO. 1	RIG BIT RUN NO. 3	CELL MGR. B. Ribesen
COMPANY Statoil	HOLE DEPTH - FROM 1277m	TO 2589m		COLLAR SIZE MWD 8 1/4"	CDR 8 1/4"	ADN 8 1/4"	SONIC
RIG NAME Byford Dolphin	DRIFT - FROM 32.15°	TO 41.77°		SIZE 13 3/8"	DEPTH 1270 m		
WELL NAME 15/6-A-2-H	AZM UTH - FROM 179.89°	TO 336.47°		BIT MFG / M ODEL / IADC CODE Reed-Hycalog/DS130B1DF+NSU/24510			
LOCATION Glitre	HOLE SIZE 12 1/4"	WATER DEPTH 111.4m		DOWNHOLE MOTOR TYPE / SIZE / SN PowerDrive900 / 9 1/4" / 90004			
FRAME FORMAT USED / DTL 2012-2014	MAG DEC / GRID -3.60° / -1.380°	T/F ARC N/A	T/F ANGLE N/A	BENT HOUSING ANGLE N/A	RUMPMG HOURS 70	FTM DRILLED 1312m	
BIT-TO-SURVEY 13.24m	MODULATOR GAP 0.12	BENT SUB ANGLE N/A		TRANS FAIL <input type="checkbox"/> YES <input checked="" type="checkbox"/> NO	RT TRANS HOURS 70	RT TRANS FTM 1312m	
BIT-TO-M10 RGP 10.85m	B DEPTH TO GR-RES DEN-PR SON 22.21/18.86/34.74/35.97/28	VALT / FLOW-MIN 2578 / 3550	VALT / FLOW-MAX 2734 / 3566	LWD REAM HOURS 1	LWD REAM FTM 26m		
BIT GRADING-MEL N/A	CONE LOCK N/A	RUMPMG OUTPUT / TYPE 13.2 LPS / TRIPLEX	JETS / TFA 8*13 / 1.037	LWD DRILL HOURS 40	LWD DRILL FTM 1312m		
TEETH N/A	YES <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	GAUGE N/A	LOCATION N/A	BRNG / SEALS N/A	GAUGE N/A	REASON N/A	OTHER N/A
INNER ROW N/A	OUTER ROW N/A	DULL CHAR N/A	LOCATION N/A	BRNG / SEALS N/A	GAUGE N/A	REASON N/A	OTHER N/A
SOFTWARE VERSION IDEAL ID6 1x 12r	ADVISOR N/A	SFM 6.1C-05	Isonic 5.0B10	M-10 6.0B42	CDR 5.0C05	ADN 6.0x05	BIT 30
MWD	SIN	PUMPING HOURS	LWD	SIN	PUMPING HOURS	REAL TIME	RECORDED TIME
MMA	865	0 70				70 N 1338	
MTA	411	0 70					
MEA	626	0 70					
MFI							
MSSC	GB 77715-4	0 70					
MSSC	JC 304063-3	0 70					
GRA	023	0 70					
TAA							
PRS							
DFS							
MD	11779	0 70					
SLK							
SZR							
RES							
WOB							
ISS							
MSB							
BSS							
XGB							
CSB							
AVG ROP (m/hr)	33	150	200	3500	28	1.45	OBM
BIT/SEC / CARRIER	3bps / 12Hz	85	4	12			203
MUD TYPE	F-FRESH H ₂ O K-KCL	L-LIGNO M-LIME MURREX	O-OILN ₂ 80 P-POLYMER	S-SALT H ₂ O X-	MUD CLEAN YES NO	SAND % 1.5	SOID % 20
TOOL JAMMING	YES NO	TOOL JAMMING	YES NO	TOOL JAMMING	YES NO	TOOL JAMMING	YES NO
COLLAR	NORMAL	NOISE PROBLEM	NOISE PROBLEM	NOISE PROBLEM	NOISE PROBLEM	NOISE PROBLEM	NOISE PROBLEM
OTHER	SURFACE	DOWNHOLE	DOWNHOLE	DOWNHOLE	DOWNHOLE	DOWNHOLE	DOWNHOLE

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

Datos de Pozos vecinos – Registros de Barrenas

WELL NAME : 15/5-5																						
Run No	Bit Type	Size inch	Mnf	Bit Name	IADC	TFA in2	In m	Out m	Meters m	Hours	ROP m/hr	RPM		WOB		Flow		SPP		Bi		
														ton	ton	l/min	l/min	bar	bar	I	O	DC
1	Mill Tooth	17.5	SEC	SS44GLTJ	135M	0.838	210	210	74	7.4	10.0	19	88	0	14	1750	4150	16	95			
	HO	36	GRNT	6980		0.920	210	210	74	7.4	10.0	19	88	0	14	1750	4150	16	95			
2	Mill Tooth	24	HTC	ATX-CG1	115	1.595	210	210	0	1.2	0.0	11	50	5	11	3542	3600	51	55			
3	Mill Tooth	17.5	STC	MSDGH	135	1.181	210	1000	790	16.5	47.9	45	95	0	22	3522	4432	100	180	2	3	NO
4	PDC	12.25	HYC	DS70HFG	S424	0.752	1000	1549	549	19.4	28.3	122	165	0	20	2110	2560	157	190	8	6	RO
5	Insert	8.5	HTC	ATMGT-P09D	437	0.518	1549	2158	609	17.4	35.0	90	132	1	15	2500	2600	236	305	5	4	BT
6	Core	8.5	DBS	CD93	M626	0.700	2158	2176	18	1.0	18.0	80	107	2	10	1300	1300	62	98			
7	Core	8.5	DBS	CD93	M626	0.700	2176	2182	6	0.5	12.0	50	83	2	11	1300	1300	58	95	1	2	CT
8	Core	8.5	DBS	CD93	M626	0.700	2182	2200	18	1.3	13.8	80	104	1	2	832	832	50	76	1	4	CT
9	Insert	8.5	HTC	ATMGT-P09D	437	0.518	2200	2645	445	22.3	20.0	70	123	0	18	1360	1590	219	268	6	6	BT
WELL NAME : 15/5-6																						
Run No	Bit Type	Size inch	Mnf	Bit Name	IADC	TFA in2	In m	Out m	Meters m	Hours	ROP m/hr	RPM		WOB		Flow		SPP		Bi		
														ton	ton	l/min	l/min	bar	bar	I	O	DC
1	Mill Tooth	17.5	SEC	SS33SGJ4	115M	1.117	134	196	62	7.9	7.8	70	90	2	5		4900		145	2	2	WT
	HO	26	Darrot	HO	114	0.746	134	196	62	7.9	7.8	70	90	2	5		4900		145			
2	Mill Tooth	17.5	SEC	SS33SGJ4	115M	1.117	196	200	4	1.0	4.0	70	70	4	7		4100		106			
3	Mill Tooth	17.5	RTC	MS11GC	115	1.117	200	1002	802	21.9	36.6	120	140	1	9		4150		210	2	2	WT
4	Mill Tooth	12.25	STC	MSDGH	135	2.111	982	1005	23	3.0	7.7	70	80	3	10		2585		69	3	3	CD
5	PDC	8.5	HYC	DS56DGJV	M432	0.720	1005	2180	1175	23.7	49.6	165	177	1	6		2562		210	1	1	CT
6	Core	8.5	DBS	CD93	M626	0.700	2180	2205	25	1.8	13.9	80	120	2	4		941		53	1	1	NO
7	PDC	8.5	HYC	DS56DGJV RR	M432	0.720	2205	2725	520	17.1	30.4	114	176	1	12		2550		240	2	2	WT

