



# **INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**



## **Escuela Superior de Ingenieria y Arquitectura**

**Materia:**

**Integracion Sismica y Registros de Pozo**

**2er Departamental**

**REPORTE No. 4**

**Uriel Hazel Segura Gonzalez**

**Clases**

**30 abril y 7 de mayo del 2021**

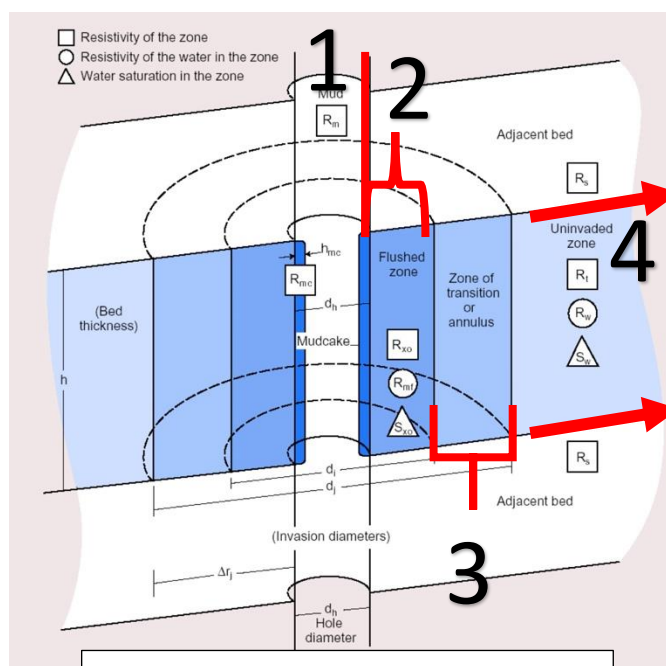
## Clase del 30 de abril del 2021

Una clase enfocada a la reafirmacion de concocimientos de Registros Geofisicos de Pozo, con el preambulo de clases anteriores donde se platico de los lodos de perforacion y las barrenas, permitinedonos de manera inmediata encocarnos en los Registros Geofisicos de pozo;

Comenzando una breviarío cultural de su historia, donde se señalo que el primer registro fue en 1927 y fue electrico, en un campo petrolero en francia, tomado por Conrad Shlumberger. Desde entonces se han dado direfentes definiciones los Registros Geofisicos de Pozo entendienose ellos como:

“Toda representacion grafica de las propiedades fisicas de la roca contra la profundidad”

Para entender el contexto es de vital importancia entender las zonas de un pozo las cuales se forman a consecuencia de la perforacion.



### Apoyo visual de Zonas de un pozo

## 2) Zona lavada o Invadida

Esta zona es el rango de afectacion y/o penetracion del lodo de perforacion, zona en la cual el fluido fue desplazado.

Ahora bien comanzamos con los Registros Geofisicos de Pozo, comenzado por una breve clasificacion;

### 1) Capa de MUDCAKE o ENJARRE

Esta zona indica la presencia de una capa permeable, dado una de las funciones del MUDCAKE es evitar la penetracion del lodo de perferoacion en formaciones porosas y permables con el fin de no desplazar el fluido contenido el el, o en su defecto no afectar la permeabilidad misma de la formacion.

### 3) Zona de transicion

Esta zona se refiere a la zona donde el desplazamiento del fluido presente en la formacion es menor, hasta llegar a ser nulo, dando paso a la ultima zona.

### 4) Zona Limpia

Zona donde no existe afectacion por el lodo de perforacion, siendo aquí las lecturas de nuestro interes dado que los registros geofisicos seran 100% de las caracteristicas de la formacion sin ningun tipo de alteracion.

Con el contexto de zonas señalado, se resalta las diferentes utilidades de los registros geofisicos, las cuales son muchisimas, señalando que la respuesta de los registros geofisicos es afectada por:

- Litologia
- Porosidad
- Contenido de fluido

Con esto en mente podemos magnificar las utilidades y la importancia de los mismos, siendo este el medio para **la identifiacion de limites de capas**, asi como señalar las propiedades de dichas capas, como su litologia, porosidad, permeabilidad. A su vez la capacidad de identificar la presencia de fluidos es vital en la caracterizacion de un yacimiento.

