

HERRAMIENTA ENSANCHADORA PARA PERFORAR FORMACIONES ARCILLOSAS

**Jaime Roldan Tapia Ponce
Jose Antonio Chuyes Toledo
Pluspetrol Peru Corporation Sucursal Peru**

RESUMEN

Este trabajo pretende dar una visión sobre las alternativas de perforación en formaciones arcillosas blandas altamente reactivas de los pozos en la Selva Norte del Perú, utilizando un sistema de fluido base agua inhibido y una herramienta ensanchadora con la tecnología RWD (Ream While Drilling) .

En la Selva peruana la perforación de las formaciones arcillosas reactivas se realiza en la sección intermedia del pozo desde 500 hasta 2400 mts. (longitud: 1900 m) utilizando brocas ó trépanos de 12 1/4" tanto tricónicas como de PDC (Compacto Policristalina Diamantada).

El trabajo consta en la descripción y resultados de la perforación del intervalo arcilloso de 600 hasta 2400 m. utilizando la herramienta RWD de 12" con brocas pilotos de 8 1/2" tanto tricónicas y de PDC, con sistemas de fluido base agua inhibidos.

El sistema de fluido base agua inhibido utilizado con la herramienta RWD fue:

. Sistema PHPA (poliacridamida parcialmente hidrolizada) con Cloruro de Potasio (KCL) . Siendo la función del polímero PHPA la de encapsular para evitar la dispersión y la hidratación de las arcillas cortadas por la broca mientras la función del KCL es la de inhibidor iónico para neutralizar la hidratación de las arcillas atravez de un intercambio iónico.

En los 23 años de perforación en Selva se realizaron diferentes innovaciones tecnológicas tanto en los sistema de fluidos de perforación y en los trépanos para la perforación de las arcillas reactivas.

Las principales mejoras realizadas fueron la introducción de los trépanos Policristalinas Compactas Diamantadas (PDC) y el uso de sistemas de fluidos de perforación base agua con polímeros inhibidores en conjunto con el inhibidor iónico a base de Potasio (KCL).

Finalmente se introdujo la tecnología RWD (Ream While Drilling) para ensanchar los intervalos arcillosos y con ello eliminar los arrastres severos en los viajes de cañería y facilitar la bajada del revestidor.

Con el uso de los sistemas de fluido base agua inhibidos (polímeros y KCL) en la perforación de las secciones arcillosas se logró: eliminar los empaquetamientos de las brocas de PDC de 12.25", mayor estabilidad de las paredes del pozo, mayor velocidad de penetración ROP y diámetro de pozo en calibre. Pero esta condición de calibre del pozo en zonas arcillosas blandas y altamente reactivas ha generado arrastres severos en los viajes de cañería y dificultad en la bajada del revestidor y con ello mayores tiempos de maniobras y mayor tiempo de perforación en las arcillas.

Para poder solucionar los problemas de arrastres severos de la cañería en los viajes y la dificultad en la bajada del revestidor se optaron algunas alternativas de soluciones como:

. Incremento de la densidad del fluido.

. Herramientas ensanchadoras.

La mejor alternativa para solucionar los problemas de arrastre de cañería en los viajes y la dificultad en la bajada del revestidor en zonas arcillosas (sección de 12 1/4") perforadas con sistemas de fluido base agua inhibidas fue el uso de la tecnología RWD (Ream While Drilling) con una herramienta ensanchadora "hole opener" de 12" y una broca piloto de 8 1/2" (PDC).

La herramienta "hole opener" de 12" se utilizó en la perforación direccional de tres (3) pozos en el campo Corrientes de la Selva Norte desde octubre de 1998 hasta abril 1999 . Se perforó la sección tangencial en pozos tipo "slant" y las secciones de caída del ángulo y vertical en pozo con trayectoria tipo "S".

Los resultados fueron satisfactorios, se logró reducir los arrastres de la cañería en los viajes y mayor facilidad en la bajada del casing de 9 5/8" . Con ello menores tiempos en las maniobras de cañería en los viajes y menor tiempo de perforación de la zona arcillosa.

INTRODUCCION

El uso de la tecnología RWD (Ream while Drilling) con la herramienta "hole opener" de 12"x14" en la Selva Peruana se decidió como alternativa para solucionar los problemas de arrastres de cañería severos y la dificultad en la bajada del casing de 9 5/8" en el intervalo arcilloso de 600 a 2400 mts (1800 mts). El problema del arrastre de cañería severo se debió al uso de un sistema de fluido inhibido base agua, lo cual originaba un diámetro de pozo en calibre cuando el tramo arcilloso se perforaba con brocas de 12.25" tanto tricónicas como de PDC.

Antes del año 1997 el tramo arcilloso de 600 -2400 mts correspondiente a la sección intermedia de los pozos en Selva Norte se perforaba con brocas tricónicas y de PDC de 12.25" usando fluidos de perforación base agua con poca inhibición lo cual generalmente ocasionaba diámetros de pozos en promedio de 13 a 13.5" lo cual facilitaba las maniobras en los viajes de cañería y la bajada del casing de 9 5/8" . Pero este sistema de fluido ocasionaba problemas de embolamiento principalmente en las brocas de PDC cuando se perforaba las arcillas altamente reactivas.

A partir del año 1997 se empezó a utilizar sistemas de fluido de perforación base agua con polímeros orgánicos y Cloruro de Potasio (KCL) para mejorar la inhibición de las arcillas . Los polímeros orgánicos utilizados fueron: KLA-GARD y PHPA (Poliacridamida parcialmente hidrolizada). Estos polímeros se utilizaron como encapsuladores para reducir la dispersión e hidratación de los recortes de arcillas perforadas.