9. Selección y Evaluación de Barrenas

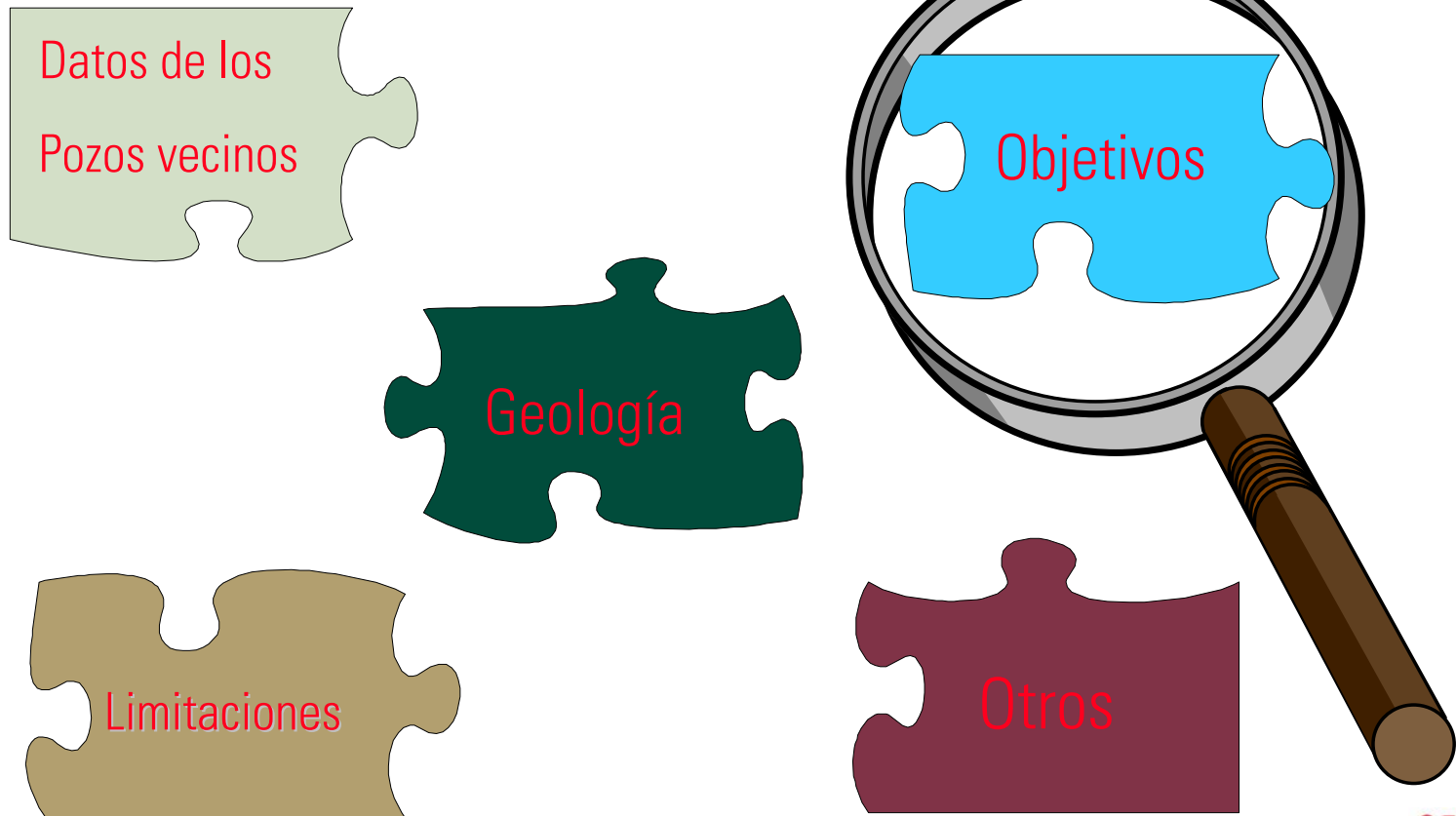
Selección de Barrenas

- **Datos de Pozos vecinos – Puntos de Referencia**
 - Desempeño de pozo promedio
 - Desempeño de intervalo promedio
 - Desempeño de corrida individual promedio
 - Promedios seleccionados (El mejor o el más reciente)
 - Promedios seleccionados (por otros datos)

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

¿Qué es lo que se Analiza?



9. Selección y Evaluación de Barrenas

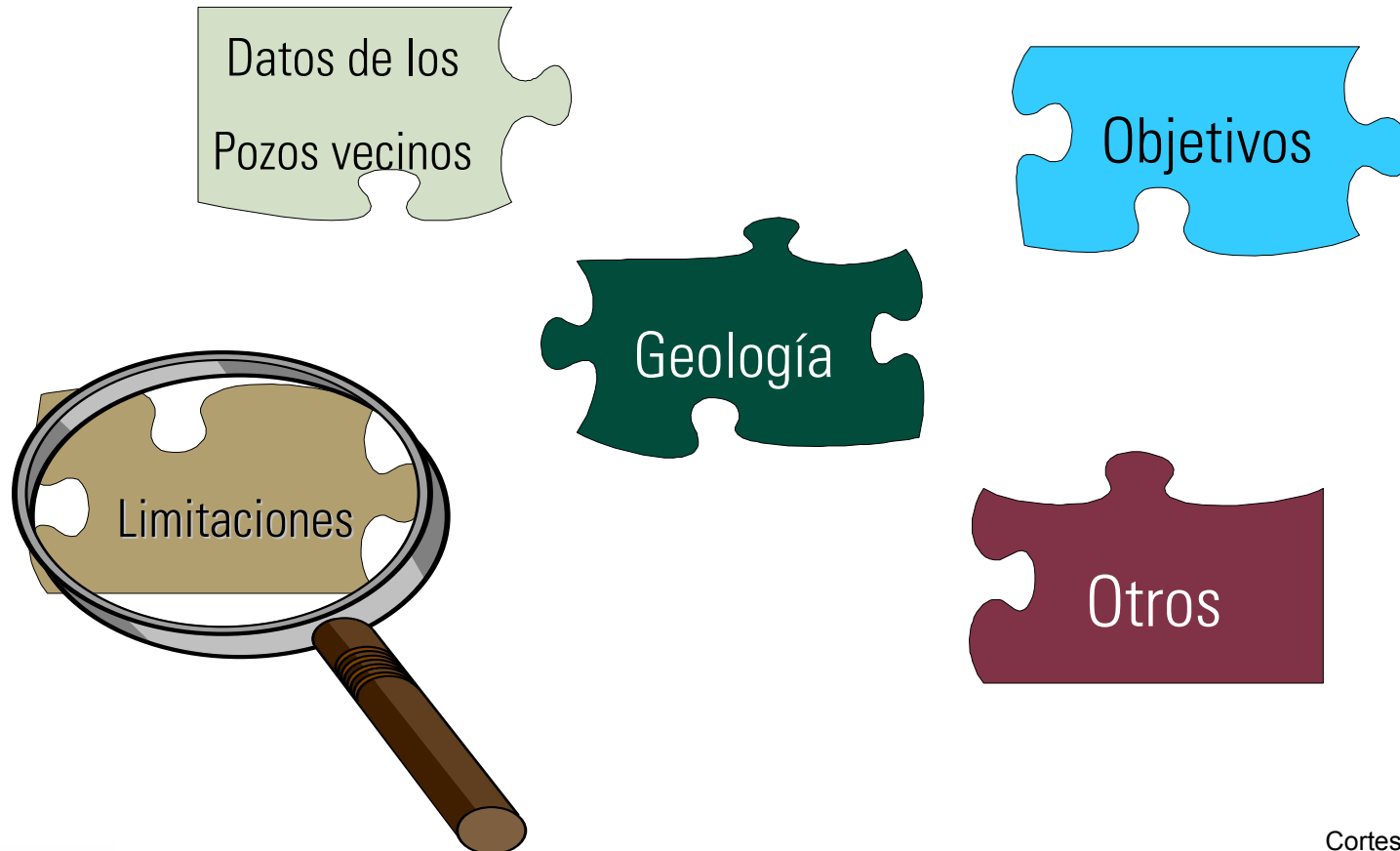
Selección de Barrenas

- **Definición del Objetivo**
 - Durabilidad, Velocidad de Perforación, Direccional, Costo, Condición de desgaste, Horas, (normalmente todo)
 - Determine la viabilidad
 - Finalice y Llegue a un acuerdo respecto a los objetivos

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

• ¿Qué es lo que se Analiza?