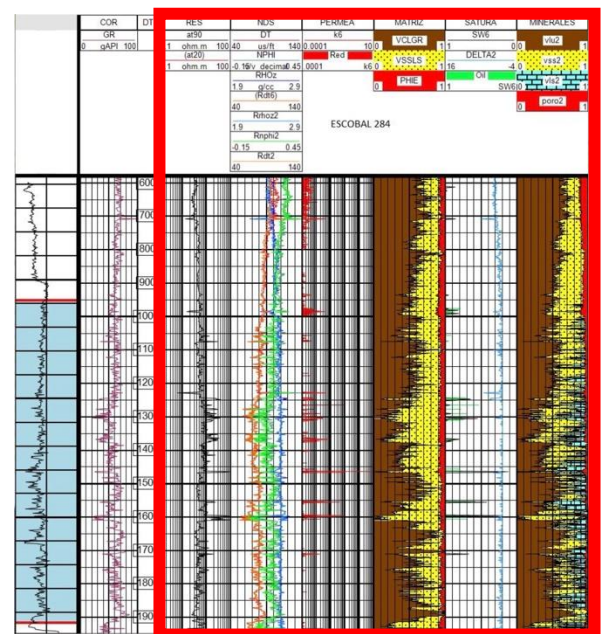
Comenzando con los Registros Geofisicos de Pozos comenzamos diferenciandolos por:

◇ En funcion del principio fisico o la herramienta:

- Resistividad
- Acusticos
- Radiactivos
- Mecanicos

◇ En funcion de la propiedad fisica que miden:

- Resistividad
- Porosidad



Ejemplo de Registros de Pozo interpretados

Esta es una breve clasifiacion de los registros, sin embargo en cada una de estas subclarificaciones existen distitnas tipos y características, las cuales platizamos mas adelante.

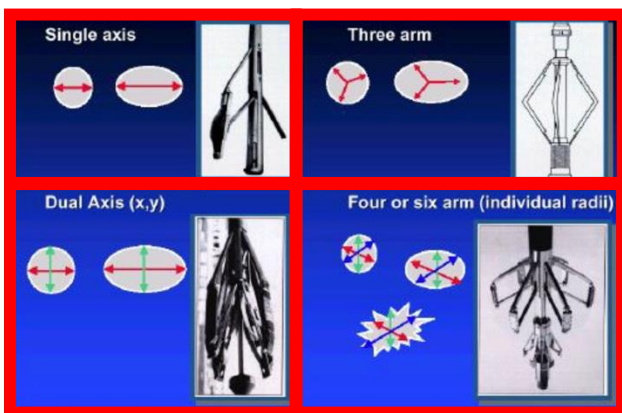
Comenzando con los **REGISTROS MECANICOS**, donde aquí se encuentran:

- Temperatura
- Calibracion
- Desviaciones
- Mediciones de echado

Calibracion o **CALIPER**

Este tiene un principio muy basico de funcionamiento, consta de brazos los cuales van pegados a la pared de pozo, predispuesto a señalar el relieve mismo de las paredes de pozo donde es posible identificar en ciertos casos:

- Derrumbes / Cabernas
- Revoque / Mudcake

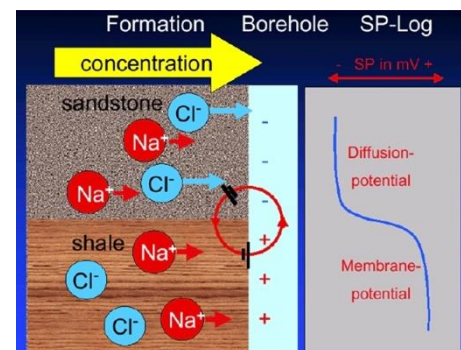


Ejemplo Caliper con distinta cantidad de "brazos"

Registro **POTENCIAL ESPONTANEO (SP)**

Su principio de funcionamiento consta de medir la diferecnia de potencial entre 2 electrodos, uno en movimiento en la herramienta y otro en la formacion circundante.

En este registros es vital el lodo de perforacion dado que su funcionamiento se basa en el intercambio ionico entre el fluido de la formacion y este, por tanto este registro no tiene resultados utiles con lodo base aceite. De igual manera se ve mermado por la precencia de agua dulce o salada, por eso es imporante una correcta correlacion y calibracion basada en las formaciones del pozo. Se interpreta en con 2 lineas base, una linea base de ARENAS LIMPIAS y otro linea base de LUTITAS.



Ejemplo principio de funcionamiento de SP

Por tales motivos es un buen indicador de cambios litológicos y correlación geológica.

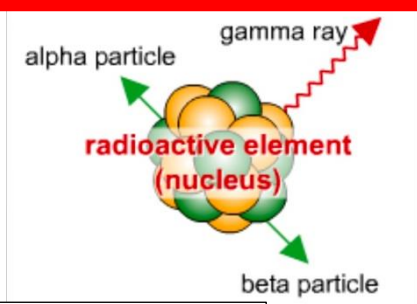
En ciertos casos puede tomarse como base para Rw.

