

MWD Electromagnético en perforación desbalanceada.
Experiencia en Argentina.

MWD Electromagnético



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. Experiencia en Argentina.

Introducción

- El sistema Electromagnético es un sistema de medición simultánea a la perforación (MWD), que utiliza ondas electromagnéticas para comunicarse con la superficie, independizándose, de esta manera, de la hidráulica del pozo.



- Los sistemas convencionales de medición durante la perforación (MWD) utilizan la columna de lodo para transmitir la información desde el fondo de pozo a la superficie por medio de variaciones de presión debidamente codificadas. Estos sistemas encuentran serias limitaciones cuando se trabaja con fluidos *aireados* , con *altas pérdidas* o elevadas cantidades de *material obturante*.

- Los fluidos de tres fases , son por naturaleza compresibles por lo tanto amortiguan cualquier tipo de variación de presión, a frecuencia razonables para una transmisión de datos.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

- Cuando hay pérdida total de fluido de perforación a menudo no se logra la contrapresión necesaria para estabilizar la señal de transmisión hidráulica.

- Por último, con altos niveles de obturante siempre se corre el riesgo de trabar la válvula, de un sistema transmisor convencional.

En Argentina se ha utilizado con éxito el sistema Electromagnético en diversas áreas del país a profundidades variables de 1900 mts. a 3900 mts. .-

- En estos trabajos se utilizaron diversas configuraciones de transmisor y retransmisor de señales para ajustarse a los factores externos que afectan a la propagación de la onda y a las condiciones de recepción de la misma.-

- En perforación desbalanceada se adicionó un sensor de presión anular/directa obteniéndose interesantes resultados prácticos al momento de controlar los volúmenes de inyección.



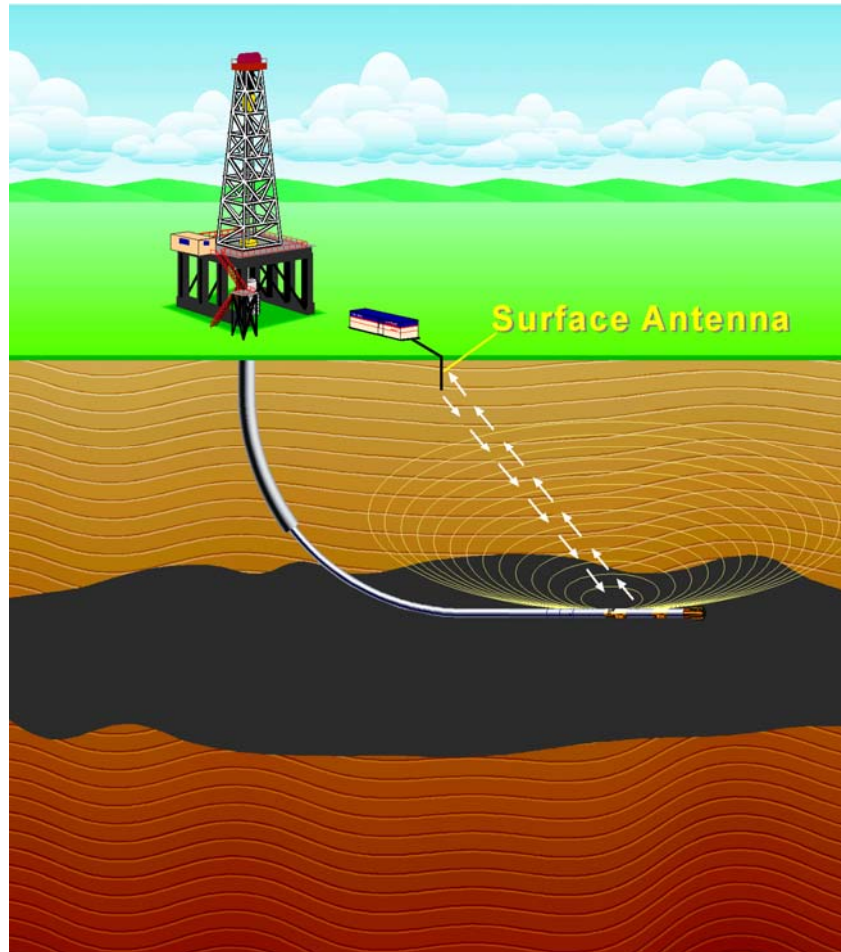
MWD Electromagnético en perforación desbalaceada. **Experiencia en Argentina.**

El sistema en cuestión, transmite datos de fondo de pozo, en tiempo real, por medio de una onda, de muy baja frecuencia, que se propaga por la formación usando el sondeo como guía de onda.

El sistema electromagnético permite la transmisión de datos sin necesidad de una columna continua de fluido.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. Experiencia en Argentina.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

El sistema usa baja frecuencia para transmitir datos desde el fondo a la superficie y de la superficie hacia el fondo, estableciéndose de esta manera un lazo de comunicación de dos vías .