El Cloruro de Potasio (KCL) se utilizó como un inhibidor iónico para neutralizar la hidratación de las arcillas mediante un intercambio iónico con las placas de arcilla.

Con este sistema de fluido inhibido logramos superar los empaquetamientos de las brocas de PDC de 12 1/4" en las zonas arcillosas altamente reactivas, pero se obtuvo diámetros de pozo en calibre, con lo cual empezamos a tener problemas de arrastres severos en la cañería durante los viajes y asimismo dificultadas en la bajada del revestidor de 9 5/8".

En razón al nuevo problema presentado : arrastres de cañería severos y dificultad en la bajada del revestidor de 9 5/8" , se optaron algunas alternativas de solución :

- . Incremento de la densidad del fluido para compensar los leves hinchamientos de las arcillas.
- . Uso de herramientas ensanchadoras.

En los pozos perforados en 1997 (04 pozos) en los Campos de Corrientes y Pavayacu de la Selva Norte del Perú con la Cía.Pluspetrol Perú Corporation Sucursal Perú, se utilizó en la perforación del tramo intermedio de 12.25" (600- 2400 m) el sistema de fluido inhibido base agua con el polímero inhibidor KLA-GARD y con una densidad de fluido hasta 12 lb/gl, siendo mayor en 1.2 lb/gl a lo usualmente utilizado en la perforación de la sección arcilloso del tramo intermedio con un fluido parcialmente inhibido.

Los resultados no fueron satisfactorios, se continuó con los problemas de arrastres severos en los viajes y con mayores tiempos en las maniobras. Lo positivo fue la eliminación del embolamiento de las brocas de PDC en la perforación de las arcillas reactivas.

El tiempo de maniobras completo en un viaje continuó siendo aproximadamente el doble que lo teníamos cuando se perforaba con el anterior sistema de fluido.

En 1998 se utilizó el sistema de fluido base agua con el polímero PHPA (poliacridamida parcialmente hidrolizada) , primeramente como PHPA/Alplex en dos pozos del campo Pavayacu y luego como PHPA/KCL siendo el Cloruro de Potasio (KCL) un inhibidor iónico.

Con este último sistema se perforó los primeros tres (03) pozos en el campo Corrientes y también con una densidad de fluido hasta 12 lb/gl, Pero los problemas de arrastre de la cañería en los viajes y dificultad en la bajada del revestimiento continuó existiendo. Asimismo teníamos mayores tiempos de maniobras en los viajes.

Lo positivo fue la eliminación de los embolamientos de las brocas de PDC .

En razón a los resultados negativos de solucionar los arrastres severos en los viajes con un sistema de fluido base agua inhibido y con una densidad hasta 12 lb/gl (límite de la densidad equivalente de admisión en la formación Pozo Basal) , se optó por utilizar herramientas ensanchadoras.

En primera instancia se utilizó una broca Bi-céntrica de 8 1/2" "x12 1/4"" para ensanchar hasta 13.5", se utilizó en dos (2) pozos perforando intervalos de 590m (10-12 m/hr) y 213 m (5 m/hr) respectivamente.

Los resultados no fueron satisfactorios debido a lo siguiente:

- . Problemas de embolamiento en la Bi-céntrica, trabajando con caudal de 800 gpm
- . Velocidades de penetración inferiores a una broca convencional de 12 1/4" tanto tricónica como de PDC.
- . La disminución de los arrastres en los viajes fue parcial.

En octubre de 1998 se introdujo por primera vez el uso de una herramienta ensanchadora "hole opener" de 12" con una broca piloto de 8 1/2" utilizando la tecnología RWD (Ream While Drilling), esta herramienta se utilizó en el pozo dirigido CORRIENTES-1005D perforando el intervalo arcilloso de 2108 m hasta 2492 m (384 m).

Los resultados fueron positivos se logró reducir los arrastres en el tramo final de la sección de 12 1/4" comparado con las condiciones que teníamos en pozos anteriores al perforar con broca convencional de 12.25".

Posteriormente la misma herramienta RWD de 12" ("hole opener") con broca piloto PDC de 8 1/2" se utilizó en la perforación del pozo dirigido tipo "slant" CO-1006D (diciembre 1998) perforando 1260 mts. y en pozo dirigido tipo "S" CO-1009D (abril 1999) perforando 1295 mts, con excelentes resultados. En estos pozos se utilizó el sistema de fluido base agua con el polímero encapsulador PHPA y el inhibidor iónico Cloruro de Potasio (KCL).

Los resultados positivos fueron:

- . Disminución de los arrastres severos en los viajes de cañería.
- . Menores tiempo de maniobras en los viajes.
- . Mayor facilidad en la bajada del casing de 9 5/8".
- . Velocidades de penetración (ROP) similares a una broca convencional de 12 1/4" (PDC).
- . Menores tiempos de perforación.
- . Menor costo de perforación.

RESULTADOS

1. La sección arcillosa existente en el tramo intermedio de los pozos en la Selva Norte del Perú que usualmente es perforada con brocas de 12 1/4" está constituida por las siguientes formaciones litológicas:

Formacion	Profundidad vertical (mts)	Espesor (mts)
Marañon	500	380
Pebas	880	320
Chambira	1,150	1,150
Pozo	2,300	100
Mbo.Pozo Basal	2,400	

2. A fin de optimizar la perforación del intervalo arcilloso en la sección de 12 1/4" de los pozos en Selva Norte del Perú se realizaron diferentes análisis mineralógicos de las muestras de canaletas obtenidas de las diferentes formaciones que consta la sección arcillosa.

