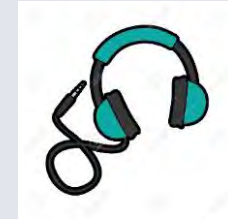


# BIENVENIDO! SU CURSO COMENZARA PRONTAMENTE



Mantenga su micrófono cerrado durante la presentación

La sesión tendrá 45 minutos de exposición



Al final habrá 10 minutos de preguntas.

Muchas Gracias!!



# PRESENTA ASPECTOS CRITICOS COLUMNAS DE PERFORACIÓN

**Facilitador**



**Guillermo Valenzuela C.**  
**Gerente Técnico**

# ASPECTOS CRÍTICOS DE UNA HERRAMIENTA DE PERFORACIÓN

Este trabajo está dirigido a supervisores de PerVol y administradores de contratos de perforación, su objetivo es ayudarlos a minimizar o eliminar aquellos aspectos críticos que intervienen en la aplicación de las herramientas de perforación.

## TEMARIO

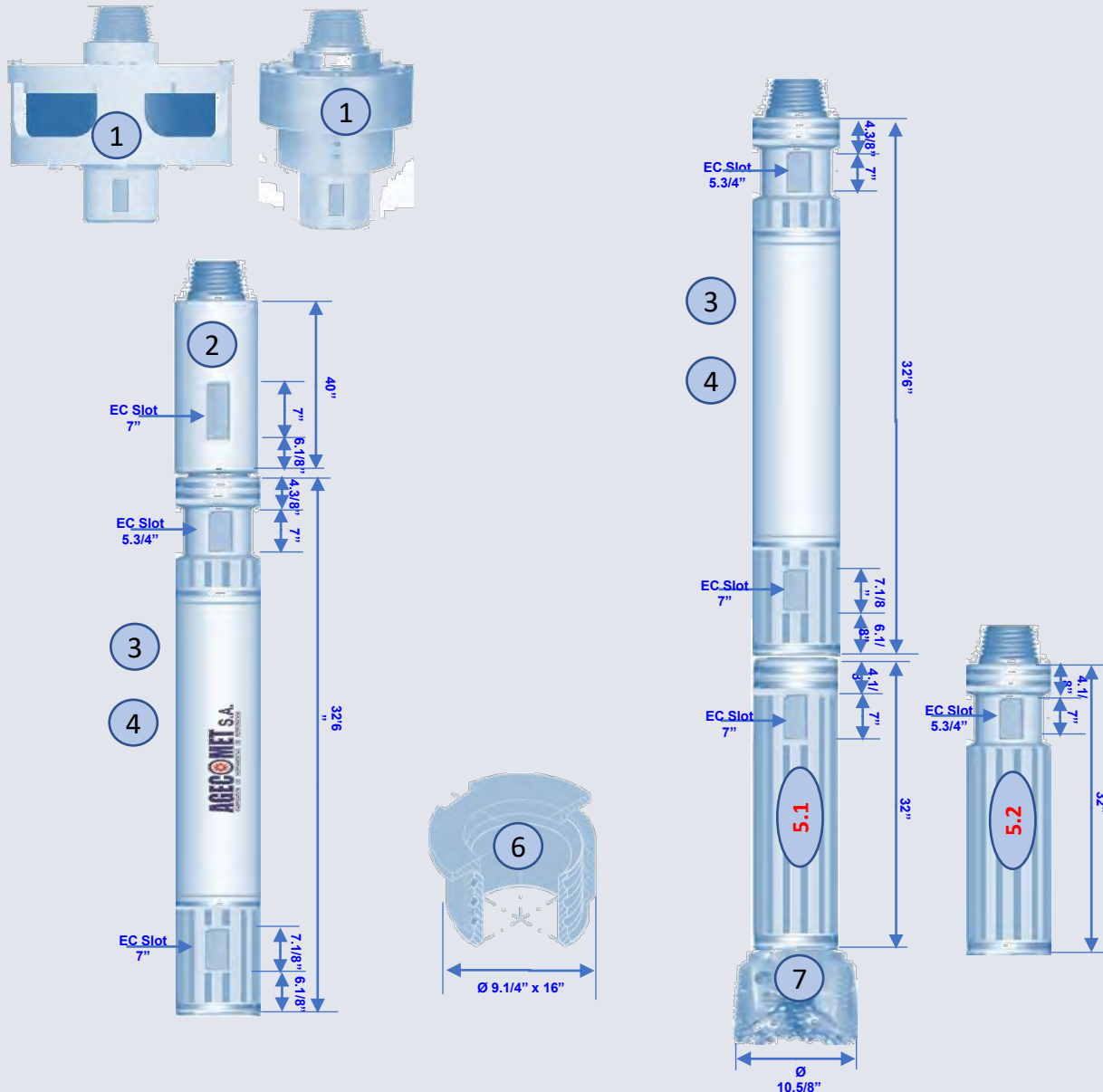
- 1) Generalidades
- 2) Selección de la geometría
- 3) Selección de los aceros
- 4) Estado Mecánico de la perforadora .
- 5) Disponibilidad Parámetros
- 6) Experticia del operador.
- 7) Aplicación parámetros.
- 8) Rotación oportuna.
- 9) Descarte aceros.
- 10) Vibraciones extremas.
- 11) Ensamble columna de perforación
- 12) Procedimientos para buen uso.

## GENERALIDADES

- 1) Selección de la geometría de la columna de perforación
- 2) Selección de los aceros en función de la calidad geo mecánica de la roca a perforar.
- 3) Estado Mecánico de la perforadora .  
( Cumplimiento de los programas de mantención)
- 4) Disponibilidad en la perforadora de los parámetros (Aire, Pulldown, Torque, RPM.)
- 5) Experticia del operador.
- 6) Aplicar los parámetros en función de tipo de terreno que se este perforando.
- 7) Rotación oportuna de los aceros en función del desgaste.
- 8) Sacar de operación aceros con excesivo desgaste, pandeados, hilos gastados y/o engranados, fugas de agua o aire, presencia de fisura.
- 9) Vibraciones extremas que no se disipan en la roca y se quedan en los componentes de la columna.