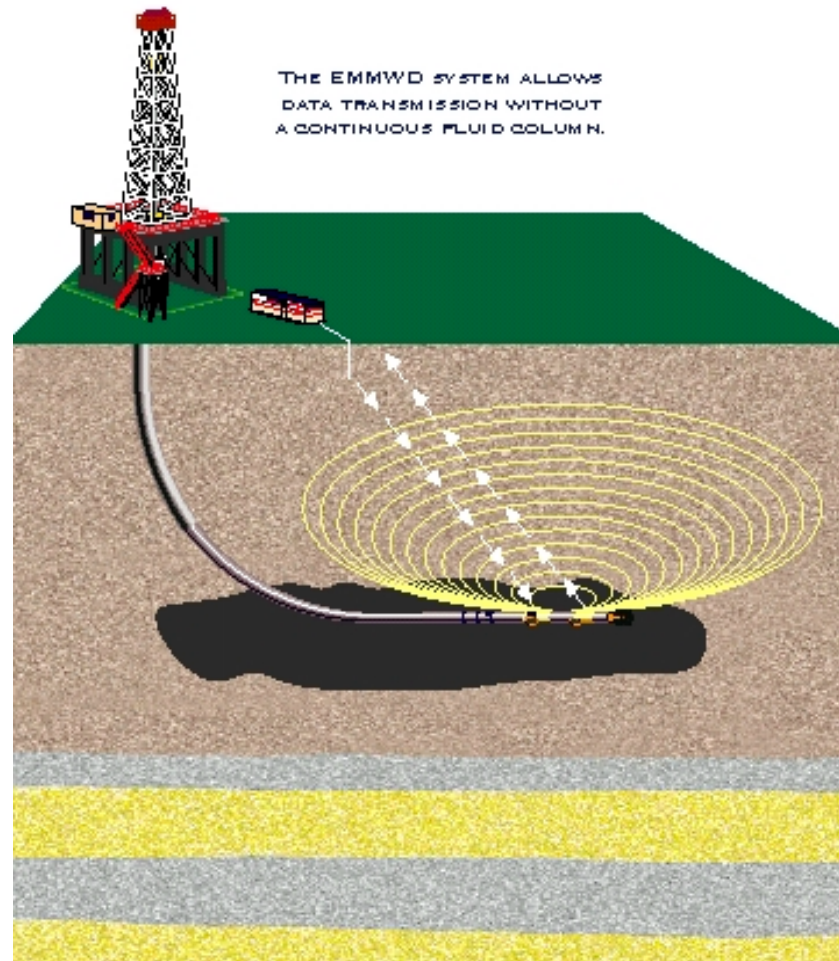
El formato de los datos se puede configurar de acuerdo a las necesidades de cada pozo en particular.

El sistema electromagnético puede usarse con sensores de datos direccionales de Gamma, de presión anular o directa y vibraciones.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada.

Experiencia en Argentina.



(2)



MWD Electromagnético en perforación desbalaceada. **Experiencia en Argentina.**

Características generales

- No necesita una columna continua de lodo.
- No tiene restricciones en cuanto a obturante
- Puede proveer información direccional, Gamma, vibraciones y presión anular y directa .
- Opera con baterías
- Usa un sistema repetidor para aumentar el rango de profundidad .
- Comunicación bi direccional



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada.

Experiencia en Argentina.

Especificaciones técnicas

Tool OD	3 1/2”	4 3/4”	6 1/2”	8”	9 1/2”
Length	34’				
Max. flow rate	250 gpm	350 gpm	650 gpm	950 gpm	1,200 gpm
Max. pressure	18,000 psi				
Max. temperature	125°C/257°F				
Max. dogleg ROT/sliding	35/15	35/14	35/14	14/8	14/8
Power/life	Lithium batteries/140 hr				
Transmission rate (channel dependent)	TF	15–20 sec			
	PWD®	15–45 sec			
	TF/gamma	15–20 sec			
	Survey	40–220 sec			
Azimuth accuracy	+/- 1.75°				
Inclination accuracy	+ / – 0.1°				
Pressure accuracy	+ / – 15 psi				