Los resultados mineralógicos realizados por difracción de rayos X muestran las siguientes tipos de minerales:

Formación	Tipos de arcillas	Porcentaje
Marañon	Smectite	20 %
	Kaolinite	10 %
	Illite	10 %
	Calcite	10 %
	Quartz	40 %
Pebas	Smectite	20 – 30 %
	Kaolinite	15 – 25 %
	Illite	10 %
	Quartz	40 %
Chambira	Smectite	30 – 50 %
	Kaolinite	10 – 20 %
	Illite	10 – 20%
	Anhydrite	20 – 40 %
	Quartz	20 – 30 %
Pozo	Smectite	10 %
	Illite	50 %
	Kaolinite	10 – 20 %
	Quartz	20 %

Los tipos de arcillas (smectite y illite) y la anhydrite son los que mayormente predominan en la sección intermedia, son altamente hidratables en presencia del agua y de dureza muy blanda. Por lo cual es necesario utilizar sistemas de fluido inhibidos tanto de base agua o aceite.

Las velocidades de penetración obtenidas en esta sección arcillosa es de 20-25 m/hr con caudales de 750 gpm y brocas de PDC.

En la Figura **ANEXO N° 1** se detallan la descripción litología existente en la zona intermedia que es el tema del presente trabajo.

3. Después de haber perforado ocho (08) pozos con los siguientes sistemas de fluido inhibido base agua:

. Sistema FLODRILL, polímero inhibidor KLA-GARD (03 pozos)

. Sistema PHPA) / KCL) , inhibidor-encapsulador el PHPA y inhibidor iónico el KCL (05 pozos).

La sección arcillosa perforada con trépanos de 12.25" han resultado con diámetro en calibre, lo cual originó arrastres severos en los viajes de cañería y dificultad en la bajada del revestidor .

4. Por los resultados negativos en superar los arrastres severos de cañería en los viajes con el sistema de lodo inhibido base agua , tanto incrementando la densidad del fluido hasta en 1.5 lb/gal adicional a lo usualmente empleado y perforando intervalos cortos de 300/350 mts con viajes cortos, se decidió utilizar una herramienta ensanchadora aplicando la tecnología de RWD (Ream While Drilling) .

5. La herramienta ensanchadora mientras se perfora RWD de 12" (cía. Hughes) se introdujo por primera vez en la perforación de la sección final del tramo tangencial de 12 1/4" del pozo dirigido CO-1005d en octubre de 1998. La herramienta se utilizó con una broca piloto de PDC de 8 1/2" . Se perforó una longitud de 384 mts (intervalo 2108 – 2492 mts).

En los viajes se observó una reducción de los arrastres de cañería comparado con otros pozos en donde se perforó con una broca convencional de 12 1/4".

En razón al resultado positivo se decidió continuar con el uso en los siguientes dos (2) pozos dirigidos CO-1006D (tipo "Slant") y CO-1009d (tipo "S").

6. La herramienta ensanchadora RWD con una broca piloto de 8 1/2", utilizó los siguientes conjuntos de fondo rotario en los tres (3) últimos pozos dirigidos :

POZO CO-1005D (intervalo 2108 –2492 m):

BHA #1 (intervalo 2108-2167 mts) : 8 1/2" Tricone bit + 8 1/2" Near bit Stb. + 6 1/2" SDC + 8 1/2" st.STB + HOLE OPENER 12" + UBHO + 8" Monel w/ slim.1 + 8" Monel + 02 x8" DC +xo+ 06x 6 1/2" DC+xo+ 03x5" HWDP + JAR + 12x5"HWDP.

BHA #2 (intervalo 2167-2492 mts) : 8 1/2" PDC bit + 8 1/2" Near bit Stb. + 02x 6 1/2" SDC + 8 1/2" st.STB + HOLE OPENER 12" + UBHO + 8" Monel w/ slim.1 + 8" Monel + 02 x8" DC +xo+ 06x 6 1/2" DC+xo+ 03x5" HWDP + JAR + 12x5"HWDP.

Con estos BHA's rotarios se perforó la sección tangencial final del tramo de 12 1/4", los resultados fueron:

En el Direccional:

. ángulo inclinación: caída = 0.5°/30m.

. azimut: giro a izquierda = 0.15 °/ 30m.

En el avance de perforación se tuvo:

. ROP= 13 m/hr

. Caudal = 750 gpm ; WOB = 10-20 Mlbs; RPM= 100

. TFA's : bit 8 1/2" =1.49 (boq. 6x18), hole opener= 0.92 (boq. 3x20).

. La distribución del flujo fue: broca piloto= 60% y en hole opener= 40 %.

POZO CO-1006D:

a) Intervalo: 802 –1306 m.

BHA: 8 1/2" tricone bit + 8 1/2" NB stb + 6 1/2" SNMDC + 8 1/2" stb + UBHO + 6 1/2" NMDC w/ MWD+ xo+ HOLE OPENER 12" + 8" NMDC + 12 1/4" Stb + 8" NMDC + 4x8"DC+ FLEX JOIN+JAR + 3x6 3/4" DC + 14x5" HWDP.

Este BHA se uso en la sección tangencial con los siguientes resultados:

Direccional:

. ángulo de inclinación: estable (caída: 0.025°/30m)

. azimut: giro derecha: 0.17°/30m.

En cuando al avance en la perforación resultó:

. ROP= 8-10 m/hr

. Caudal= 780 gpm ; WOB= 15/20 M lbs; RPM= 160-180.

. TFA's: 8 _" bit = 1.38, hole opener= 0.92

. Caudal de distribución: piloto= 60% y hole opener= 40%.

b) Intervalo: 1444-1464 m (20 m).