# SELECCIÓN GEOMETRIA COLUMNAS DE PERFORACION

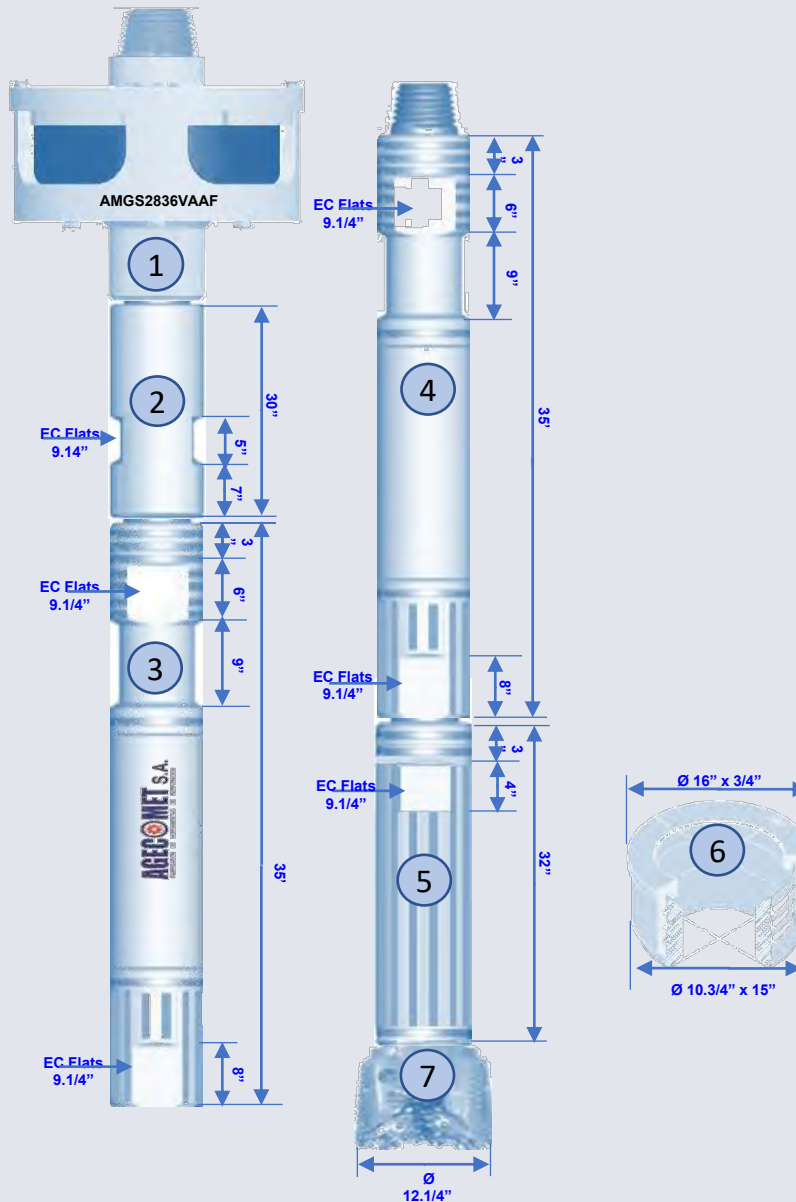
## Columnas 9.1/4" x 32'6" Bucyrus B49HR Pin Box Estándar



Item	Descripción
1	AGM-AMX 28.1AX o AGC18-29TAX Amortiguador Rotatorio x Pin 7.5/8" Api Reg. Box Beco 6"
2	AS091424BAWX Adaptador Superior (Top Sub) 9.1/4" x 40" x Pin Beco 8" y Beco 6" x Box Beco 6"
3	BP0914326BABAWX Barra de Perforación 9.1/4" x 32'6" x 1" SAE4140 Pin Box Beco 6" HF Estándar.
4	BP0914326BSBAWX Barra de Perforación 9.1/4" x 32'6" x 1 ST52 Pin Box Beco 6", HF Estándar.
5	AT091432BAWX Adaptador de Tricono 9.1/4" x 32" x Pin Beco 6" x Box Beco 6" Hard Facing Longitud total. <b>Validar Figura 5.1 o 5.2</b>
6	AG091416BA Anillo Guia 9.1/4" x 16" x 3 Pistas Rodamientos x Bujes Int. y Ext. con Tratamiento Térmico.
7	Tricono 10.5/8" Pin Api 6.5/8" Reg.

# SELECCIÓN GEOMETRIA COLUMNAS DE PERFORACION

## Columnas 9.1/4" x 35' Piv Viper 351 Pin Box Estándar



Item	Descripción
1	Código SAP Código Agecomet AMGS2836VAAF Amortiguador Rotatorio x Pin 7.5/8" Api Reg. Box Beco 8"
2	Código SAP Código Agecomet AS103430VAEF Adaptador Superior (Top Sub) x 10.3/4" x 30" x Pin Beco 8" Box Beco 8"
3	Código SAP Código Agecomet BP1034350DAVAEF Barra de Perforación 10.3/4" x 35' x 1.1/2" AISI/SAE4140 Pin Box Beco 8". HF Estándar.
4	Código SAP Código Agecomet BP1034350DAVAEF Barra de Perforación 10.3/4" x 35' x 1.1/2" AISI/SAE4140 Pin Box Beco 8". HF Estándar.
5	Código SAP Código Agecomet AT103432VAEN Adaptador de Tricono 10.3/4" x 32" x Pin Beco 8 x Box Api 6.5/8" Reg. x Hard Facing Longitud total.
6	Código SAP Código Agecomet AG09141500VA Anillo Guía 10.3/4" x 15" x 3 Pistas Rodamientos x Bujes Int. y Ext. con Tratamiento Térmico.
7	Código SAP Código Agecomet No aplica Tricono 12.1/4" Pin Api 6.5/8" Reg.

# SELECCION DE ACEROS

Composición química y propiedades de aceros utilizados en herramientas mineras

Tipo de Acero	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
4340	0,38 - 0,43	0,60 - 0,80	0,15 - 0,35	0,035 Max.	0,040 Max.	0,70 - 0,90	0,20 - 0,30	1,65 - 2,00	
4140	0,38 - 0,43	0,75 - 1,00	0,15 - 0,35	0,035 Max.	0,040 Max.	0,80 - 1,10	0,15 - 0,25		
4130	0,28- 0,33	0,40- 0,60	0,15 - 0,35	0,035 Max	0,040 max	0,80 - 1,10	0,15 - 0,25		
ST 52	0,22 max	1,15 - 1,60	0,55 Max	0,040 Max	0,035 Max				
4145H	0,43 - 0,49	0,85 - 1,10	0,10 - 0,35	0,035 Max.	0,40 max	0,80 - 1,10	0,15 - 0,25	0,25 Max	
A106	0,30 max	0,29 - 1,06	0,1 min	0,035 Max	0,035 Max			0,4 max	0,4 max

Resistencia a la tracción,  
aumenta fragilidad

Purifica, maleabilidad,  
resistencia, dureza

Dureza, estabilizador de  
carburos

Impureza

Maquinabilidad

Profundidad dureza

Dureza, resistencia a T

Resistencia a t°, desgaste,  
dureza

Corrosión

Cada uno aporta lo suyo

Cada fabricante escoge con que acero trabajar cada herramienta

# SELECCIÓN DE ACEROS

## Propiedades mecánicas

Tipo de Acero	Límite de Fluencia (Mpa)	Resistencia Tracción (Mpa)	Elongación en 2" (%)	Dureza (HRC)	Dureza Brinell (HB)
4140	621	810 - 985	12	32-35	302 - 328
42CrMo	950 Mínimo	1.050 Mínimo	14	33-36	No Indica
4145HMod	680	930 - 1.013	13	32-36	302 - 341
4340	638 - 736	950 - 1.080	19	32-36	302 - 341
40CrMoNi	950 Mínimo	1.050 Mínimo	14	33-36	No Indica
ST52	410	560	21	<20	207
A106	250	400	20	<20	S/I
weldox 700	700	780-930	14	25,5-32	260-310
BRINAR 400	1100	1300	12	37-45	360-440
BRINAR 500	1250	1500	10	47-51	460-540

Fluencia y tracción: resistencia al peso propio y al pulldown, efecto alambrito.

Dureza: desgaste por detritos

Elongación: efecto alambrito

Usualmente las barras de perforación se arman con tubos en A106, ST52 o 4130/4140 (líneas premium).