A su vez se aplica para el análisis de facies y gradación;

- Esto se refiere al comportamiento mismo de los registros, dado que la respuesta en los mismos puede indicar ciertas características como:
  - La constancia de la energía, la disminución o aumento de la misma.
  - A su vez cambios constantes en la respuesta pudieran señalar capas intercaladas o cambios continuos de energía.

### Registros RAYOS GAMMA (RG)

#### Decay of Radioactive Nucleus



Decaimiento  
Natural Radiactivo

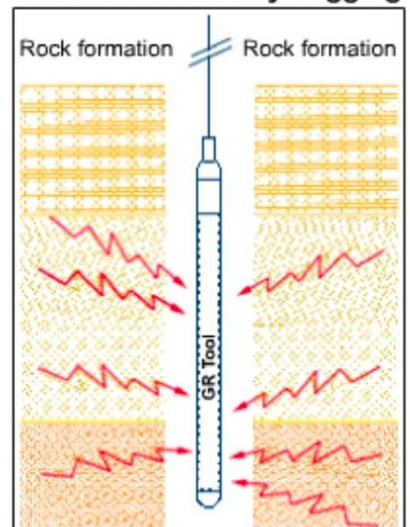
Comenzando señalando que este registro lleva el nombre de Rayos Gamma dado que estas partículas son las que mide, pasando a su principio de funcionamiento, el cual se basa en medir el Decaimiento natural radiactivo de la formación, la cual al expulsar partículas radiactivas (Dentro de ellas Alfa y Beta, las cuales no penetran la formación) los rayos GAMMA pueden ser registrados.

Existen de 2 tipos;

- Rayos Gamma total (SGR)
  - El cual se entiende como la suma total de los Rayos Gamma medidos.
  - De este se desprende una variante el cual es el Rayos Gamma Corregido (CGR)
    - El cual es SIN. Efecto de URANIO\*
- Rayos Gamma Espectral (NGS).
  - El cual mide las concentraciones de radiactividad aportada por Uranio, Torio y Potasio.

\*URANIO: Se atribuye a materia orgánica.

#### Natural Gamma Ray Logging



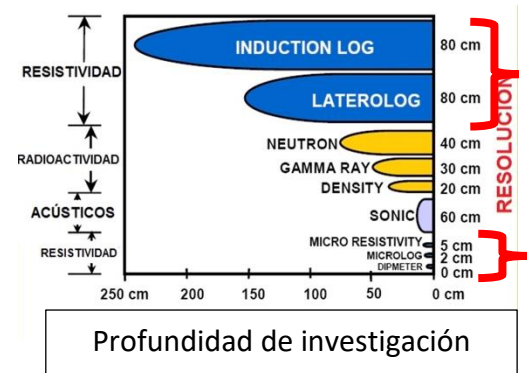
Ejemplo visual de  
funcionamiento.

Señalando que este registros NO SIEMPRE SEÑALA LA PRESENCIA DE ARCILLAS, SEÑALA RADIOACTIVIDAD, aunque de manera normal se utiliza para señalar sonas limpias o sucias de presencia de arcilla, y por lo suele utilizarse para evaluar la arcillosidad.

Este registros en sus distitnas aplicaciones resalta la versatibilidad que tiene dado que puede ser corrido en pozos entuvados, siendo este registro muy versatil y muy util para la identifiacacion de litologia.

### Registros **ELECTRICOS**

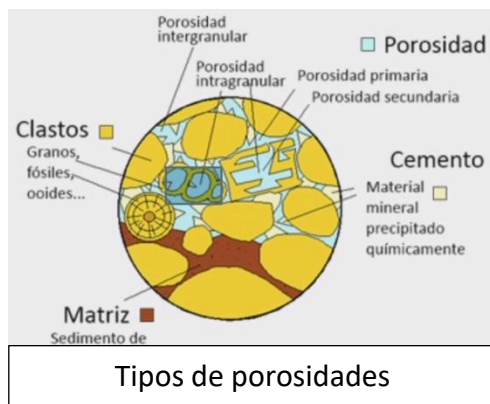
Su pricipal aportacion es la identifiacion de fluidos, dada la significativa direfencia en la respuesta según sea el fluido presente en la formacion, razon de esto que el TIPO DE LODO influya mucho en la respuesta de este registros, dado que los cambios entre en lodo base AGUA y base ACEITE son muchos.