Con el mismo BHA anterior la broca piloto PDC de 8 1/2" presentó problemas de empaquetamiento.

c) Intervalo: 1464 – 1517 m (53 m).

Con el mismo BHA se cambió la broca piloto PDC de 8 1/2" por broca tricónica para superar los

problemas de empaquetamiento. Los resultados fueron:

. ROP= 9 m/hr, caudal=710 gpm, WOB= 20-30 M lbs, RPM= 150.

d) Intervalo : 1517 – 1660 m (143 m):

Con el mismo BHA se perforó, se cambió la broca piloto tricónica x PDC y cambió el TFA del RWD. Los resultados fueron:

Direccional:

. ángulo de inclinación: caída= 0.35°/30m.

. azimut: giro derecha= 0.12°/30m.

En el avance de perforación:

. ROP= 6 m/hr

. Caudal= 750 gpm; WOB= 15-20 M lbs, RPM= 130.

. TFA's : piloto PDC 8 1/2"= 1.49 (6x18), hole opener= 0.61 (2x20).

. Caudal de distribución: piloto = 71%; hole opener= 29%.

e) Intervalo: 1971 – 2051 m. (80m) :

BHA: 8 1/2" bit PDC + 8 1/2" NB Stb + 6 1/2" SNMDC + 8 1/2" Stb + 6 1/2" NMDC + 8 1/2" Stb + xo+ HOLE OPENER 12" + UBHO+ 8" NMDC w/MWD+ 8"NMDC+ 12 1/4" Stb + 4x8" DC + flex joint+ JAR + 3x6 3/4" DC.

Con este BHA en la sección tangencial se logro los siguientes resultados:

Direccional:

. Angulo inclinación : caída= 0.26°/30 m.

. Azimut: giro izquierda= 0.075°/30m.

En el avance de perforación se logró:

. ROP = 6-7 m/hr

. Caudal= 730 gpm; WOB= 10/15 m lbs; RPM= 180.

. TFA'S: piloto= 0.75 (5x14) , hole opener= 0.45 (3x14)

. Caudal de distribución: piloto= 63%, hole opener= 37%.

d) Intervalo: 2051 – 2729 m (678 mts):

BHA: 8 1/2" bit PDC + 8 1/2" NB Stb + 6 1/2" NMDC + 8 1/2" Stb +xo + HOLE OPENER 12" + UBHO + 8"NMDC w/MWD + 8"NMDC + 12 /1/4" Stb + 4X8"DC + flex joint + JAR + xo + 3x6 3/4"DC.

Con este BHA en la sección tangencial resultó:

. Angulo de inclinación: incrementó = 0.3°/30 m.

. Azimut: giro derecha= 0.29°/30 m.

En el avance de la perforación:

. ROP= 10-12 m/hr.

. Caudal= 700-730 gpm; WOB= 5-10-15 M lbs, RPM= 170.

. TFA's: Piloto= 0.75, Hole opener= 0.45.

. Caudal de distribución: piloto= 63%, hole opener= 37%.

POZO CO-1009D**Intervalo: 1150 – 2445 m (1295 m):****BHA:** 8 1/2" bit PDC + 6 3/4"NMDC + 6 1/2"SDC + 8 1/2" Stb + 6 3/4"NMDC + 8 1/2" Stb + xo + HOLE OPENER 12" + 8"NMSDC + UBHO + 8"NMDC w/MWD + 8"NMDC + 3x8"DC +Flex joint + JAR + xo + 3x6 3/4"DC + 14x5"HWD.

Este BHA se utilizó en la sección de caída del ángulo y se continuó perforando la sección vertical del pozo dirigido tipo "S". Los resultados fueron:

Direccional:

- . ángulo de inclinación: caída= 1°/30m. (de 13.5° a 5.3° en 220 m).
- . azimut: giro hacia la izquierda= 1.25°/30m.

En el avance de perforación:

- . ROP= 30-20-16 m/hr.
- . Caudal 760-730 gpm, WOB= 10-15 M lbs, RPM= 130.
- . TFA's: piloto = 0.75 (5x14), hole opener= 0.43 (2x14,1x13)
- . Caudal de distribución: piloto= 63% y hole opener= 36%.

CONCLUSIONES

La tecnología RWD (Ream While Drilling) es aplicable para el tipo de formaciones blandas y arcillosas existentes en el intervalo de 600 –2400 mts de los pozos en la Selva Norte del Perú. La aplicación de esta tecnología mediante la herramienta "hole opener" de 12" ha permitido perforar y ensanchar el pozo a un diámetro mayor de 12 1/4" lo cual ha facilitado la reducción de los arrastres severos de la cañería en los viajes y mayor facilidad en la bajada del revestidor de 9 5/8".

La perforación de intervalos arcillosos altamente reactivo con un sistema de fluido base agua inhibido que reducen la hidratación de las arcillas se logra obtener diámetros de hueco en calibre al diámetro de la broca usada, esta condición del pozo en zonas arcillosas ocasiona problemas de arrastres severos en los viajes y con ello mayores tiempos de viajes y con riesgos de agarre de cañería, asimismo dificultan la bajada de la tubería revestidora.

La alternativa de incrementar la densidad del fluido en 1.5 lb/gal más a lo usualmente empleado para perforar el intervalo arcilloso de 600-2400 mts con un sistema de fluido base agua inhibido no ha resultado positivo, se continuó observando arrastres severos en los viajes y mayor tiempo de maniobras que cuando se perforaba tanto con densidad de 10 lb/gal .

La herramienta RWD de 12" es aplicable tanto para perforar pozos verticales como dirigidos tipos "slant" y "S" usando conjuntos de fondo rotarios de 8 1/2" (brocas piloto tricónica/PDC de 8 1/2" , moneles y Drill Collar de 8 1/2"), en los campos de la Selva Norte del Perú.