AGECOMET PREFERENCIA EL USO DE TUBERÍAS EN ACEROS 4140 PARA MINAS MEDIAS Y DURAS, Y EN ALGUNAS MINAS BLANDAS ST52.



# Columnas de Perforación AGECOMET

## Información Técnica

- A.1 - Máximo Pull Down aplicable al conjunto de barras en modalidad Single Past.  
Ver resistencias en cuadro hojas anexas.
- A.2 - Máximo Torque a aplicar a las barras. Es en función del limite fluencia el cual para Tubos SAE 4140 es 90.000 Lbs x Pulgada<sup>2</sup> y en ST52 es 60.000 Lbs x Pulgada<sup>2</sup>
- A.3 - Pandeo máximo permisible en las barras. 3 mm.
- A.4 - Draf Técnico de detalle de barras. Se entrega según contrato adjudicado.
- A.5 - Metros Garantizados. Ver anexo garantías
- A.6 - Tipo de Acero: Pin y Box Acero AISI/SAE 4340 o AISI/SAE 4145H
  - A.6.1 - Procedencia del Acero  
Ascometal ThyssenKrupp Francia - Tubería Timken USA y Siderca Argentina.
  - A.6.2 - Aleación (composición del acero)  
Aleación de Cromo (0.5 – 0.95 %) – Molibdeno (0.20 – 0.25 %), (0.43%) C, (1.00 – 1.20%) Mn, (0.15 – 0.35%) Si, (0.162 – 0.250%) Ni, (0.010 – 0.025%) P, (0.011 – 0.025%) S.
  - A.6.3 - Resistencia a la abrasividad  
Dureza Acero 32-36 RC , Dureza Hard Facing 58 – 60 RC Soldadura Lincore 60 “O”
  - A.6.4 - Tipo de soldadura (unión) Arco Abierto Soldadora Mig Soldadura FABCO 115  
Hard Facing CORODUR 56 OA

# Resistencia Barras al Pull Down – Back (Limite Fluencia) Tubería SAE 4140

D/ Barra Pulg.	E/ Tubo Pulg.	Area Pulg.2	Resistencia Lbs.
		<b>1</b>	<b>90.000</b>
10 3/4	1 1/2	43 3/5	3.923.073
10 1/2	1 3/8	39 3/7	3.547.554
10 1/4	1 1/4	35 1/3	3.180.870
10	1 1/8	31 3/8	2.823.022
9 3/4	1	27 1/2	2.474.010
9 1/2	7/8	23 5/7	2.133.834
9 1/4	3/4	20	1.802.493
10 3/4	1	30 5/8	2.756.754
10 1/2	7/8	26 1/2	2.381.235
10 1/4	3/4	22 3/8	2.014.551
10	5/8	18 2/5	1.656.703
9 3/4	1/2	14 1/2	1.307.691
9 1/2	3/8	10 3/4	967.515
9 1/4	1/4	7	636.174

D/ Barra Pulg.	E/ Tubo Pulg.	Area Pulg.2	Resistencia Lbs.
		<b>1</b>	<b>90.000</b>
9 1/4	1 1/2	36 1/2	3.286.899
9	1 3/8	33	2.964.394
8 3/4	1 1/4	29 4/9	2.650.725
8 1/2	1 1/8	26	2.345.892
8 1/4	1	22 7/9	2.049.894
8	7/8	19 3/5	1.762.732
7 3/4	3/4	16 1/2	1.484.406
9 1/4	1	26	2.332.638
9	7/8	22 1/3	2.010.133
8 3/4	3/4	18 6/7	1.696.464
8 1/2	5/8	15 1/2	1.391.631
8 1/4	1/2	12 1/6	1.095.633
8	3/8	9	808.471
7 3/4	1/4	5 8/9	294.525

D/ Barra Pulg.	E/ Tubo Pulg.	Area Pulg.2	Resistencia Lbs.
		<b>1</b>	<b>90.000</b>
8 5/8	1	24	2.157.337
8 1/2	1	22 2/9	1.999.926
8 1/4	4/5	19	1.703.928
8	2/3	15 3/4	1.416.767
7 3/4	5/9	12 2/3	1.138.440
7 5/8	1/2	11 1/5	1.007.982
7 1/2	3/7	9 2/3	868.950

# Resistencia Barras al Pull Down – Back (Limite Fluencia) Tubería SAE 4140

D/ Barra Pulg.	E/ Tubo Pulg.	Area Pulg.2	Resistencia Lbs.
		<b>1</b>	<b>90.000</b>
7 5/8	1	20 5/6	1.874.593
7 1/2	1	19 2/7	1.735.560
7 1/4	4/5	16 2/5	1.474.906
7	2/3	13 3/5	1.223.087
6 3/4	5/9	10 8/9	980.104
6 5/8	1/2	9 5/8	866.610
6 1/2	3/7	8 2/7	745.956
6 1/4	1/3	5 7/9	520.645
6 1/2	3/4	13 5/9	1.219.334
6 1/4	5/8	11	994.022
6	1/2	8 2/3	777.546
5 3/4	3/8	6 1/3	569.906
5 1/2	1/4	4 1/8	371.102

D/ Barra Pulg.	E/ Tubo Pulg.	Area Pulg.2	Resistencia Lbs.
		<b>1</b>	<b>90.000</b>
6 1/2	1	17 2/7	1.555.092
6 1/4	7/8	14 7/9	1.329.780
6	3/4	12 3/8	1.113.305
5 3/4	5/8	10	905.664
5 1/2	1/2	7 6/7	706.860

D/ Barra Pulg.	E/ Tubo Pulg.	Area Pulg.2	Resistencia Lbs.
		<b>1</b>	<b>90.000</b>

# Resistencia Barras al Pull Down – Back (Limite Fluencia) Tubería ST52

D/ Barra Pulg.	E/ Tubo Pulg.	Area Pulg.2	Resistencia Lbs.
		<b>1</b>	<b>60.000</b>
10 3/4	1 1/2	43 3/5	2.615.382
10 1/2	1 3/8	39 3/7	2.365.036
10 1/4	1 1/4	35 1/3	2.120.580
10	1 1/8	31 3/8	1.882.015
9 3/4	1	27 1/2	1.649.340
9 1/2	7/8	23 5/7	1.422.556
9 1/4	3/4	20	1.201.662
10 3/4	1	30 5/8	1.837.836
10 1/2	7/8	26 1/2	1.587.490
10 1/4	3/4	22 3/8	1.343.034
10	5/8	18 2/5	1.104.469
9 3/4	1/2	14 1/2	871.794
9 1/2	3/8	10 3/4	645.010
9 1/4	1/4	7	424.116

D/ Barra Pulg.	E/ Tubo Pulg.	Area Pulg.2	Resistencia Lbs.
		<b>1</b>	<b>60.000</b>
9 1/4	1 1/2	36 1/2	2.191.266
9	1 3/8	33	1.976.263
8 3/4	1 1/4	29 4/9	1.767.150
8 1/2	1 1/8	26	1.563.928
8 1/4	1	22 7/9	1.366.596
8	7/8	19 3/5	1.175.155
7 3/4	3/4	16 1/2	989.604
9 1/4	1	26	1.555.092
9	7/8	22 1/3	1.340.089
8 3/4	3/4	18 6/7	1.130.976
8 1/2	5/8	15 1/2	927.754
8 1/4	1/2	12 1/6	730.422
8	3/8	9	538.981
7 3/4	1/4	5 8/9	294.525