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

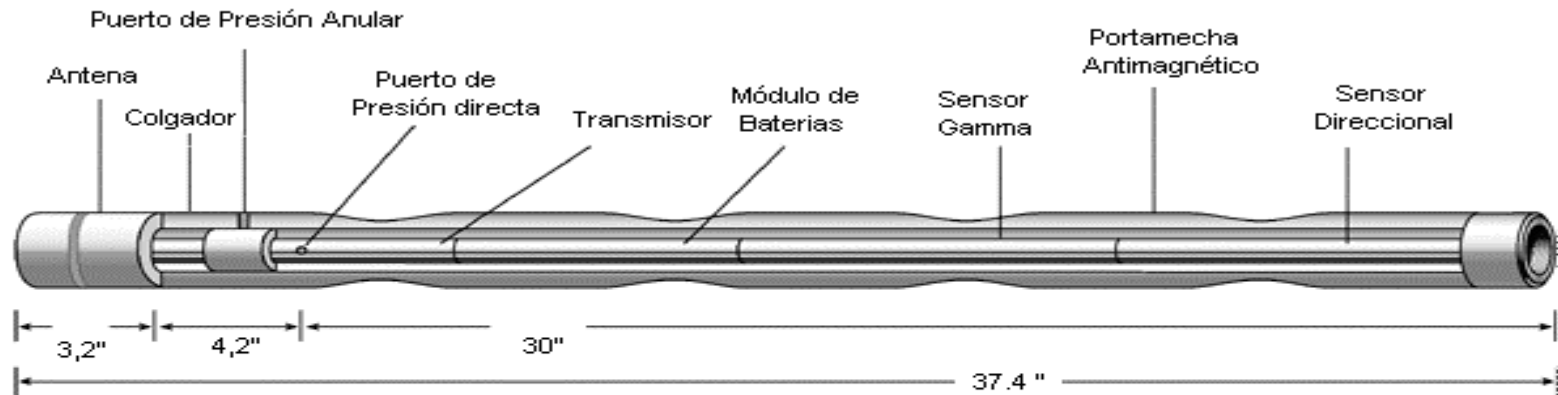
Teoría de funcionamiento

- La herramienta de fondo se compone de un sustituto antena sustituto colgador, anillo de soporte , sensor de presión, módulo electrónico, módulo de baterías y módulos de sensores.
- El sustituto antena provee una discontinuidad eléctrica en el conjunto de fondo, permitiendo configurar dos electrodos superior e inferior .
- Para transmitir los datos a la superficie el transmisor de fondo genera una tensión alternada entre ambos lados aislados . Esta tensión induce una onda electromagnética que viaja por la formación hasta la superficie, guiada a lo largo del conjunto de fondo.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada.

Experiencia en Argentina.

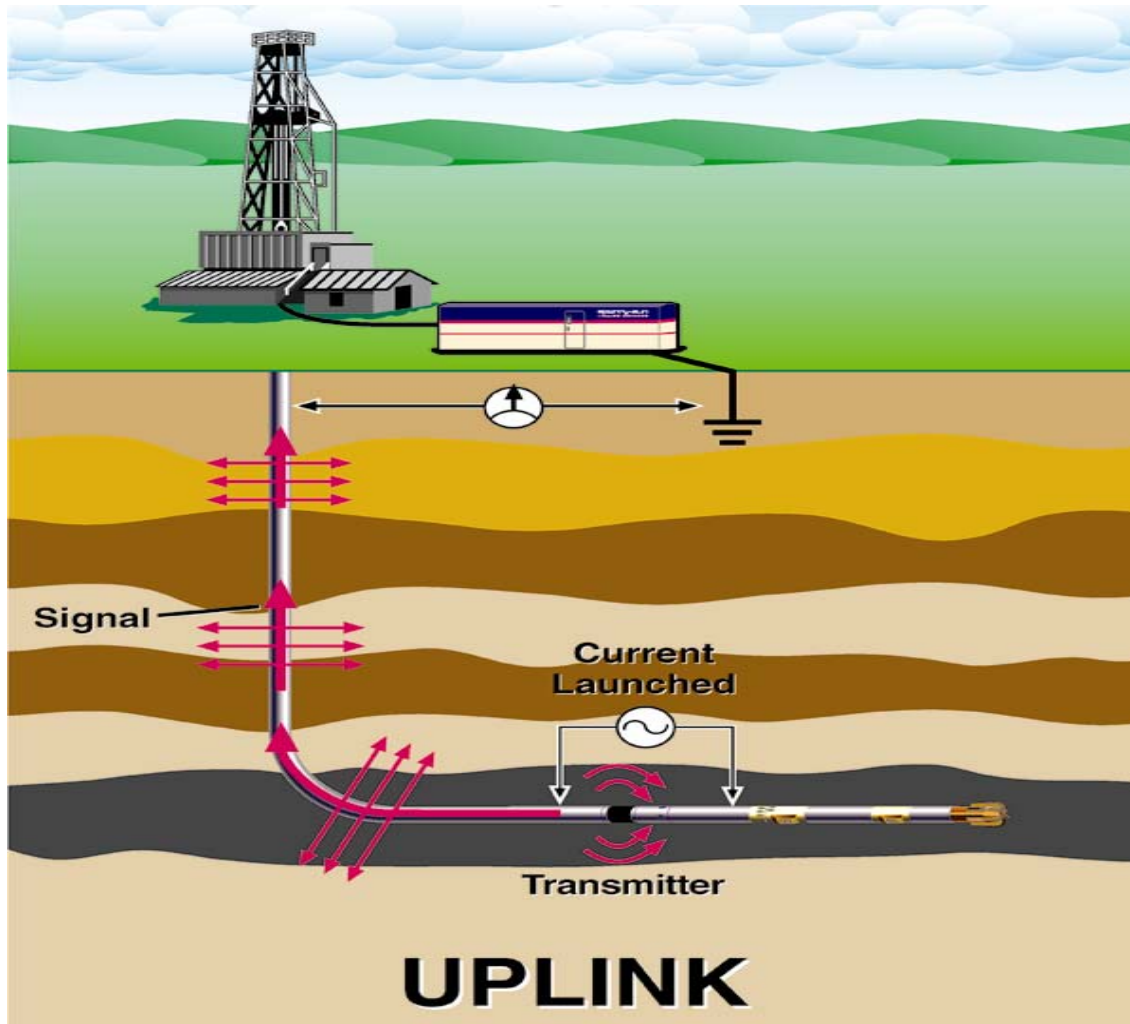


(DTU)



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada.