La herramienta RWD de 12" no ha tenido incidencia en el control direccional de las trayectoria tipos "J" y "S" perforados en el tramo de 12 1/4" de los pozos de la Selva Norte, todo en control direccional se realizó en base al conjunto de fondo rotario de 8 1/2" que se encontraba debajo de la herramienta ensanchadora.

Prácticamente el comportamiento de los conjuntos de fondo rotarios de 8 1/2" usados fueron similares a los que se tenían con los conjuntos de fondo rotarios de 12 1/4".

Los empaquetamientos observados y el bajo ROP de la broca piloto PDC de 8 1/2" frente a las arcillas de mayor reactividad (intervalo 1400-1600 m) se debió específicamente al diseño hidráulico de las boquillas del RWD para un caudal promedio de trabajo de 760-800 gpm.

Teniendo un TFA=0.92 (3x20) en el RWD y un TFA= 1.49 (6x18) en la broca piloto de 8 1/2" se presentaron problemas de empaquetamiento con ROP= 6-10 m/hr, en cambio cuando se usaron un TFA= 0.45/0.43 en el RWD (3x14/2x14,1x13) y un TFA= 0.75 (5x14) en la broca piloto de 8.5" no se observó empaquetamientos y el ROP fue en promedio de 20-16 m/hr .

Los TFA's mencionados se usaron para caudales de 750-780 gpm.

Esto demuestra que para atravesar arcillas altamente reactivas (tipo de arcilla: esmectita) con caudales entre 700 –780 gpm, es necesario diseñar las boquillas para tener una mayor potencia hidráulica (HSI) en la broca y el ensanchador.

Es posible obtener velocidades de penetración (ROP) similares a una broca convencional PDC de 12 1/4" utilizando la herramienta RWD de 12" y broca piloto PDC de 8 1/2" dentro del intervalo arcilloso de 600-2400 m. de los pozos de Selva, utilizando un fluido de perforación base agua inhibido.

La ventaja del RWD es que ensancha adecuadamente a un diámetro mayor de 12 1/4" (aprox. entre 13" –14") aunque no se ha podido cuantificar con un registro CALIPER, lo cual facilita las maniobras en los viajes y mayor éxito en la bajada del revestidor de 9 5/8".

El fluido de perforación que mejor comportamiento ha tenido para perforar las arcillas de la Selva es en base a un polímero encapsular (PHPA) y a un inhibidor iónico proporcionado por Cloruro de Potasio (KCL). Las concentraciones usadas han sido: PHPA= 1.5 a 2 lb/bbl y para el KCL= 15,000-20,000 ppm.

Por lo tanto la herramienta ensanchadora mientras se perfora RWD de 12" ha proporcionado una nueva alternativa para la perforación la sección arcilloso altamente hidratable del tramo de 12 1/4" (intervalo 600-2400 mts) en los pozos de la Selva Norte del Perú.

Esta alternativa es tanto para los pozos verticales y como pozos dirigidos tipos "J" y "S".

Con el uso de la herramienta RWD de 12" se ha logrado reducir los tiempos de perforación en la sección arcillosa de 12 1/4" de 12 días a prácticamente 7 días para un pozo dirigido tipo "S" en el campo Corrientes .

Con ello también se ha obtenido menores costos de perforación global.

LEYENDA DE LOS ANEXOS

ANEXO 1: Columna litológica de la sección de 12 1/4" con la descripción mineralógica de los diferentes tipos de arcillas presente en cada una de las formaciones.

ANEXO 2: Conjuntos de fondo rotarios utilizados con la herramienta RWD en los pozos dirigidos CO-1005d, CO-1006d y CO-1009d.

ANEXO 3A: Comportamiento y resultados de la herramienta RWD en el pozo CO-1005D- Selva Norte.

ANEXO 3B: Comportamiento y resultados de la herramienta en el pozo CO-1006D.