D/ Barra Pulg.	E/ Tubo Pulg.	Area Pulg.2	Resistencia Lbs.
		<b>1</b>	<b>60.000</b>
8 5/8	1	24	1.438.224
8 1/2	1	22 2/9	1.333.284
8 1/4	4/5	19	1.135.952
8	2/3	15 3/4	944.511
7 3/4	5/9	12 2/3	758.960
7 5/8	1/2	11 1/5	671.988
7 1/2	3/7	9 2/3	579.300

# Resistencia Barras al Pull Down – Back (Limite Fluencia) Tubería ST52

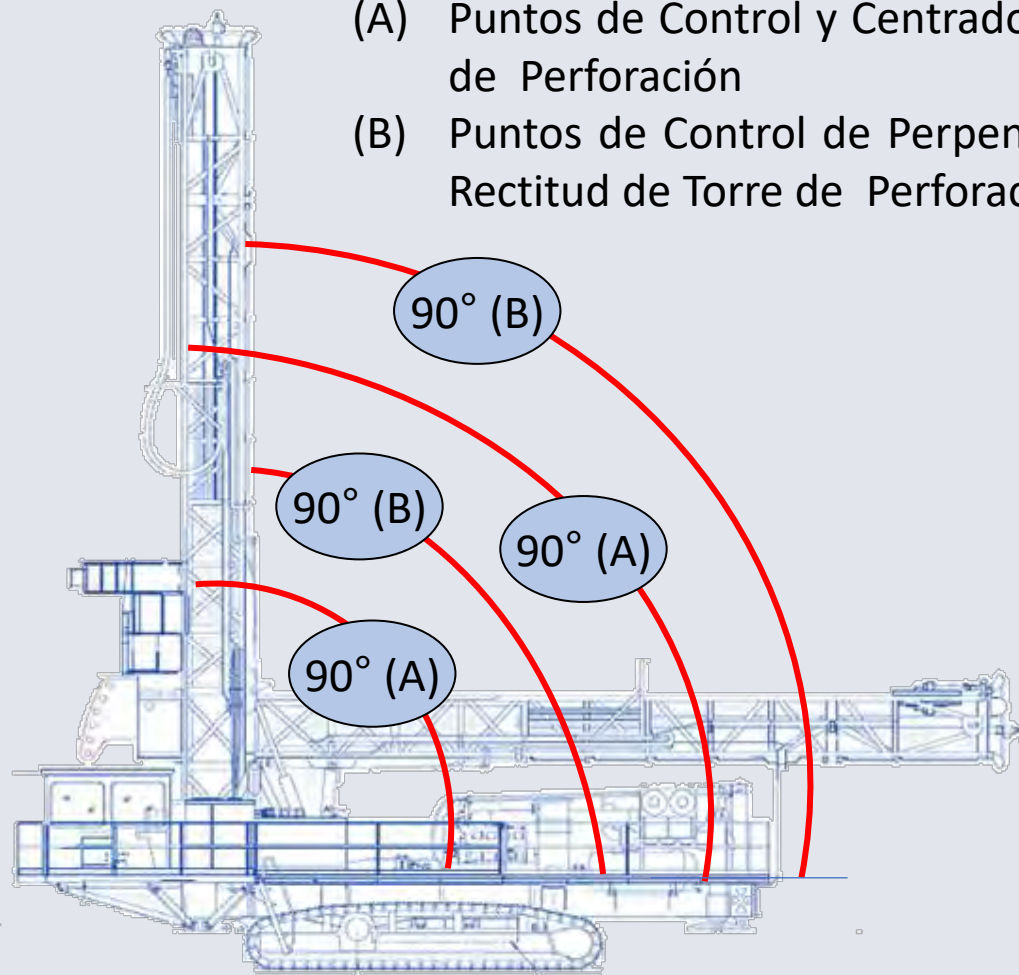
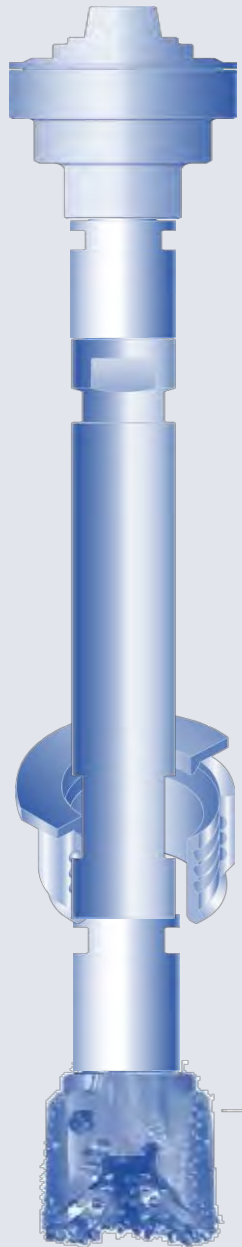
D/ Barra Pulg.	E/ Tubo Pulg.	Area Pulg.2	Resistencia Lbs.
		<b>1</b>	<b>60.000</b>
7 5/8	1	20 5/6	1.249.728
7 1/2	1	19 2/7	1.157.040
7 1/4	4/5	16 2/5	983.271
7	2/3	13 3/5	815.391
6 3/4	5/9	10 8/9	653.403
6 5/8	1/2	9 5/8	577.740
6 1/2	3/7	8 2/7	497.304
6 1/4	1/3	5 7/9	347.097
6 1/2	3/4	13 5/9	812.889
6 1/4	5/8	11	662.681
6	1/2	8 2/3	518.364
5 3/4	3/8	6 1/3	379.937
5 1/2	1/4	4 1/8	247.401

D/ Barra Pulg.	E/ Tubo Pulg.	Area Pulg.2	Resistencia Lbs.
		<b>1</b>	<b>60.000</b>
6 1/2	1	17 2/7	1.036.728
6 1/4	7/8	14 7/9	886.520
6	3/4	12 3/8	742.203
5 3/4	5/8	10	603.776
5 1/2	1/2	7 6/7	471.240

D/ Barra Pulg.	E/ Tubo Pulg.	Area Pulg.2	Resistencia Lbs.
		<b>1</b>	<b>60.000</b>

# ESTADO MECANICO DE LA PERFORADORA

Cumplimiento de los programas de mantención



- (A) Puntos de Control y Centrado de Columna de Perforación
- (B) Puntos de Control de Perpendicularidad y Rectitud de Torre de Perforación

90° (B)

90° (B)