Experiencia en Argentina.



MWD Electromagnético en perforación desbalaceada. **Experiencia en Argentina.**

En la superficie la onda electromagnética es recibida como un potencial, voltaje, entre el conjunto de fondo y el electrodo de tierra.

El voltaje es medido entre la BOP y el electrodo de tierra, este último puede ser una jabalina montada a tal efecto o la tubería de un pozo cercano.



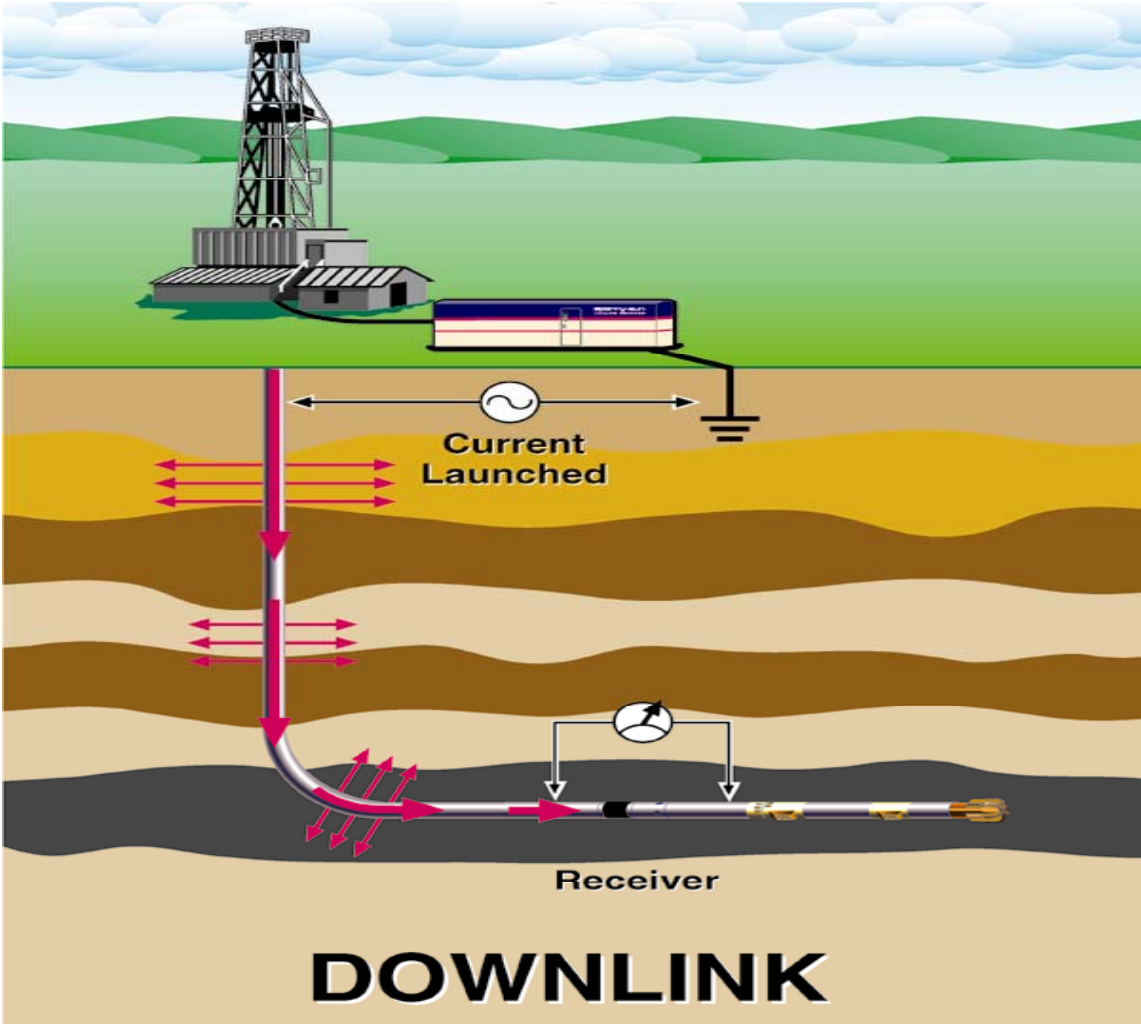
MWD Electromagnético en perforación desbalanceada.

Experiencia en Argentina.

- Para transmitir comandos desde la superficie a la herramienta de fondo el circuito se invierte. Un voltaje alterno es generado entre la BOP y el electrodo de tierra, esto hace que una onda electromagnética se propague hacia abajo , a lo largo del conjunto de fondo y genere una diferencia de voltaje entre los electrodos de la antena de la sonda.
- La capacidad de comunicarse en cualquier momento con la sonda en forma independiente de la actividad que se este realizando en el equipo de perforación, minimiza el consumo de baterías y el tiempo de toma de registros , pues se le puede pedir a la sonda que transmita los datos en el momento que sea mas conveniente , por ejemplo cuando se realiza una conexión.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. Experiencia en Argentina.