9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

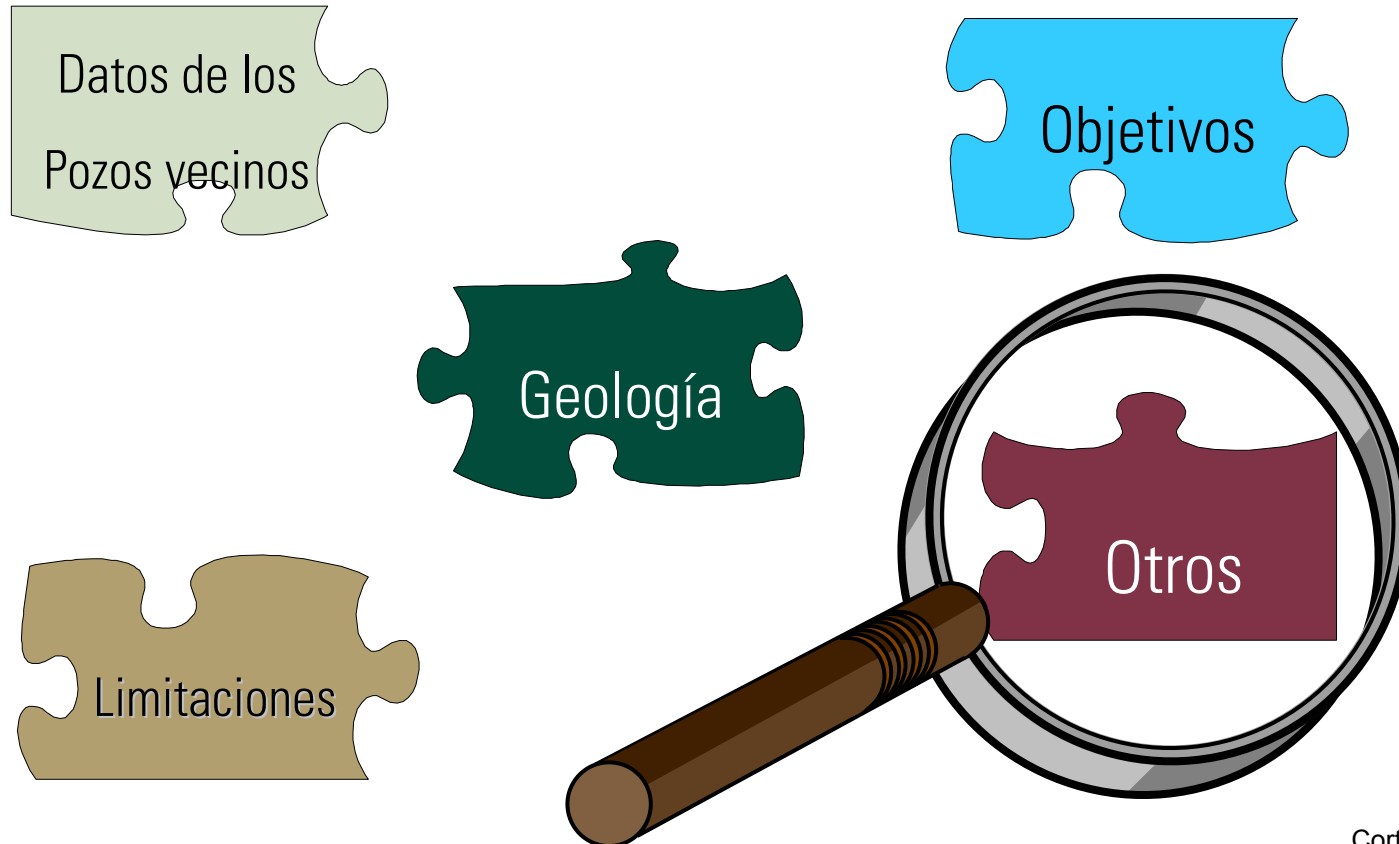
• Reconocimiento de las Limitaciones

- Restricciones de operación (Especificaciones del equipo de perforación, etc.)
- Restricciones Contractuales
- Restricciones Económicas
- Cambios de mentalidad

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

• ¿Qué es lo que se Analiza?



9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

• Otros Factores (Lodo)

- Propiedades del Lodo (fluido base, densidad, aditivos, etc.)
- Hidráulica de la barrena (especialmente crítica en WBM)
- Tasas de circulación (Gasto) máximo / mínimo
- Lubricidad del lodo (efectos en la vibración y en las barrenas impregnadas)

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Selección de Barrenas

• Otros Factores

- Logística
 - Los lugares remotos requieren una gran carga de inventario.
- Planeación para Contingencias
 - Se necesitan cubrir todas las posibilidades potenciales
 - Únicamente se puede lograr por medio de comunicaciones efectivas
- Aspectos Económicos
 - Impacto potencial en los ingresos TOTALES

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Optimización de Barrenas

9.6. Pruebas de Perforabilidad

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Optimización de Barrenas



• Prueba de Perforabilidad

La prueba de perforabilidad es un procedimiento sencillo y práctico que fue propuesto por Lubinski (1).

Tiene muy poco impacto o ningún impacto en el tiempo del equipo y los resultados son inmediatamente aparentes.

El objetivo es encontrar la combinación de WOB y RPM que produzcan la mayor velocidad de Perforación.

Todo lo que requiere es un reloj con un segundero, el listado de tubería que entra al pozo (detalle de tubería) y un lápiz.



(1) Proposal for Future Tests, A Lubinski - The Petroleum Engineer, Jan 1958

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Optimización de Barrenas

• Procedimiento para la Prueba de Perforabilidad

1. Determine el peso en la barrena máximo que se puede aplicar dado el tamaño / tipo y herramienta de fondo de su barrena.
2. Seleccione tres RPM's a las cuales va a realizar la prueba.
3. Pídale al perforador que aplique la primera velocidad de rotación RPM y que gradualmente lleve el peso sobre la barrena hasta el máximo recomendado. Si el peso sobre la barrena máximo no se alcanza antes de que se presenten niveles elevados de torque o de vibración, entonces acepte un peso sobre barrena más reducido.
4. Pídale al perforador que asegure el freno del tambor y que permita que el peso colocado sobre la barrena se disipe al perforar. Anote el tiempo que necesitó para llegar reducir cada 2 Klb en el peso. El menor tiempo requerido para avanzar descargando 2 Klbs será el peso sobre la barrena que dará la mayor velocidad de Perforación con la respectiva velocidad de rotación, RPM.

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Optimización de Barrenas

• Procedimiento para la Prueba de Perforabilidad

5. Pruebe en la misma forma las otras RPM's.

6. Una vez que se completen las pruebas, revise con los datos de choque MWD basados en el tiempo (si están disponibles) para ver si existían condiciones de perforación inestables para alguna combinación en particular de peso sobre la barrena y RPM's – ver Mejor Práctica InTouch: Optimización de perforación y Shocks.

7. Con base en la prueba de perforabilidad y los datos de shock seleccione el peso en la barrena y RPM óptimos..

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Calificación de Barrenas

9.7. Código IADC para Calificación de Barrenas desgastadas

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Calificación de Barrenas

• Código IADC para Calificación de Barrenas desgastadas

La International Association of Drilling Contractors (Asociación Internacional de Contratistas de Perforación), ha desarrollado una metodología estándar para describir las barrenas usadas. Esta información es esencial para el análisis detallado para la operación de las barrenas.