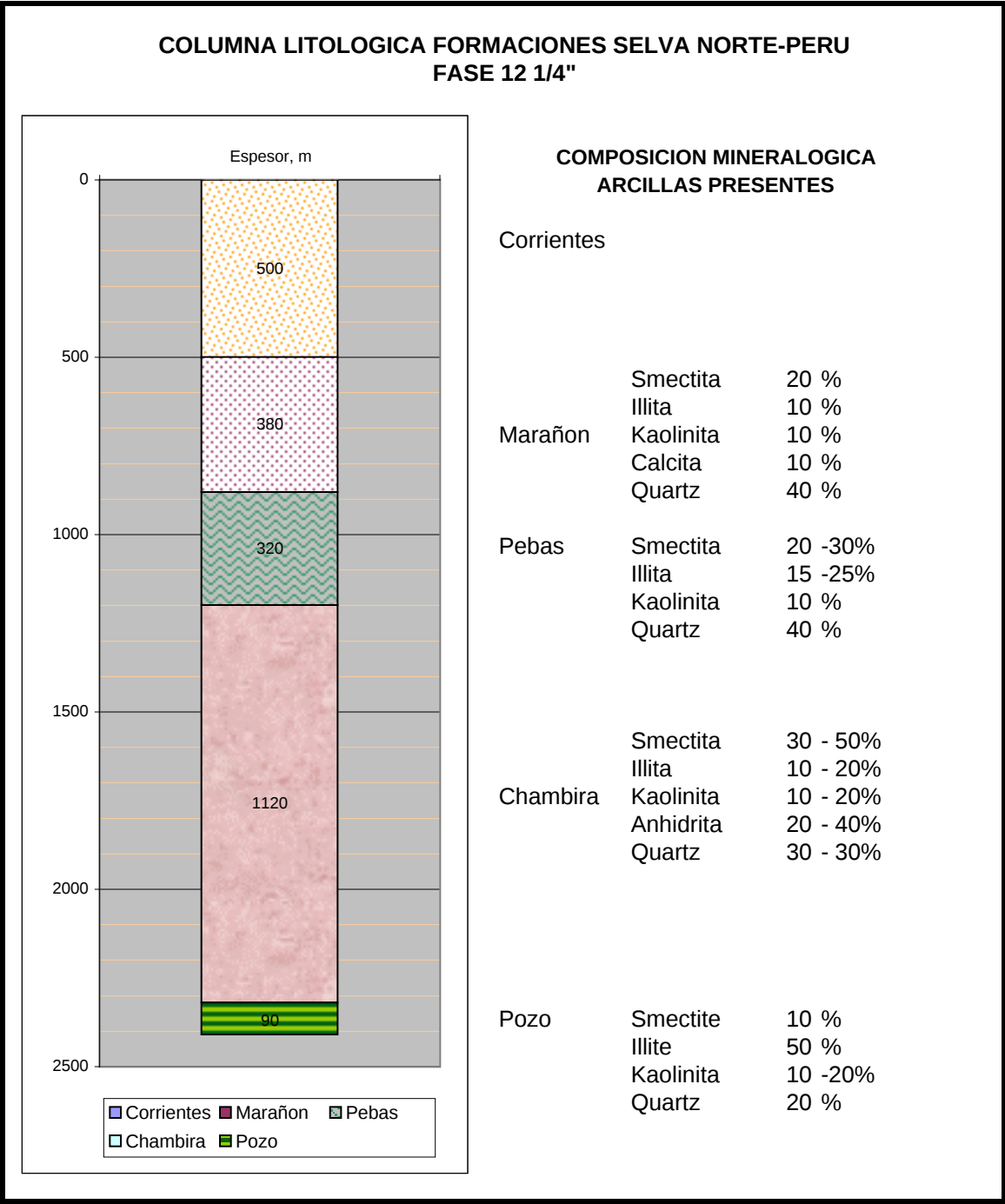
ANEXO 3C: Comportamiento y resultados de la herramienta en el pozo CO-1009D.

ANEXO 4: La herramienta RWD de 12" utilizada en los últimos pozos del campo Corrientes.

ANEXO 5A : Trayectoria direccional del pozo CO-1006D donde la herramienta RWD fue empleado.

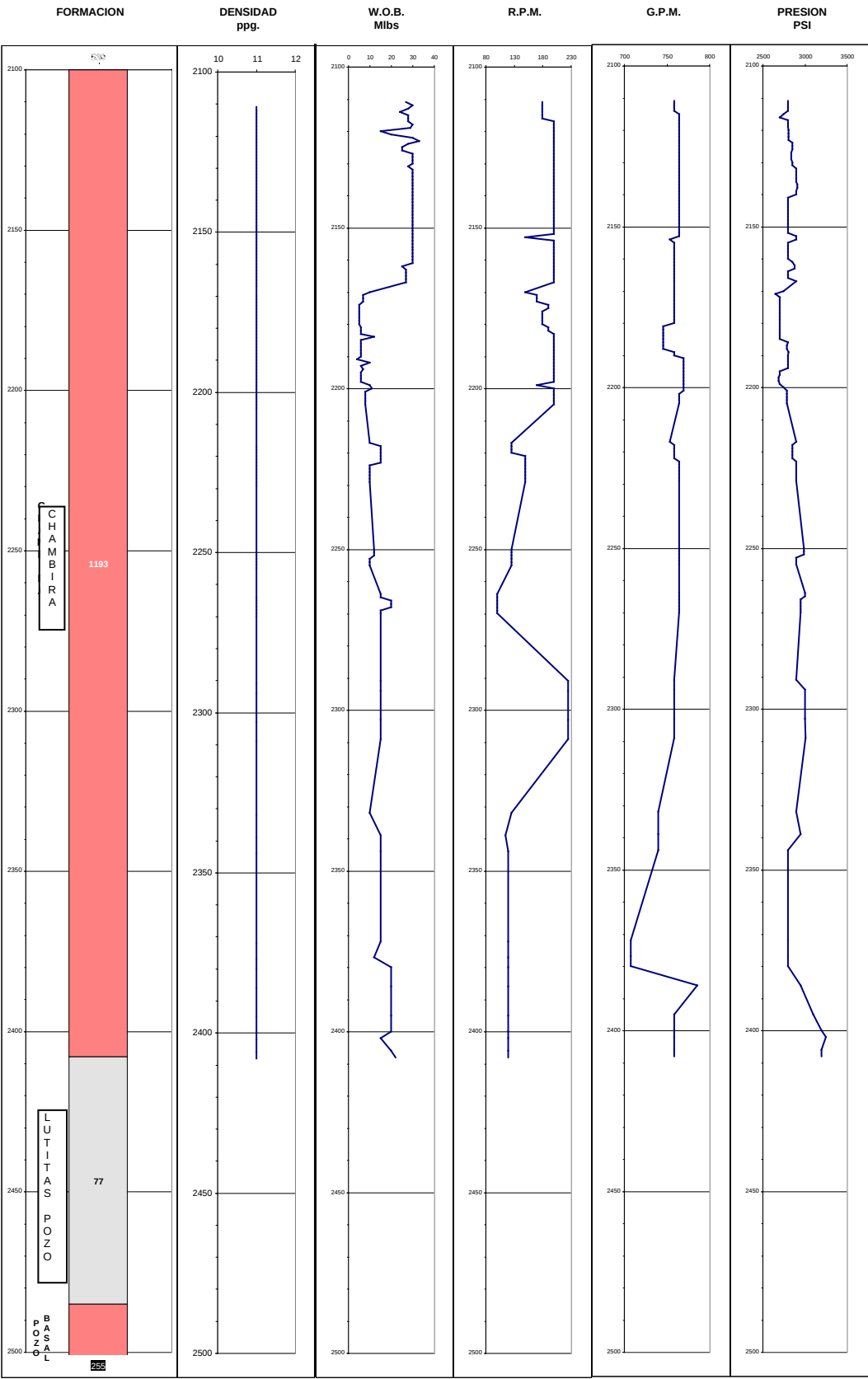
ANEXO 5B: Trayectoria direccional del pozo CO-1009D donde la herramienta RWD fue empleado.