MWD Electromagnético en perforación desbalaceada. **Experiencia en Argentina.**

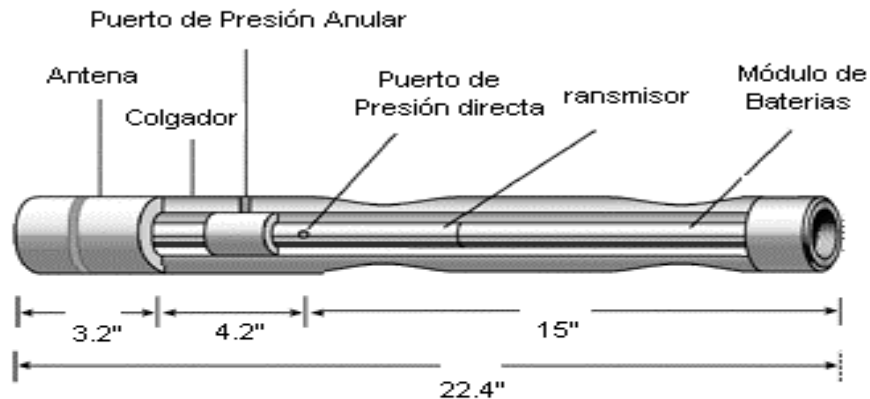
Rango de profundidad

La amplitud de corriente que es detectable en el receptor es función de las pérdidas en las antenas y de la conductividad de las formaciones. Esto determina el rango de profundidad desde la cual la señal puede ser transmitida. La señal electromagnética se propaga mejor a través de formaciones de moderada resistividad, sufre atenuación en formaciones de muy baja resistividad, también formaciones no conductivas como anhidritas anchas , pueden bloquear la señal.-



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada.

Experiencia en Argentina.



(DRU)



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

- En la perforación de pozos profundos o de formaciones de muy baja o muy alta resistividad, el rango de profundidad de estas herramientas puede ser incrementado usando un repetidor en el sondeo.
- El repetidor es similar al transmisor y utiliza el mismo sistema para retransmitir la información de abajo a arriba y viceversa.
- Para optimizar los parámetros de perforación mientras se planea un trabajo existen modelos matemáticos que permiten estimar la amplitud de señal y el rango de profundidad de trabajo como así también duración de las baterías y ubicación del repetidor. EL modelo utiliza un perfil de resistividad para calcular atenuación versus profundidad para un pozo propuesto.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada.
Experiencia en Argentina.

Experiencia en Argentina



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

El sistema de telemetría Electromagnetico se ha utilizado en Argentina, con éxito, en diversas ocasiones, en las siguientes áreas:

POZO	CAMPO	TVD	MD
CHSN 564	Chihuido de las Salinas	827	1043
BBG 43	Bajo Barda Gonzalez	1584,41	1585
BBG 41	Bajo Barda Gonzalez	1680,51	1682
CD 18	Cerro Divisadero	2587,86	2597
R1011	Ramos		3922



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

La primera vez que utilizamos esta herramienta en un trabajo de perforación en desbalance fue en el Yacimiento de Ramos en el pozo R1011. En las formaciones de Huamampampa y Santa Rosa en el Norte Argentino.

En esta oportunidad se perforo hasta la profundidad de 3922mts medidos, a 3783mts de profundidad vertical.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

Herramienta Utilizada

Transmisor

- La etapa del Transmisor (DTU, Downhole Transmission Unit), portaba herramienta para censar Gamma Ray (PCG-R) y herramienta de censado Direccional (PCD-R) y PWD para el censado de presiones anulares y directa.-



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

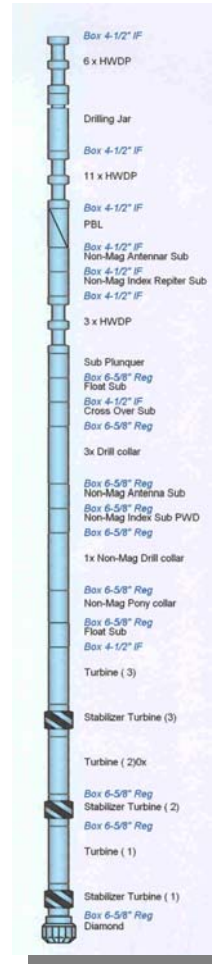
Repetidor

- La etapa del DRU (Downhole Repiter Unit) estaba conformada por dos Battery Housing, unidos a la Probe EMT-R (Repetidora)
- Esta sección de retransmisión de señal, se ubicó a distancias variables conforme se sucedían las carreras y se iba profundizando el pozo.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. Experiencia en Argentina.

Conjunto de fondo



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

•Equipo de superficie

- El equipo de superficie estaba compuesto por el sistema transmisor – receptor UTU (Uphole Transmission Unit)
- Una computadora de adquisición de datos.
- Dos Computadora para procesamiento de información.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

Antenas

Se dispusieron dos tipos de antenas en locación :

Una de referencia, que es la BOP propiamente dicha y las antenas secundarias , distribuidas en locación que en éste caso fueron tres , cuya ubicación y valores de impedancia obtenidos responden al siguiente diagrama .