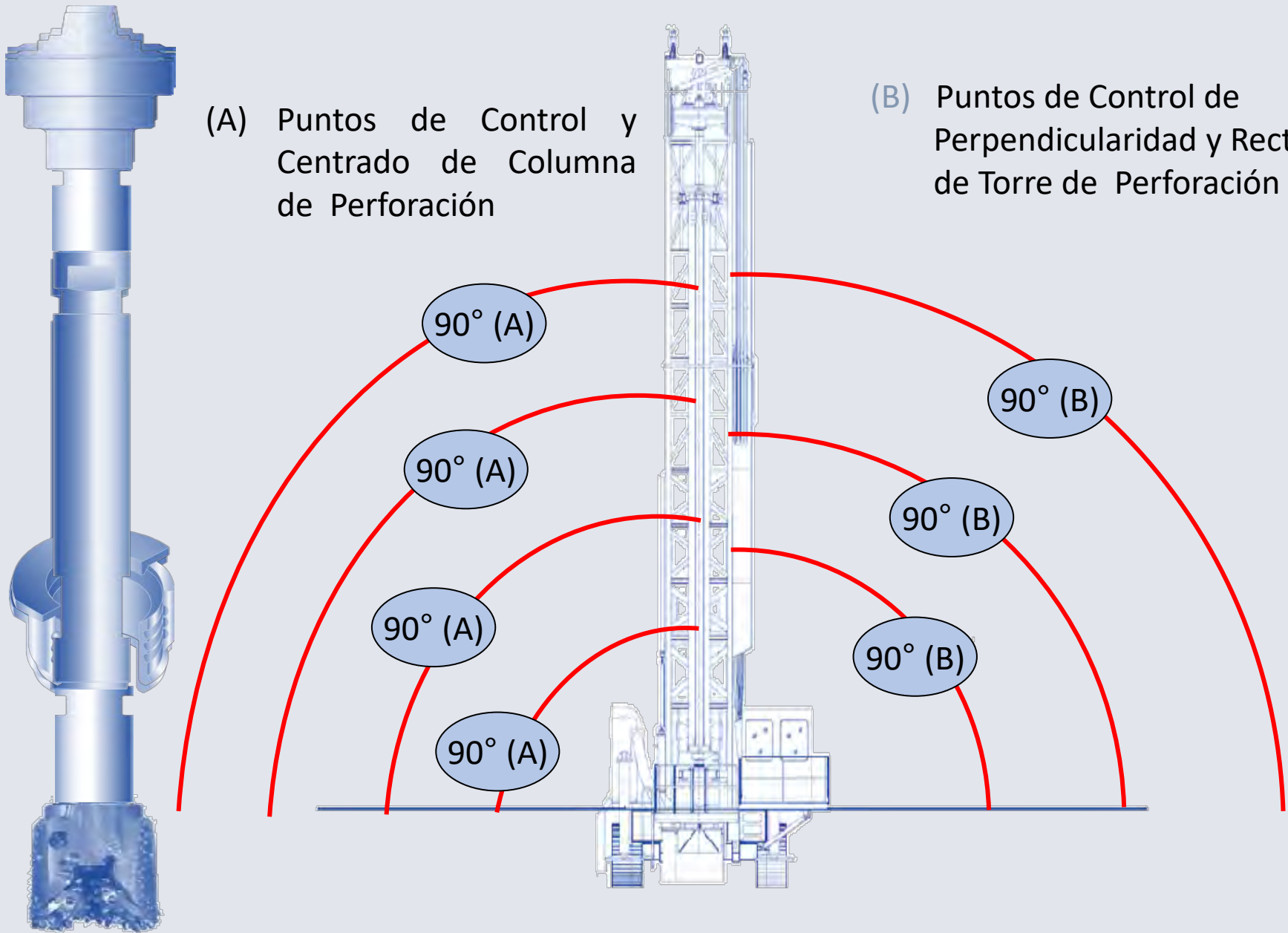
90° (A)

90° (A)