La metodología está compuesta de un código de 8 caracteres que describe el desgaste de la barrena y la razón que se tuvo para sacarla del agujero.

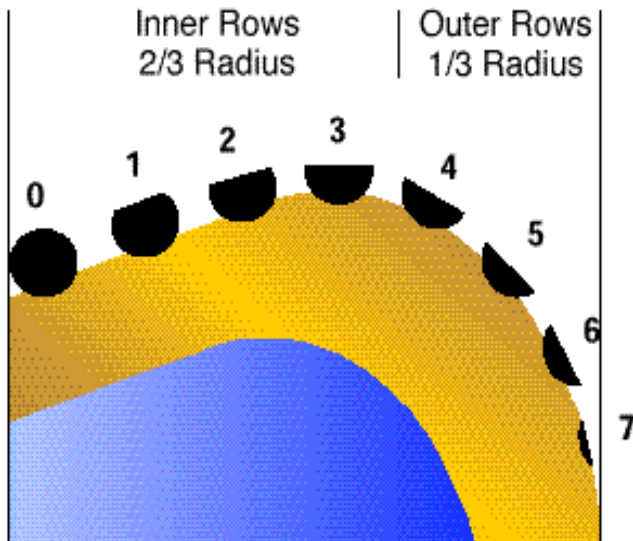
Estructura de Corte				B	G	Comentarios	
HILERAS INTERIORES	HILERAS EXTERIORES	CARACT. DE DESGASTE	UBICACION DESGASTE	CONDICIÓN COJINETES	CALIBRE 1/16"	OTRAS CARACTERISTICAS DE DESGASTE	RAZON PARA SACAR LA BARRENA

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Estructura de Corte				B	G	Comentarios	
HILERAS INTERIORES	HILERAS EXTERIORES	CARACT. DE DESGASTE	UBICACION DESGASTE	CONDICIÓN COJINETES	CALIBRE 1/16"	OTRAS CARACTERISTICAS DE DESGASTE	RAZON PARA SACAR LA BARRENA

La estructura de corte se califica de 0 a 8 dependiendo del porcentaje de la estructura de corte que se perdió (0 = Intacta, 8 = 100% de desgaste).

Barrenas de Cortador Fijo



Barrenas de Cono de Rodillos



Estructura de Corte Interior (todas las hileras interiores)

Cono 1

Estructura de corte exterior (únicamente la hilera que determina el tamaño)

Cono 2

Cono 3

Ref : Reed Hycalog PDC & Roller Cone Product Technology Reference Information

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Estructura de Corte			B	G	Comentarios		
HILERAS INTERIORES	HILERAS EXTERIORES	CARACT. DE DESGASTE	UBICACION DESGASTE	CONDICIÓN COJINETES	CALIBRE 1/16"	OTRAS CARACTERISTICAS DE DESGASTE	RAZON PARA SACAR LA BARRENA

BF – Falla de Adherencia
 BT – Cortadores Rotos
 BU - Embolada
 CT – Cortadores cincelados
 ER - Erosión
 HC – Dañada por Calor
 JD - daño por chatarra metálica
 LN – Tobera Perdida
 LT – Cortador perdido
 NR – No se puede volver a correr
 PN – Tobera tapada
 RG – diámetro externo desgastado
 RO - desgaste anillado
 RR – Se puede volver a correr
 SS – Desgaste de autoafilado
 TR – "Tracking"
 WO – barrena lavada
 WT – Cortadores gastados
 NO - No tiene características de desgaste

Barrenas de Cono de Rodillos

*BC – Cono Roto
 BF – Falla de Hueso
 BT – Dientes/Cortadores Rotos
 BU – Barrena embolada
 *CC – Cono Agrietado
 *CD – Cono atascado
 CI – Interferencia de cono
 CR - Cortado de núcleos
 CT – Dientes/cortadores cincelados
 ER - Erosión
 FC – Desgaste en crestas planas
 HC – Dañanda por calor
 JD - daño por chatarra metálica
 *LC – Cono perdido

LN – Tobera perdida
 LT – Dientes/Cortadores perdidos
 OC – Desgaste descentrado
 PB – Barrena deformada
 PN – Tobera tapada/pasaje de flujo tapado
 RG – Calibre redondeado
 RO - desgaste anillado
 SD – Faldón dañado
 SS – Desgaste de autoafilado
 TR - Tracking
 WO – barrena lavada
 WT – Dientes/cortadores desgastados
 NO - No tiene características de desgaste

* Mostrar cono debajo de la localización 4

Observe que esto es para características de desgaste primario.

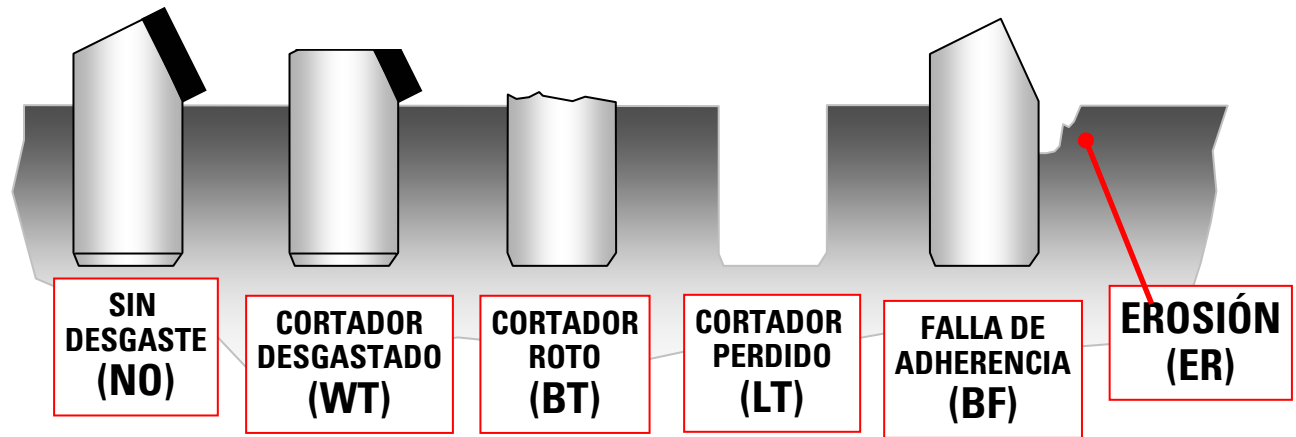
Ref : Reed Hycalog PDC & Roller Cone Product Technology Reference Information