ANEXO 1

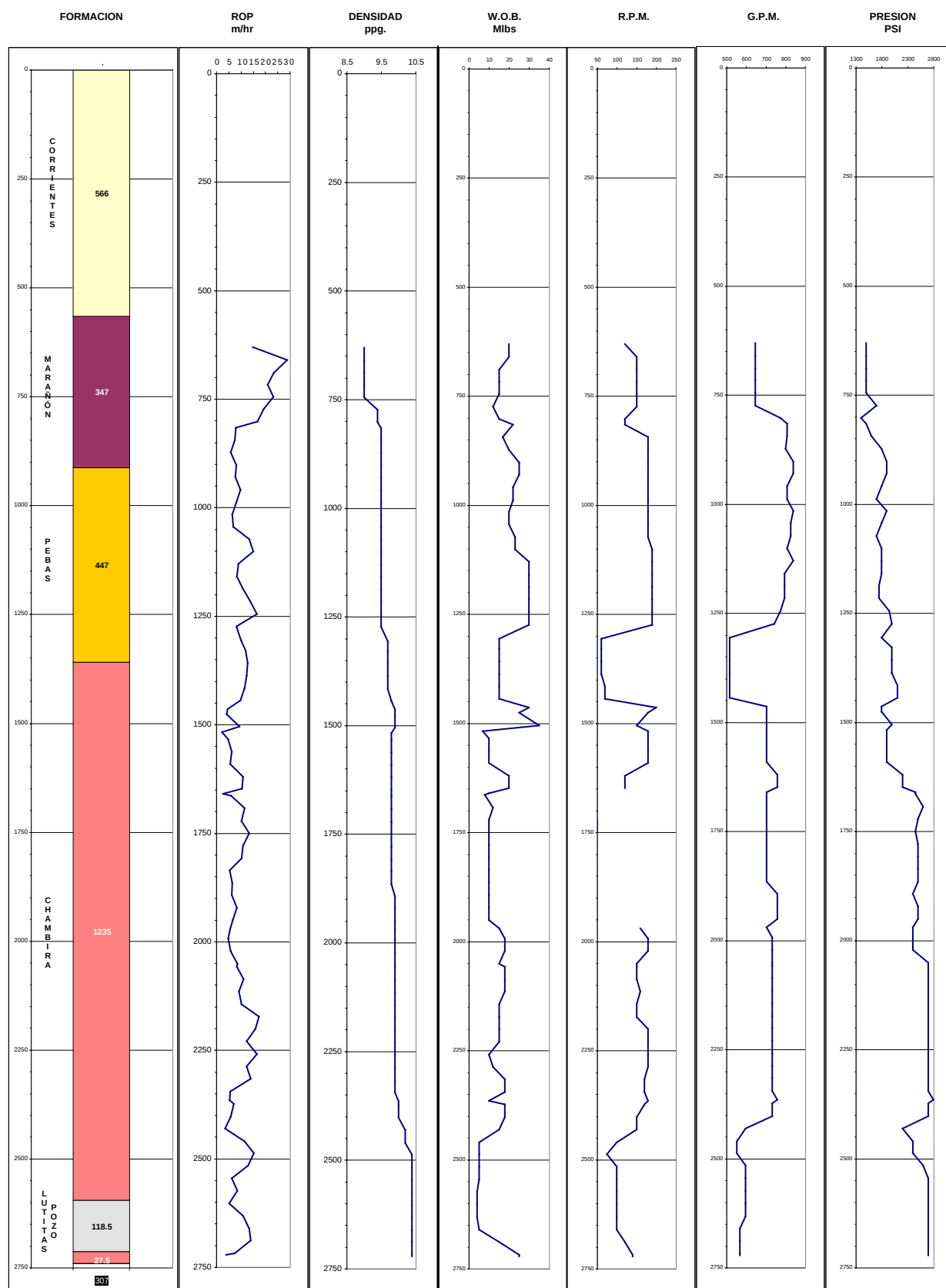


ANEXO 3A

REGISTRO DE PERFORACION USANDO RWD DE 12"
POZO CO-1005D



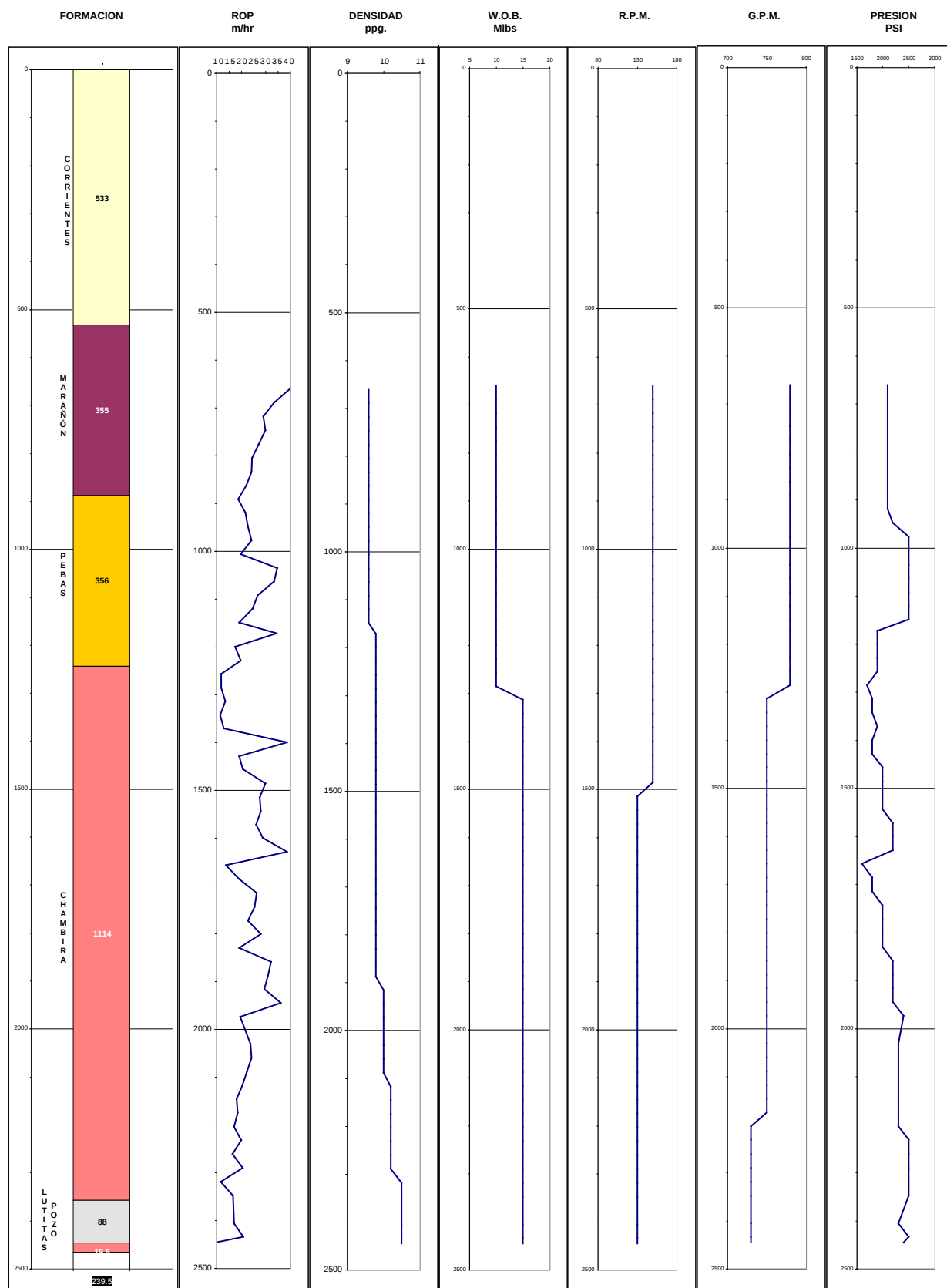
ANEXO 3B

REGISTRO DE PERFORACION USANDO RWD DE 12"
POZO CO-1006D

ANEXO 3C

REGISTRO DE PERFORACION USANDO RWD DE 12"

POZO CO-1009D



ANEXO 4