# ESTADO MECANICO DE LA PERFORADORA

(A) Puntos de Control y Centrado de Columna de Perforación

(B) Puntos de Control de Perpendicularidad y Rectitud de Torre de Perforación



# DISPONIBILIDAD PARAMETROS DE PERFORACIÓN

1) Aire



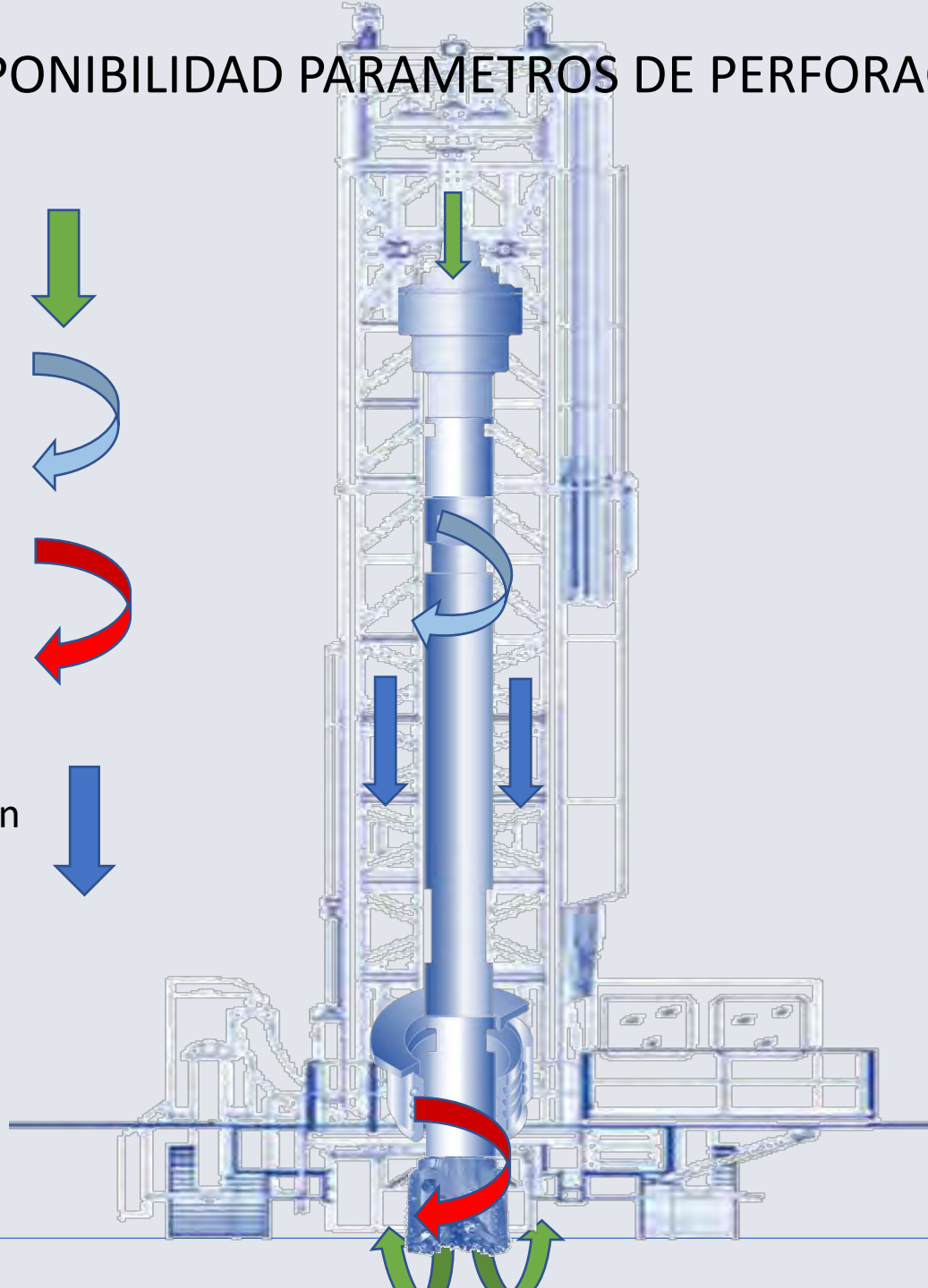
2) RPM



3) Torque



4) Pulldown



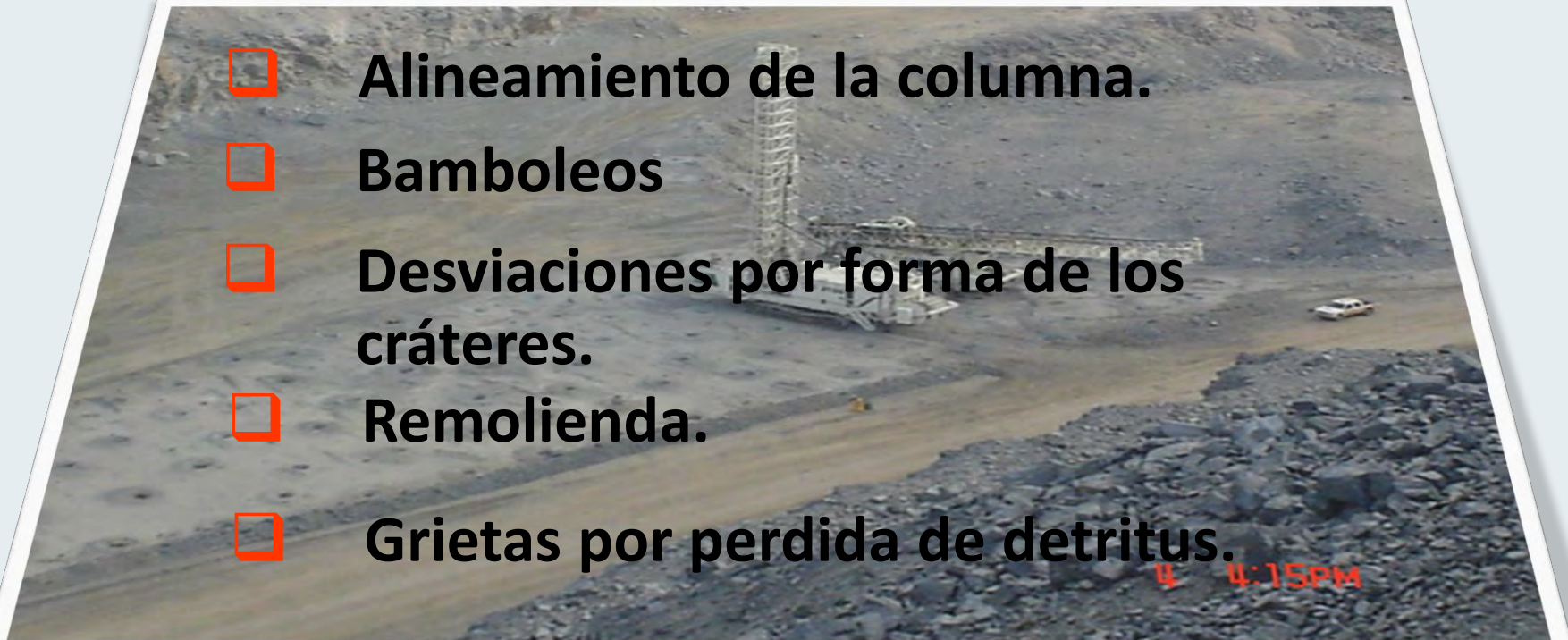


Ha finalizado la primera parte el curso  
Aspectos Críticos Columnas de perforación  
Ahora disponemos de 10' para sus  
preguntas y aclaración de dudas

# EXPERTICIA DEL OPERADOR

## VER EL PARTIDO DE ARRIBA

- Alineamiento de la columna.
- Bamboleos
- Desviaciones por forma de los cráteres.
- Remolienda.
- Grietas por perdida de detritus.



# BAMBOLEO



# BAMBOLEO

## Causas

- 1) Sistema del cabezal de rotación desalineado.
- 2) Hilos cruzados o engranados de los terminales e inadecuado ajuste de los hombros (espejos) de los terminales causando un condición desbalanceada.
- 3) Insuficiente torque.
- 4) Desgaste del Deck Bushing.
- 5) Pobre nivelación de la perforadora (gatos hidraulicos)

## Efectos

- 1) Prematuro desgaste de hilos y quiebres de terminal Pin ( Macho).
- 2) Desigual desgaste del diámetro de las barras y posibles fallas de soldaduras.
- 3) Rotacion desbalanceada que resulta en vibraciones y fallas en el cabezal de rotación y prematuras fallas en los triconos.
- 4) Vibraciones extremas que resulta en reducción en la vida útil de los componentes de la columna.

# DAÑOS DE HILOS

## Causas

- 1) Hilos cruzados en los hilos de terminales causan una condición desbalanceada y bamboleo de la columna de perforación.
- 2) Acoplamiento de hilos inadecuado , falta de torque.
- 3) Excesivo torque.
- 4) Continuo uso de componentes gastados en la columnna.
- 5) Pobre nivelación de la perforadora (gatos hidraulicos )

## Efectos





# PARAMETROS INADECUADOS

## Causas

- 1) Excesivo Pull-Down
- 2) Malas practicas de operación.
- 3) Atrapamiento de la columna de perforación cuando es dejada detenida en el pozo.
- 4) Inadecuada nivelación de la perforadora.
- 5) Pobre monitoreo de condiciones de perforación ( geología ).