Cortesía de **REED Hycalog**
A Grant Pridco Company

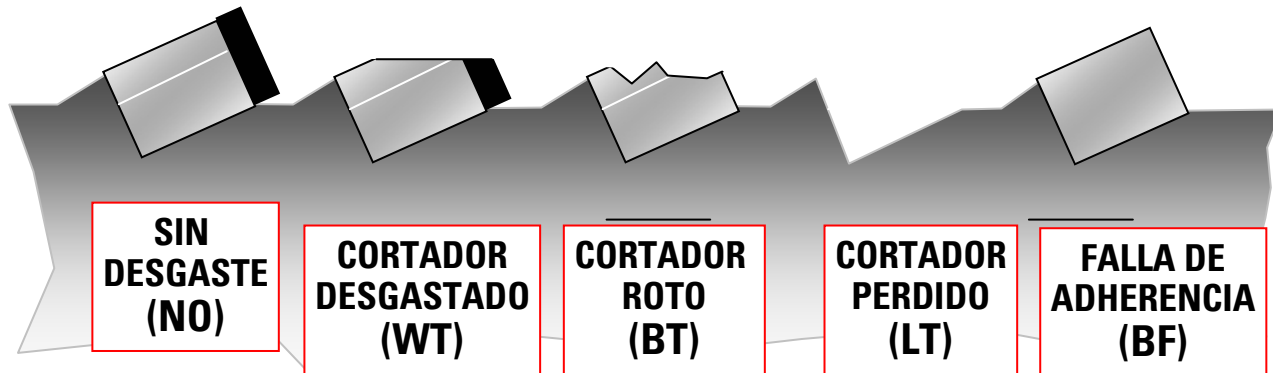
9. Selección y Evaluación de Barrenas

Cortador Fijo – Características Principales de Desgaste

CORTADORES DE POSTE O DE PERNO



CORTADORES DE CILINDRO



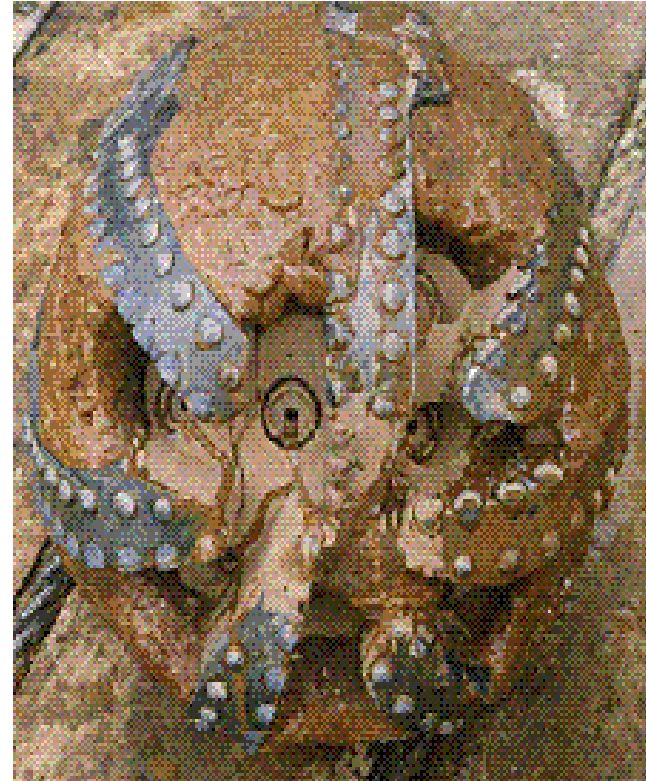
Cortesía de **REED Hycalog**
A Grant Prideco Company

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Características de desgaste – Ejemplos

Barrenas de Cortador Fijo

- BF – Falla de adherencia
- BT – Cortadores rotos
- BU - Embolado
- CT – Cortadores cincelados
- ER - Erosión
- HC – Dañada por calor
- JD - daño por chatarra metálica
- LN – Tobera perdida
- LT – Cortador perdido
- NR – No se puede volver a correr
- PN – Tobera tapada
- RG – diámetro externo desgastado
- RO - desgaste anillado
- RR – Se puede volver a correr
- SS – Desgaste de autoafilado
- TR - Tracking
- WO – barrena lavada
- WT – Cortadores desgastados
- NO - No tiene características de desgaste



BU - Embolada

Ref : Reed Hycalog PDC & Roller Cone Product Technology Reference Information

Cortesía de **REED Hycalog**
A Grant Prideco Company

Revisión de Equipos, Herramientas y Cálculos de Perforación

Schlumberger

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Características de desgaste – Ejemplos

Barrenas de Cono de Rodillos

*BC – Cono roto	LN – Tobera perdida
BF – Falla de adherencia	LT – Dientes/cortadores perdidos
BT – Dientes/cortadores rotos	OC – Desgaste descentrado
BU – Barrena embolada	PB – Barrena deformada
*CC – Cono agrietado	PN – Tobera/pasaje de flujo tapados
*CD – Cono atascado	RG – diámetro externo desgastado
CI – Interferencia de Cono	RO - desgaste anillado
CR - Cortado de núcleos	SD – Faldón dañado
CT – Dientes/cortadores cincelados	SS – desgaste de autoafilado
ER - Erosión	TR - Tracking
FC – Desgaste en crestas planas	WO – barrena lavada
HC – Dañada por calor	WT – Dientes/cortadores desgastados
JD - daño por chatarra metálica	NO - No tiene características de desgaste
*LC – Cono perdido	

* Mostrar cono en localidad 4



BU – Barrena Embolada
(primaria)
CD – Cono atascado
(secundaria)

Ref : IADC Drilling Manual – Eleventh Edition

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Características de desgaste – Ejemplos

Barrenas de Cortador Fijo

BF – Falla de adherencia
BT – Cortadores rotos
BU - Embolada
CT – Cortadores cincelados
ER - Erosión
HC – Dañada por calor
JD - daño por chatarra metálica
LN – Tobera perdida
LT – Cortador perdido
NR – No se puede volver a correr
PN – Tobera tapada
RG – diámetro externo desgastado
RO - desgaste anillado
RR – Se puede volver a correr
SS – Desgaste de autoafilado
TR - Tracking
WO – barrena lavada
WT – Cortadores desgastados
NO - No tiene características de desgaste



CT – Cortador cincelado

Ref : Reed Hycalog PDC & Roller Cone Product Technology Reference Information

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Características de desgaste – Ejemplos

Barrenas de Cortador Fijo

- BF – Falla de adherencia
- BT – Cortadores rotos
- BU - Embolada
- CT – Cortadores cincelados
- ER - Erosión
- HC – Dañada por calor
- JD - daño por chatarra metálica
- LN – Tobera perdida
- LT – Cortador perdido
- NR – No se puede volver a correr
- PN – Tobera tapada
- RG – diámetro externo desgastado
- RO - desgaste anillado
- RR – Se puede volver a correr
- SS – Desgaste de autoafilado
- TR - Tracking
- WO – barrena lavada
- WT – Cortadores desgastados
- NO - No tiene características de desgaste



LT – Cortador Pérdido

Ref : Reed Hycalog PDC & Roller Cone Product Technology Reference Information

Cortesía de **REED Hycalog**
A Grant Pridco Company

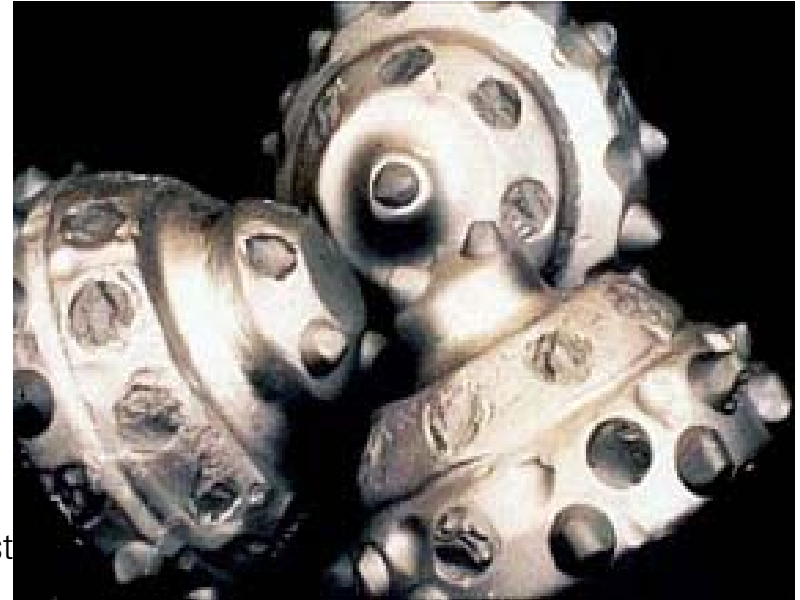
9. Selección y Evaluación de Barrenas

Características de desgaste – Ejemplos

Barrenas de Cono de Rodillos

*BC – Cono roto	LN – Tobera perdida
BF - Falla de adherencia	LT – Dientes/cortadores perdidos
BT – Dientes/cortadores rotos	OC – Desgaste descentrado
BU – Barrena embolada	PB – Barrena deformada
*CC – Cono agrietado	PN – Tobera/pasaje de flujo tapados
*CD – Cono atascado	RG – diámetro externo desgastado
CI – Interferencia de cono	RO - desgaste anillado
CR - Cortado de núcleos	SD – Faldón dañado
CT – Dientes/cortadores cincelados	SS – Desgaste de autoafilado
ER - Erosión	TR - Tracking
FC – Desgaste en crestas planas	WO – barrena lavada
HC – Dañada por calor	WT – Dientes/cortadores desgastados
JD - daño por chatarra metálica	NO - No tiene características de desgaste
*LC – Cono perdido	