Distribución de Antenas en locación

The diagram illustrates a network topology for a BOP antenna system. A central black circle represents the **Antena 0 (BOP)**. A dashed rectangle encloses the area around the BOP antenna. A white rectangle labeled **UTU** is positioned to the left of the BOP antenna. Four green dots represent other antennas: **Antena 1** (top left), **Antena 2** (middle left), **Antena 3** (bottom left), and **Antena 0 (BOP)** (center right). Arrows indicate connections: a line connects Antena 1 to Antena 2; a line connects Antena 2 to Antena 3; a line connects Antena 3 to the UTU; a line connects the UTU to Antena 0 (BOP); and a line connects Antena 0 (BOP) to Antena 1.

MWD Electromagnético en perforación desbalanceada.

Experiencia en Argentina.

Valores de impedancia obtenidos

Antena N°	Con Antena N°	Pot. UTU	Ch. UTU	Impedancia Ω
BOP (O)	Ant 1	5	5	15
BOP (O)	Ant 2	5	5	9
BOP (O)	Ant 3	5	5	18.4
BOP (O)	Ant 1 + Ant 2	5	5	6.1
BOP (O)	Ant 1 + Ant 3	5	5	7.5
BOP (O)	Ant 2 + Ant 3	5	5	6.3
BOP (O)	Ant 1 + Ant 2 + Ant 3	5	5	4.8



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

Primera fase, formación Huamampampa

En esta etapa se realizaron 4 carreras comenzando a perforar en 2612 mts y finalizando el 3068 mts.

Para un trepano de 10,562" de diametro se uso una herramienta de 8".

La densidad de lodo fue de 8.4 ppg y se bombearon 360 GPM.

En la primer carrera se coloco el retransmisor (DRU) a 60mts del transmisor (DTU).

Se debió esperar hasta que el mismo estuviera fuera de la cañeria para ponerlo en funcionamiento. A pesar de ello se obtuvo señal con el transmisor solamente.

En las carreras siguientes se fue espaciando el DRU hasta alcanzar los 258 mts en la ultima carrera.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada.

Experiencia en Argentina.

CARRERA 100

Prof. Entrada	Prof. Salida	DTU to Bit	DRU to Bit	Dist. Final al Casing (11.75)	
(mts)	(mts)	(mts)	(mts)	(mts)	
				DTU	DRU
2612	2730	27	86	93	34

	Pot.DTU	Canal DTU	Pot.DRU	Canal DRU	Nivel de Señal en Sup	
a	1	8	Dentro de Cgs	Dentro de Cgs	(- 60dbV)	DTU Solo
b	1	6	Dentro de Cgs	Dentro de Cgs	(- 70dbV)	DTU Solo
c	1	5	Dentro de Cgs	Dentro de Cgs	(- 67dbV)	DTU Solo
d	1	8	1	8	(- 58dbV)	Con DRU

Observaciones

- a- En la Profundidad de 2643 mts de bit (2616 mts antena de DTU), se comienza a transmitir con canal 8, Pot 1 con buena recepción
- b- A partir de la prof. de bit de 2666 mts (2639 mts antena de DTU), se dificulta detección cambiando a ch 6
- c- A partir de la prof. de bit de 2682 mts (2655 mts antena de DTU), se dificulta detección cambiando a ch 5
- d- A partir de la prof. de bit de 2702 mts (2675 mts antena de DTU y 2616 mts de DRU), comienza detección con DRU buen nivel de señal hasta finalización de carrera



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

Segunda fase, formación Santa Rosa

En ésta sección además de los datos consignados en la etapa anterior se brindaron datos de orientación de herramienta (tool face), ya que el diseño de los conjuntos de fondo así lo requerían.

Se hicieron 8 carreras de trépano con variación en los parámetros de inyección de gas de 1900 a 2000 cfm y de caudal, de fluido líquido, entre 210 y 250 GPM, a una densidad promedio de 8,7 ppg.

Se comienza a perforar en 3539mts (MD) finalizando en 3922mts

Siendo esta profundidad un record mundial para esta herramienta.