## Efectos



# DESVIACIONES POR FORMA DE LOS CRATERES



# APLICACIÓN DE PARAMETROS

1) Aire



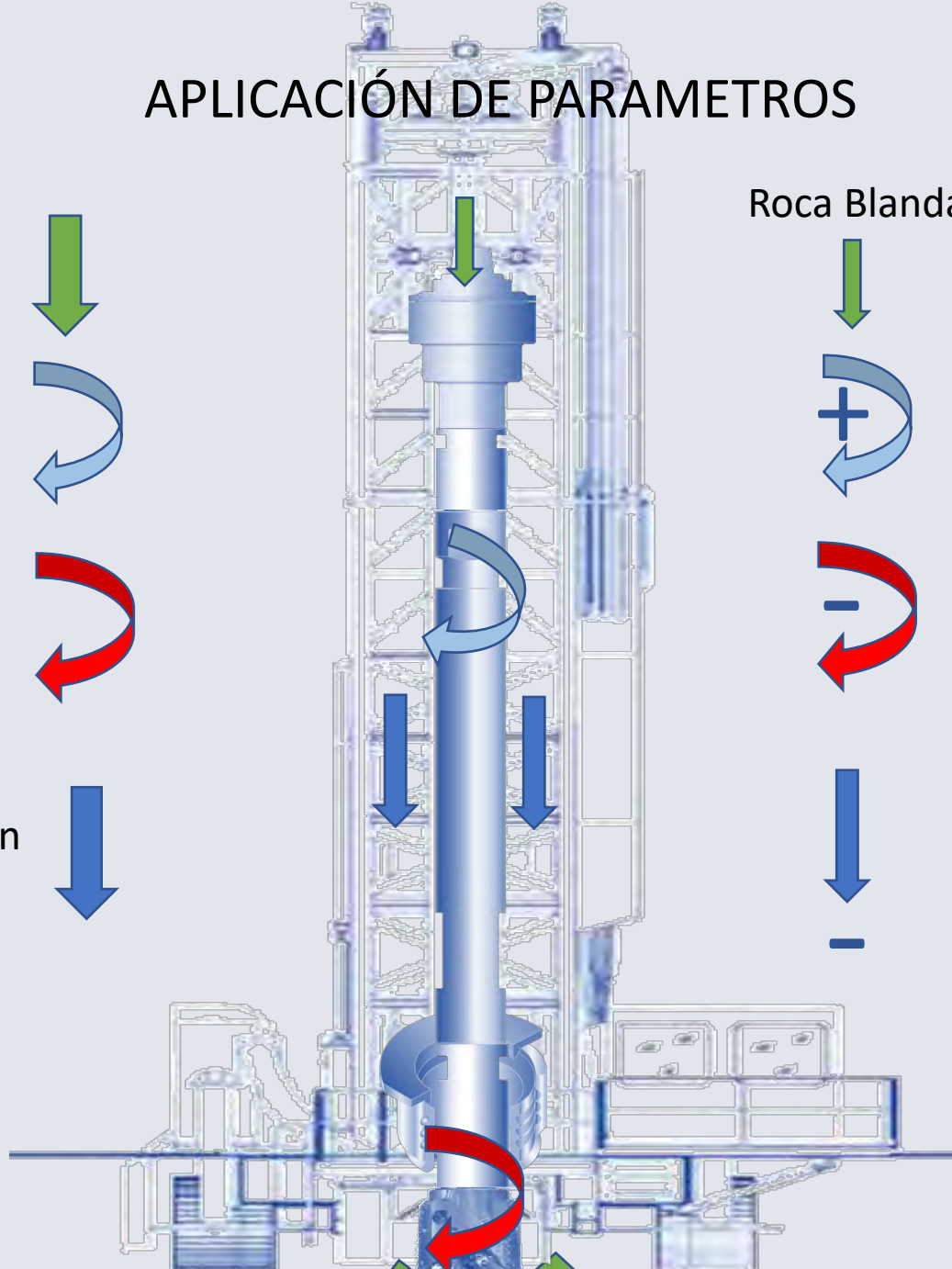
2) RPM



3) Torque



4) Pulldown



Roca Blanda



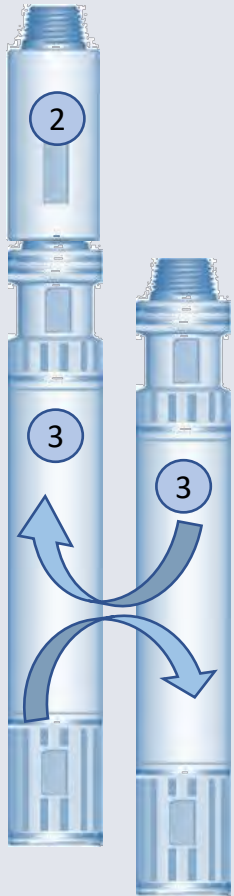
Roca Dura



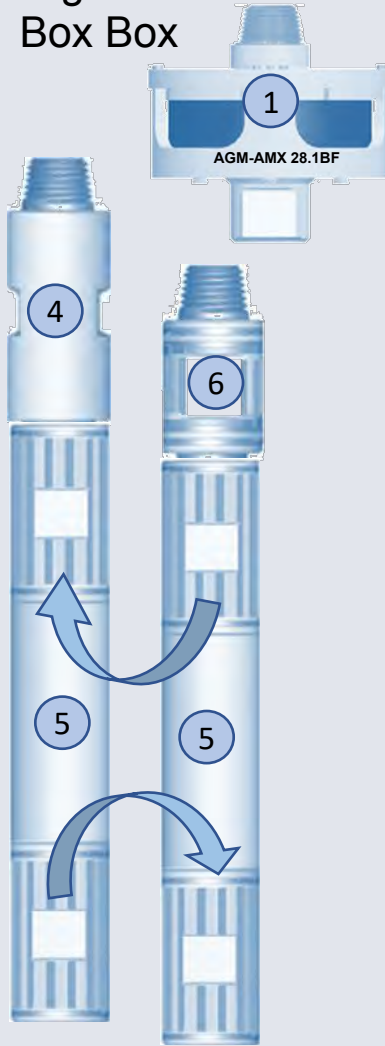


# Rotación de Columnas B49HR - PV 351

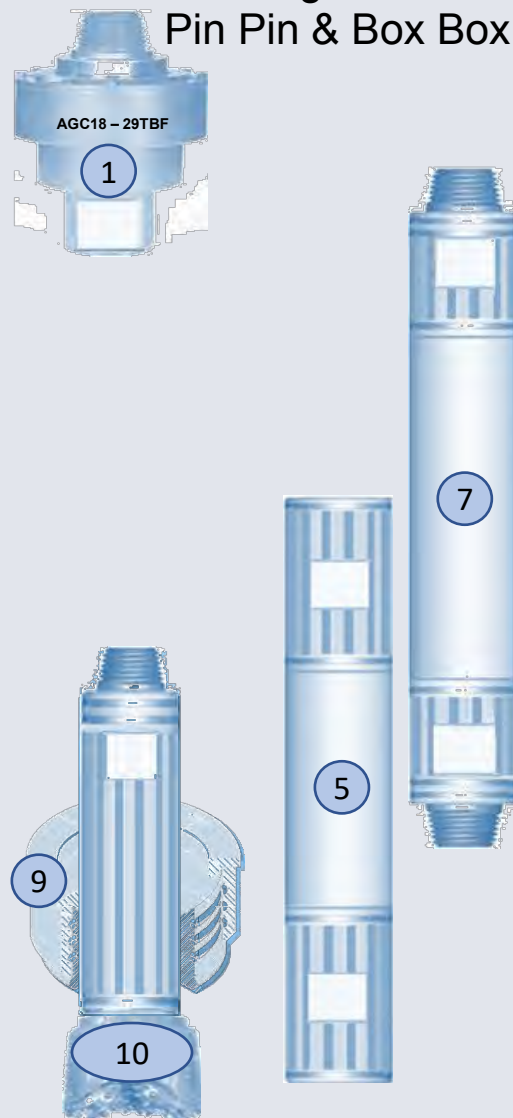
Configuración  
Pin Box



Configuración  
Box Box



Configuración  
Pin Pin & Box Box

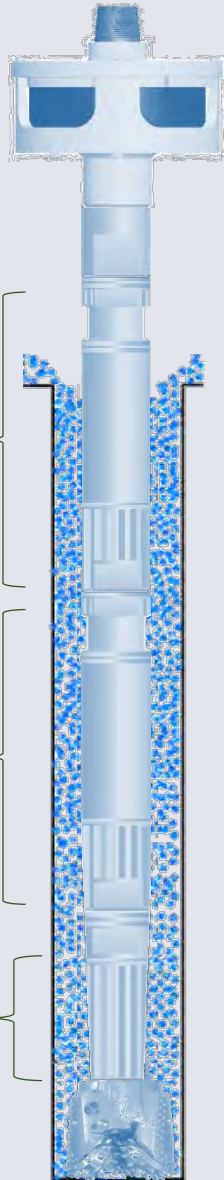


Item	Descripción
1	AGM – AMX 28.1BF AGC18-29TBF Amortiguador Rotatorio x Pin Api 7.5/8" Reg. Box Beco 8"
2	AS103438BAEF Adaptador Superior (Top Sub) x 10.3/4" x 38" x Pin Box Beco 8"
3	BP1034326DABAEF Barra de Perforación 10.3/4" x 32'6" x 1 1/2" SAE4140 Pin Box Beco 8".
4	AS103438VAEE Adaptador Superior (Top Sub) x 10.3/4" x 38" x Pin Pin Beco 8"
5	BP1034350DAVAFF Barra de Perforación 10.3/4" x 35' x 1 1/2" SAE4140 Box Box Beco 8".
6	AI103412VAEE Adaptador Intermedio 10.3/4" x 12' Pin Pin Beco 8". HF Estándar.
7	BP1034350DAVAFF Barra de Perforación 10.3/4" x 35' x 1 1/2" SAE4140 Pin Pin Beco 8".
8	AT103432BAEN - AT103432VAEN Adaptador de Tricono 10.3/4" x 32" Pin Beco 8 x Box Api 6.5/8" Reg. x Hard Facing Longitud total.
9	AG103416VA Anillo Guia 10.3/4" x 16" x 3 Pistas Rodamientos x Bujes Int. y Ext. con Tratamiento Térmico.
10	Código Agecomet No aplica Tricono 12.1/4" Pin Api 6.5/8" Reg.

# DESCARTE ACEROS

Configuración Perfo N° XX  
Columna usada  
Con + - 20.000 Mts. nueva

Amortiguador  
Smoothdrive



Barras Seguidora  
Pin Box  
9.1/4" x 35'  
Hard Facing

Barras Patera  
Pin Box  
9.1/4" x 35'  
Hard Facing

Bit Sub 9.1/4" x 32"  
Hard Facing Longitudinal  
Largo Total

Tricono 10.5/8"



Por el nivel de desgaste se recomienda, reemplazar el Bit Sub y cambiar de posición las barras , de patera a seguidora y viceversa.



## Ejemplos Desgastes Por Turbulencias en Mina Los Bronces



Al ser el hombro del tricono de menor diámetro que el bit sub, se recomienda colocar una banda de hard facing en bisel del Bit Sub



El doble slot y flats provoca zona de turbulencia en el Bit Sub auto gastándose



La turbulencia provocada por el doble slot y flats del BS, además provoca desgastes prematuros del box de la barra patera.