* Mostrar cono en lugar 4



BT – Dientes/Cortadores Rotos

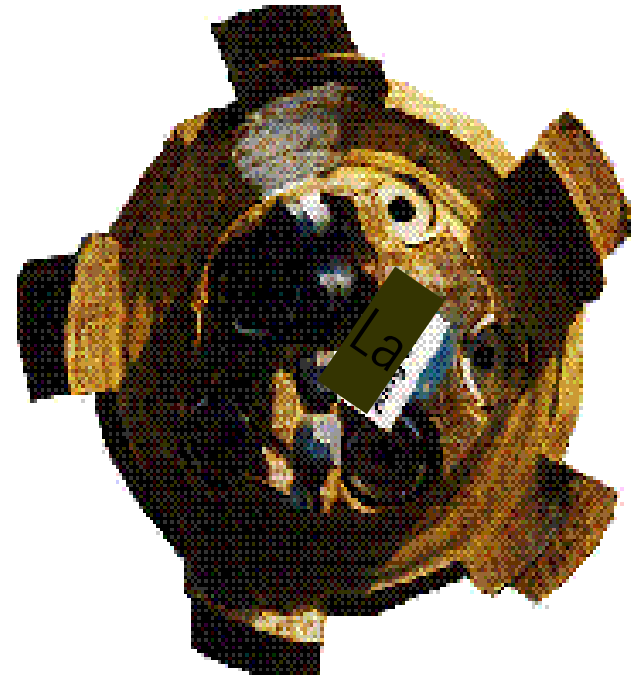
Ref :Manual de Perforación IADC Edición Décimoprimer

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Características de desgaste – Ejemplos

Barrenas de Cortador Fijo

- BF – Falla de adherencia
- BT – Cortadores rotos
- BU - Embolada
- CT – Cortadores cincelados
- ER - Erosión
- HC – Dañada por calor
- JD - daño por chatarra metálica
- LN – Tobera perdida
- LT – Cortador perdido
- NR – No se puede volver a correr
- PN – Tobera tapada
- RG – diámetro externo desgastado
- RO - desgaste anillado
- RR – Se puede volver a correr
- SS – Desgaste de autoafilado
- TR - Tracking
- WO – barrena lavada
- WT – Cortadores desgastados
- NO - No tiene características de desgaste



RO – desgaste anillado

Ref : Reed Hycalog PDC & Roller Cone Product Technology Reference Information

Revisión de Equipos, Herramientas y Cálculos de Perforación

Asociación de **REED Hycalog**
A Grant Pridco Company

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Características de desgaste – Ejemplos

Barrenas de Cono de Rodillos

- *BC – Cono roto
 - BF - Falla de adherencia
 - BT – Dientes/cortadores rotos
 - BU – Barrena embolada
 - *CC – Cono agrietado
 - *CD – Cono atascado
 - CI – Interferencia de cono
 - CR - Cortado de núcleos
 - CT – Dientes/cortadores cincelados
 - ER - Erosión
 - FC – Desgaste en crestas planas
 - HC – Dañada por calor
 - JD - daño por chatarra metálica
 - *LC – Cono perdido
 - LN – Tobera perdida
 - LT – Dientes/cortadores perdidos
 - OC – Desgaste descentrado
 - PB – Barrena deformada
 - PN – Tobera/pasaje de flujo tapados
 - RG – diámetro externo desgastado
 - RO - desgaste anillado
 - SD – Faldón dañado
 - SS – Desgaste de autoafilamiento
 - TR - Tracking
 - WO – barrena lavada
 - WT – Dientes/cortadores desgastados
 - NO - No tiene características de desgaste
- * Muestra cono abajo del lugar 4



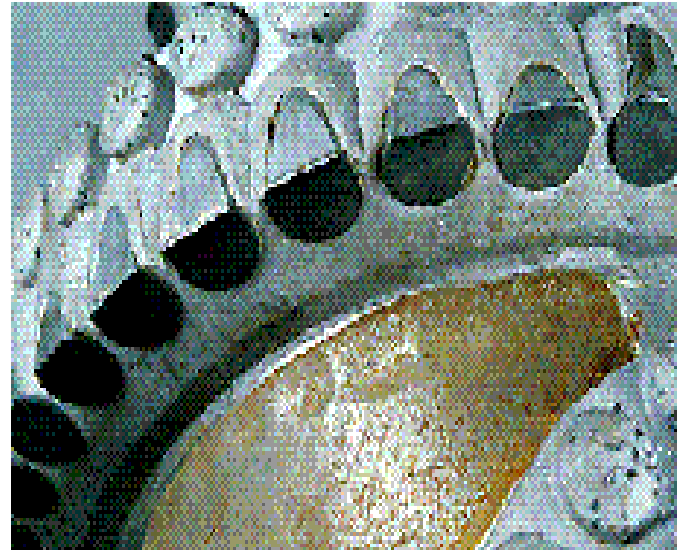
JD – daño por chatarra metálica

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Características de desgaste – Ejemplos

Barrenas de Cortador Fijo

BF – Falla de adherencia
BT – Cortadores rotos
BU - Embolada
CT – Cortadores cincelados
ER - Erosión
HC – Dañada por calor
JD - daño por chatarra metálica
LN – Tobera perdida
LT – Cortador perdido
NR – No se puede volver a correr
PN – Tobera tapada
RG – diámetro externo desgastado
RO - desgaste anillado
RR – Se puede volver a correr
SS – Desgaste de autoafilamiento
TR - Tracking
WO – barrena lavada
WT – Cortadores desgastados
NO - No tiene características de desgaste



WT – Cortadores Desgastados

Ref : Reed Hycalog PDC & Roller Cone Product Technology Reference Information

Cortesía de **REED Hycalog**
A Grant Pridco Company

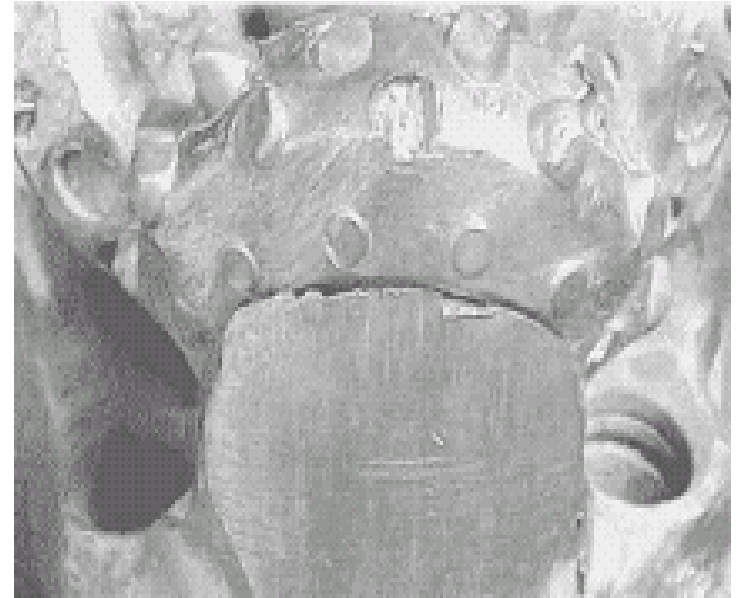
9. Selección y Evaluación de Barrenas

Características de desgaste – Ejemplos

Barrenas de Conos de Rodillos

*BC – Cono roto	LN – Tobera perdida
BF - Falla de adherencia	LT – Dientes/cortadores perdidos
BT – Dientes/cortadores rotos	OC – Desgaste descentrado
BU – Barrena embolada	PB – Barrena deformada
*CC – Cono agrietado	PN – Tobera/pasaje de flujo tapado
*CD – Cono atascado	RG – Calibre redondeado
CI – Interferencia de cono	RO - desgaste anillado
CR - Cortado de núcleos	SD – Faldón dañado
CT – Dientes/cortadores cincelados	SS – Desgaste de autoafilamiento
ER - Erosión	TR - Tracking
FC – desgaste en crestas planas	WO – barrena lavada
HC – Dañada por calor	WT – Dientes/cortadores desgastados
JD - daño por chatarra metálica	NO - No tiene características de desgaste
*LC – Cono perdido	