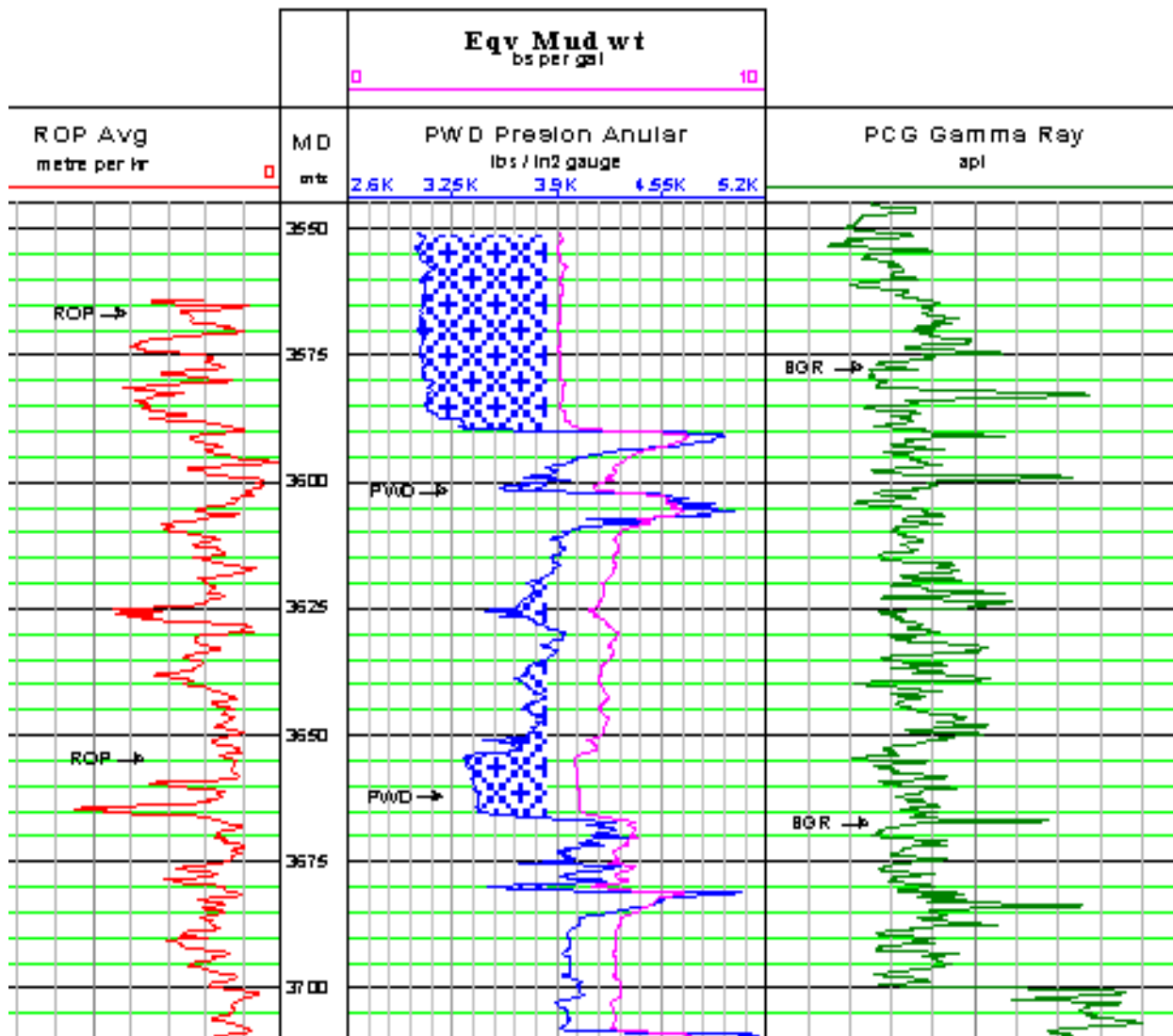
MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

Como se debía trabajar ofreciendo datos en tiempo real de *Orientación* *Presión* y *Gamma* se dispuso de dos Display Remotos , uno en la torre de perforación para el perforador (DDU) y otro en la cabina de la , compañía responsable del control de desbalance.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada.

Experiencia en Argentina.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada.

Experiencia en Argentina.

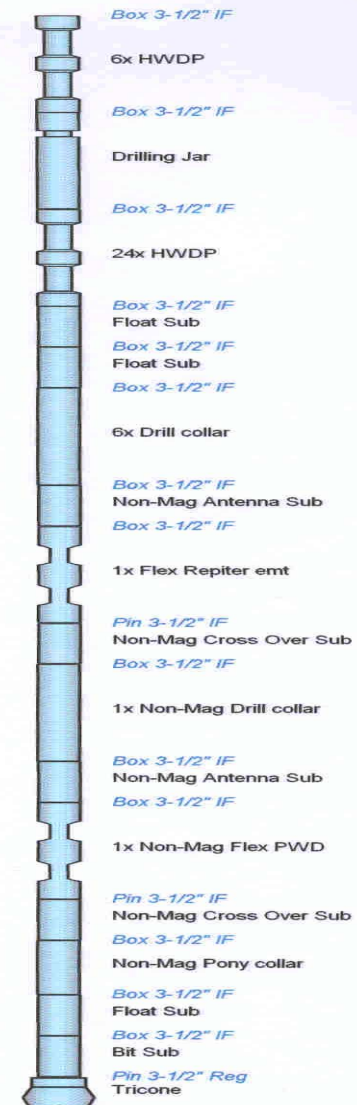
Carrera 600

Prof. Entrada	Prof. Salida	DTU to Bit	DRU to Bit	Dist. Final al Casing (7")	
(mts)	(mts)	(mts)	(mts)	(mts)	
				DTU	DRU
3539	3603	16.5	36.5	47.5	27.5

Pot.DTU	Canal DTU	Pot.DRU	Canal DRU	Nivel de Señal en Sup	
4	8	Dentro de Cgs	Dentro de Cgs	(- 69dbV)	Solo DTU