HERRAMIENTA RWD DE 12" POZOS SELVA NORTE DEL PERU



TIPO: RWD 512

ALETAS:

Nº1 (4 cortadores)

Nº2 (10 cortadores)

Nº3 (9 cortadores)

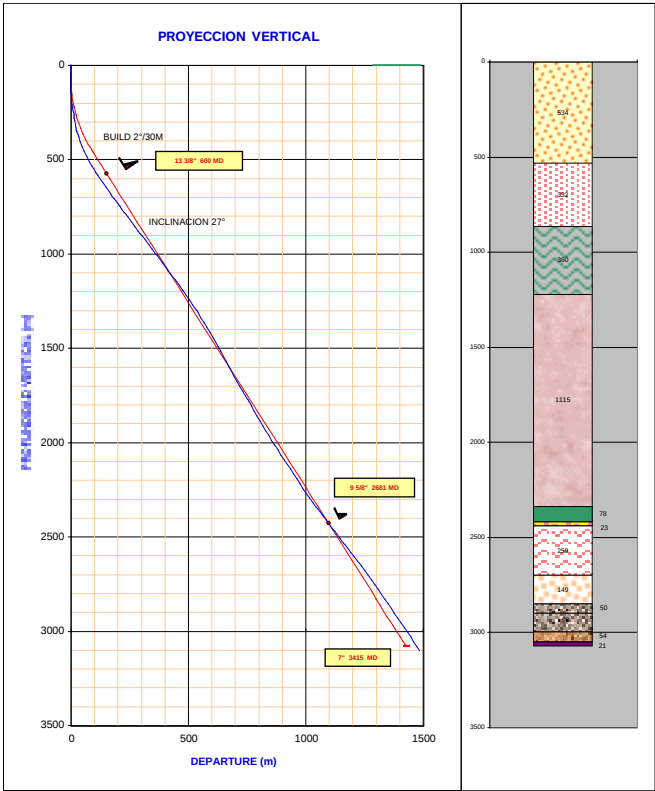
Nº4 (9 cortadores)

Nº5 (2 cortadores)



**HERRAMIENTA RWD DE 12"
BHA ROTARIO DE 8 1/2"**

ANEXO 5A
POZO CO-1006D



ANEXO 5 B

POZO CO-1009D