* Mostrar el cono abajo del lugar 4



SD – Faldón Dañado

Ref : Manual de Perforación de la IADC- Edición Once

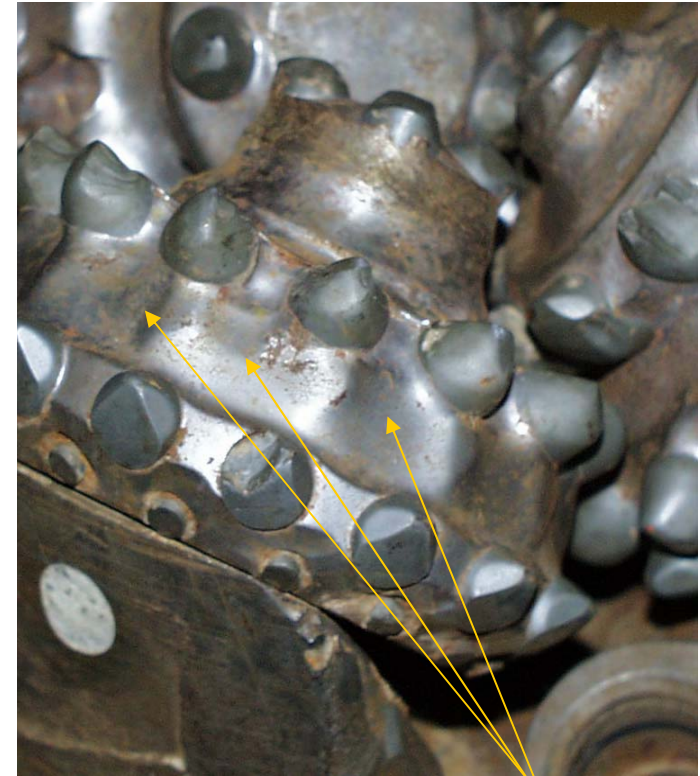
9. Selección y Evaluación de Barrenas

Características de desgaste – Ejemplos

Barrenas de Conos de Rodillos

*BC – Cono roto	LN – Tobera perdida
BF - Falla de adherencia	LT – Dientes/cortadores perdidos
BT – Dientes/cortadores rotos	OC – Desgaste descentrado
BU – Barrena embolada	PB – Barrena deformada
*CC – Cono agrietado	PN – Tobera/pasaje de flujo tapados
*CD – Cono atascado	RG – diámetro externo desgastado
CI – Interferencia de cono	RO - desgaste anillado
CR - Cortado de núcleos	SD – Faldón dañado
CT – Dientes/cortadores cincelados	SS – Desgaste de autoafilamiento
ER - Erosión	TR - Tracking
FC – Desgaste en crestas planas	WO – barrena lavada
HC – Dañada por calor	WT – Dientes/cortadores desgastados
JD - daño por chatarra metálica	NO - No tiene características de desgaste
*LC – Cono perdido	

* Mostrar el cono abajo del lugar 4



TR - Tracking

Cortesía de **REED Hycalog**
A Grant Pridco Company

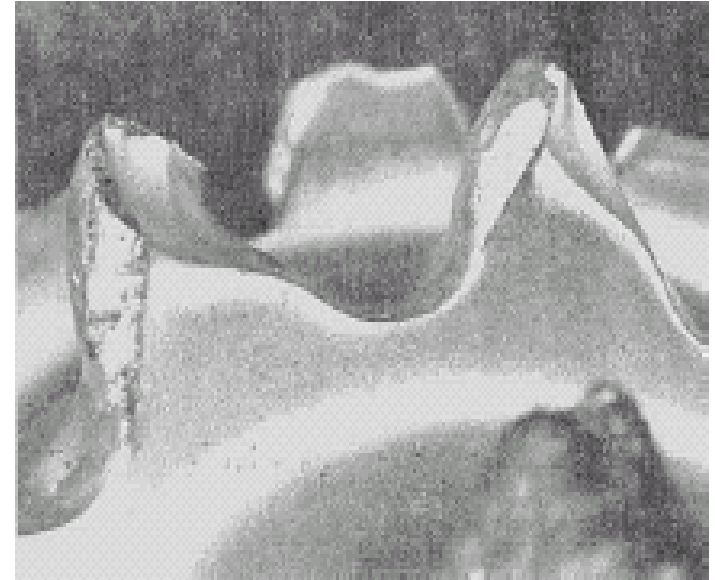
9. Selección y Evaluación de Barrenas

Características de desgaste – Ejemplos

Barrenas de Conos con Rodillos

- | | |
|------------------------------------|---|
| *BC – Cono roto | LN – Tobera perdida |
| BF - Falla de adherencia | LT – Dientes/cortadores perdidos |
| BT – Dientes/cortadores rotos | OC – Desgaste descentrado |
| BU – Barrena embolada | PB – Barrena deformada |
| *CC – Cono agrietado | PN – Tobera/pasaje de flujo tapados |
| *CD – Cono atascado | RG – diámetro externo desgastado |
| CI – Interferencia de cono | RO - desgaste anillado |
| CR - Cortado de núcleos | SD – Faldón dañado |
| CT – Dientes/cortadores cincelados | SS – Desgaste de autoafilado |
| ER - Erosión | TR - Tracking |
| FC – Desgaste en crestas planas | WO – barrena lavada |
| HC – dañada por calor | WT – Dientes/cortadores desgastados |
| JD - daño por chatarra metálica | NO - No tiene características de desgaste |
| *LC – Cono perdido | |

* Muestre el cono abajo del lugar 4



SS – Desgaste de Autoafilado

Ref : Manual de Perforación de la IADC – Edición once

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Características de desgaste – Ejemplos

Barrenas de Conos de Rodillos

*BC – Cono roto	LN – Tobera perdida
BF - Falla de adherencia	LT – Dientes/cortadores perdidos
BT – Dientes/cortadores rotos	OC – Desgaste descentrado
BU – Barrena embolada	PB – Barrena deformada
*CC – Cono Agrietado	PN – Tobera/pasaje de flujo tapado
*CD – Cono atascado	RG – diámetro externo desgastado
CI – Interferencia de Cono	RO - desgaste anillado
CR - Cortado de núcleos	SD – Faldón dañado
CT – Dientes/cortadores cincelados	SS – Desgaste de autoafilamiento
ER - Erosión	TR - Tracking
FC – Desgaste en crestas planas	WO – barrena lavada
HC – Dañada por calor	WT – Dientes/cortadores desgastados
JD - daño por chatarra metálica	NO - No tiene características de desgaste
*LC – Cono perdido	