Observaciones

a- Se trabajò con canal 8 potencia 4 obteniendo señal suficiente para decodificación en superficie, se intento trabajar con menor nivel de potencia y mayor frecuencia,pero los niveles de ruido en superficie eran muy altos debido a la rotación de la sarta. Dado que esta situación de rotación se iba a suceder a lo largo de toda la carrera, se hablo con Company man a efectos de bajar el numero de vueltas del top drive para disminuir el nivel de ruido.Esta circunstancia hizo que se trabajara durante toda la carrera con los niveles de potencia y frecuencia mencionado.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

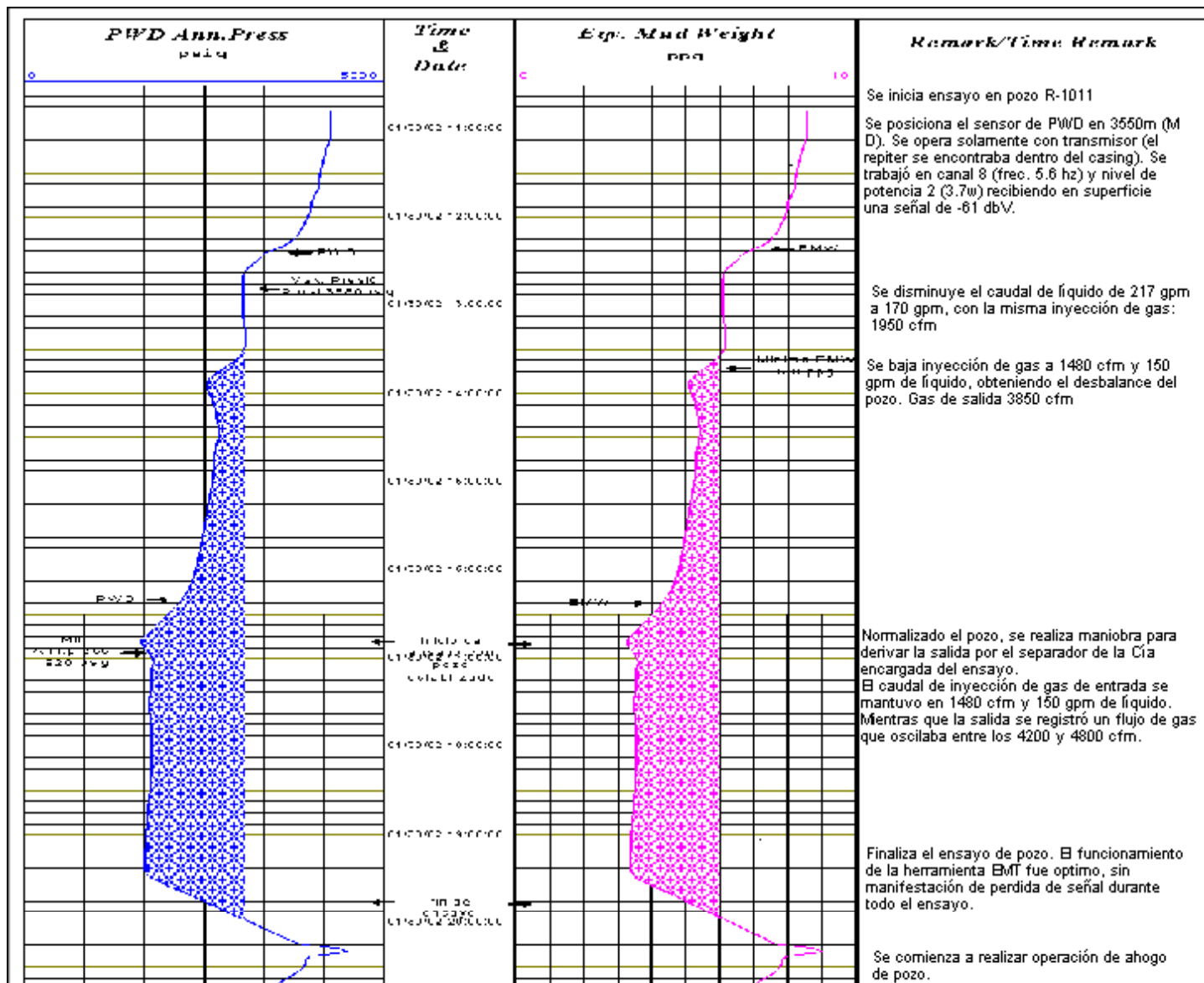
Ensayo

A la profundidad de 3701 mts medidos (MD) , 3609 mts Verticales (TVD), se procedió a realizar un ensayo de pozo, usando el censor de PWD para definir parámetros adecuados de inyección.-



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada.

Experiencia en Argentina.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada. **Experiencia en Argentina.**

Aprisionamiento

Durante la ultima carrera se produce un aprisionamiento de la herramienta de fondo, debido a un derrumbe parcial.

El PWD detecto instantáneamente un aumento de la presión , que se manifestó luego con una perdida parcial de circulación. Estos datos en tiempo real fueron muy valiosos en las acciones correctivas para librar el aprisionamiento.



MWD Electromagnético en perforación desbalanceada.

Experiencia en Argentina.