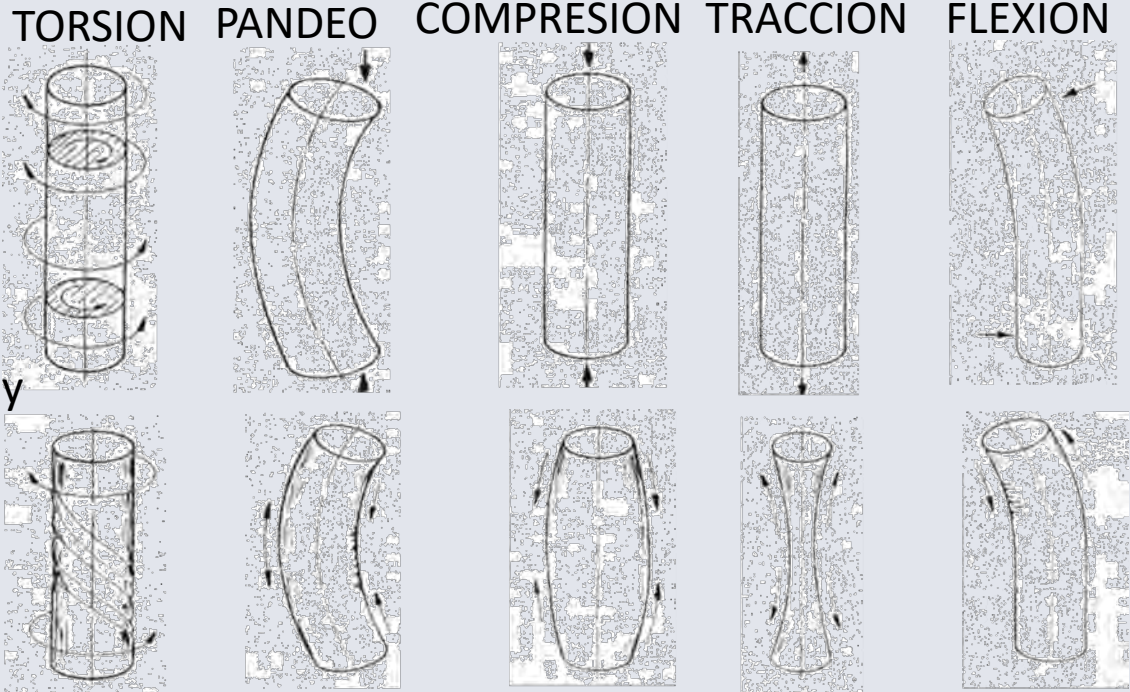


# VIBRACIONES EXTREMAS

Cargas admisibles a que son sometidas las barras y que producen fatiga de materiales.

Los ciclos repetitivos de las cargas admisibles (Compresión, Tracción y Flexión) que superan el límite de fluencia producen el denominado **“Efecto Alambrito”**

La resistencia de la roca a ser perforada produce vibraciones en el tren de barras, curvas de pandeo y una rotación intermitente, como resultado de esto los espejos de los elementos roscados van acumulando tensiones permanentes aumentando la adherencia en los espejos, esto se conoce como **“Sobre apriete”**.



## PROCEDIMIENTOS PARA BUEN USO DE LA COLUMNA DE PERFORACIÓN

- Evite caer en inclinación ( no concentricidad ) de la barra. La inclinación de la barra causa desgaste en las roscas y en la totalidad de la línea de perforación.
- Inspeccione el adaptador Top Sub a menudo. Una rosca mala en el adaptador causa problemas en todas las roscas con que tiene relación.
- Para Cargar y descargar las Barras deben ser tomadas con una Slinga, distribuyendo sus tomas y peso de tal manera de evitar el pandeo tanto de los extremos como del centro..
- Siempre mantener concentricidad de la columna ( Cabezal de rotación, Amortiguador, Anillo Guía, Barras y Adaptadores )
- Evitar Pandeo y/o Bamboleo, produce daños prematuros en hilos y en la totalidad de la columna de perforación.
- Acoplar cuidadosamente las barras y adaptadores nuevos.

# ENSAMBLE COLUMNA DE PERFORACIÓN

Enroscado de hilos debe ser lento, con baja rotación y bajo avance, por cada vuelta de la barra se debe avanzar  $\frac{1}{2}$ ".

# VOLADURA EN MINA CODELCO DMH

[Video voladura.mp4](#)

Ha finalizado la segunda parte el curso  
Aspectos Críticos Columnas de perforación  
Ahora disponemos de 10' para sus  
preguntas y aclaración de dudas.



[https://www.facebook.com/283278789199238](https://www.facebook.com/283278789199238/posts/609928596534254/?sfnsn=mo&d=n&v)  
[/posts/609928596534254/?sfnsn=mo&d=n&v](https://www.facebook.com/283278789199238/posts/609928596534254/?sfnsn=mo&d=n&v)  
[h=e](https://www.facebook.com/283278789199238/posts/609928596534254/?sfnsn=mo&d=n&v)