* Muestre el cono en el lugar 4



ER – Erosión

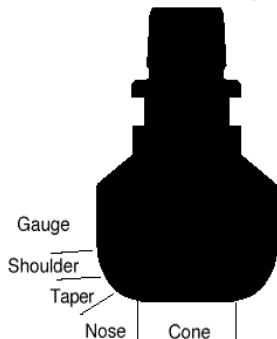
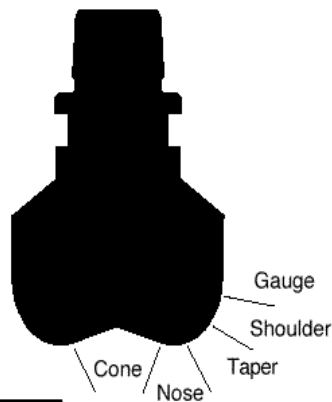
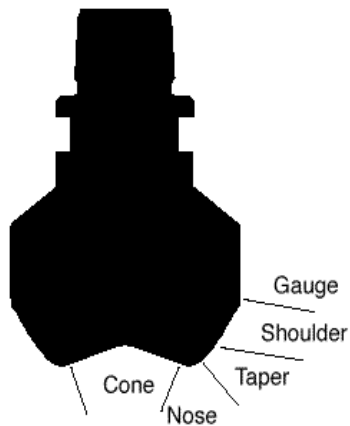
Ref : Manual de Perforación de la IADC- Edición Once

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Código IADC para calificación del desgaste de Barrenas

Estructura de Corte				B	G	Comentarios	
HILERAS INTERIORES	HILERAS EXTERIORES	CARACT. DE DESGASTE	UBICACIÓN DESGASTE	SELLO DE BALINERAS	CALIBRE 1/16"	OTRAS CARACTERISTICAS DE DESGASTE	RAZON PARA SACAR LA BARRENA

Barrenas de Cortador Fijo



- C - Cono
- N - Nariz
- T - Ahusamiento
- S - Hombro
- G - Diámetro

Barrenas de Cono de Rodillos

- N – Hilera de la Nariz
 - M – Hilera intermedia
 - G – Hilera del calibre
 - A – Todas las Hileras
- }
- Cono 1, 2 o 3

Ref : Reed Hycalog PDC & Roller Cone Product Technology Reference Information

Cortesía de **KCM**
A Grant Prideco Company

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Código IADC para calificación del desgaste de Barrenas

Estructura de Corte				B	G	Comentarios	
HILERAS INTERIORES	HILERAS EXTERIORES	CARACT. DE DESGASTE	UBICACION DESGASTE	CONDICIÓN COJINETES	CALIBRE 1/16"	OTRAS CARACTERISTICAS DE DESGASTE	RAZON PARA SACAR LA BARRENA

Barrenas de Conos de Rodillos

Barrenas de Cortador Fijo

Este cuadro es para barrenas de conos de rodillos. Las barrenas de cortador fijo siempre van a estar designadas con una "X".

Cojinetes no Sellados

Una escala lineal que estima la vida usada del cojinete. (0 – No se ha usado la vida útil, 8 – Se usó toda la vida útil, es decir no queda vida útil en el cojinete.

Cojinetes Sellados

E – Sellos siguen Efectivos

F – Fallaron los Sellos

N – No se pudo calificar

Ref : Reed Hycalog PDC & Roller Cone Product Technology Reference Information

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Código IADC para calificación del desgaste de Barrenas

Estructura de Corte				B	G	Comentarios	
HILERAS INTERIORES	HILERAS EXTERIORES	CARACT. DE DESGASTE	UBICACION DESGASTE	CONDICIÓN COJINETES	CALIBRE 1/16"	OTRAS CARACTERISTICAS DE DESGASTE	RAZON PARA SACAR LA BARRENA

Para Todas las Barrenas

La letra "I" se usa para designar barrenas que están en su diámetro original

Si la barrena sale con un diámetro menor que el original, el desgaste de calibre o reducción en el diámetro se mide y registra en 1/16". Por ejemplo, si la barrena tiene 1/8" menos de diámetro, indica que tiene un desgaste de 2/16" y se reporta: desgaste de calibre = 2 (se entiende que son dieciseisavos de pulgada)

Ref : Reed Hycalog PDC & Roller Cone Product Technology Reference Information

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Código IADC para calificación del desgaste de Barrenas

Estructura de Corte				B	G	Comentarios	
HILERAS INTERIORES	HILERAS EXTERIORES	CARACT. DE DESGASTE	UBICACION DESGASTE	SELLO DE BALINERAS	CALIBRE 1/16"	OTRAS CARACTERISTICAS	RAZON PARA SACAR LA BARRENA

Esto es para las características de desgaste secundarias y utiliza los mismos códigos que para las características de desgaste primarias.

Barrenas de Cortador Fijo

BF – Falla de adherencia
 BT – Cortadores rotos
 BU - Embolada
 CT – Cortadores cincelados
 ER - Erosión
 HC – Dañada por calor
 JD - daño por chatarra metálica
 LN – Tobera perdida
 LT – Cortador perdido
 NR – No se puede volver a correr
 PN – Tobera tapada
 RG – diámetro externo desgastado
 RO - desgaste anillado
 RR – Se puede volver a correr
 SS – Desgaste de autoafilamiento
 TR - Tracking
 WO – barrena lavada
 WT – Cortadores desgastados
 NO - No tiene características de desgaste

Barrenas de Cono de Rodillos

*BC – Cono roto
 BF - Falla de adherencia
 BT – Dientes/cortadores rotos
 BU – Barrena embolada
 *CC – Cono agrietado
 *CD – Cono atascado
 CI – Interferencia de cono
 CR - Cortado de núcleos
 CT – Dientes/cortadores cincelados
 ER - Erosión
 FC – Desgaste en crestas planas
 HC – Dañada por calor
 JD - daño por chatarra metálica
 *LC – Cono perdido

LN – Tobera perdida
 LT – Dientes/cortadores perdidos
 OC – Desgaste descentrado
 PB – Barrena deformada
 PN – Tobera/pasaje de flujo tapados
 RG – diámetro externo desgastado
 RO - desgaste anillado
 SD – SFaldón dañado
 SS – Desgaste de autoafilamiento
 TR - Tracking
 WO – barrena lavada
 WT – Dientes/cortadores desgastados
 NO - No tiene características de desgaste

* Muestre el cono en el lugar 4

Ref : Reed Hycalog PDC & Roller Cone Product Technology Reference Information

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Código IADC para calificación del desgaste de Barrenas

Estructura de Corte				B	G	Comentarios	
HILERAS INTERIORES	HILERAS EXTERIORES	CARACT. DE DESGASTE	UBICACION DESGASTE	SELLO DE BALINERAS	CALIBRE 1/16"	OTRAS CARACTERISTICAS DE DESGASTE	RAZON PARA SACAR LA BARRENA

Para Todas las Barrenas

BHA – Cambiar el ensamble de fondo de pozo

DMF – Falla del motor en el pozo

DSF – Falla de la sarta de perforación

DST – Prueba de la Sarta de perforación

DTF – Falla de la herramienta de fondo de pozo

RIG – Reparación del equipo de perforación

CM – Condición del lodo

CP – Punto para sacar núcleos

DP – Taponamiento del pozo

FM – Cambio de formación

HP – problemas de pozo

HR - Horas

PP – Presión de Bombeo

PR – Velocidad de perforación

TD – Profundidad total / Punto para tubería de revestimiento

TQ - Torque

TW – Torque excesivo

WC – Condiciones climáticas

WO – Rotura de la sarta de perforación por fuga hidráulica

Ref : Reed Hycalog PDC & Roller Cone Product Technology Reference Information

Cortesía de **REED Hycalog**
A Grant Pridco Company

9. Selección y Evaluación de Barrenas

Clave para Calificar desgaste en las Barrenas:

Calificar MUCHAS BARRENAS DESGASTADAS...!

9. Selección y Evaluación de Barrenas