Una de sus mutiples aportaciones es la versatibilidad de la profundidad de penetracion, dado que existen registros ELECTRICOS micro y macro, pudiendo penetrar desde 10 hasta 120 pulgadas, permitiendo identificar con mucha eficacia las ZONAS antes mencionadas (Invasidas, transisicon, limpias)

### REGISTROS DE PORISIDAD

Al referirnos a la porosidad, podemos entedener esta como el espacio que no es ocupado por roca, al estudiar esto de manera matematica y teorica encontramos que con alineaciones perfectas de esferas (Figura Tridimencional de mayor optimizacion de espacio) la Porosidad Maxima teorica es de 47.1% sin embargo en la naturaleza esto es totalmente imposible.



- Porosidad Intergranular
  - La cual es la porosidad entre los granos
  - De igual manera pero en lugar de granos con cirtales es la porosidad Inter cristalina

- Porosidad Intragranular
  - La cual consiste en la porosidad dentro de los granos a causa de:
    - Ruptura
    - Diluccion
    - Diagenesis
  - De igual manera pero en lugar de granos con cirtales es la porosidad Intracristalina

A su vez se clasifiaca en Porosidad:

- Primaria
  - La cual se crea junto con la roca
- Secundaria
  - La cual es posterior a la formacion de la roca como:
    - Ropturas
    - Diluccion
    - Diagenesis



Clase del 07 de mayo del 2021

## Registros SONICO

Su principio de funcionamiento es básicamente la emisión de una onda, la cual al medirse su **TIEMPO DE TRANSITO** se determina la velocidad misma de la formación, y asociada a mediciones de laboratorio funciona como un identificador litológico, esto a causa que una roca más densa tendrá tiempos más rápidos (DOLOMITA más densa que CALIZA), a su vez este registro es el primero que por medio de una fórmula permite el calculo de la POROSIDAD, siendo este uno de sus principales usos.

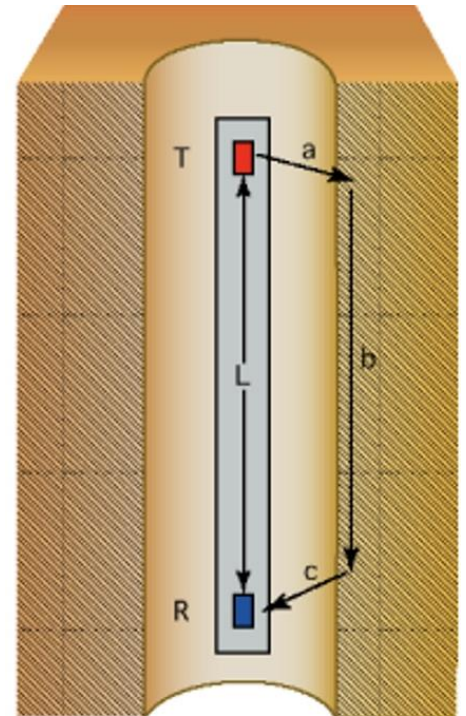
### $\Phi$ Determination : Under-compacted Sands

$$\phi = \frac{\Delta t_{\log} - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}} \frac{1}{C_p}$$

$$C_p \cong \Delta t_{sh} / 100$$

$C_p$  : Empirical correction factor

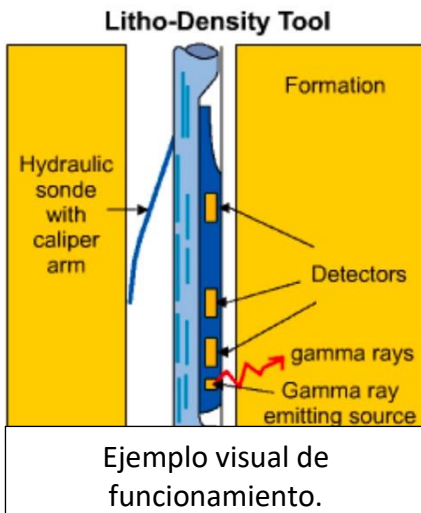
$\Delta t_{sh}$  : Interval Transit Time of nearby shale bed



Transit time (TT) = a + b + c

Ejemplo visual de funcionamiento.

## Registros de DENSIDAD



Este registro consta de una herramienta que permitirá obtener la porosidad de las formaciones directamente a partir de la densidad total de las rocas. Señalando que esta herramienta consta de un patin para mantener la herramienta presionada contra la pared de la formación. Esto dado que su profundidad de investigación es de apenas 15 cm, por tal motivo es vital mantener esas lecturas sobre la formación.

Una de las ventajas de esta herramienta es que puede correrse en todo tipo de lodos, sin importar la base. Una de las Desventajas es que esta herramienta se ve muy afectada (Lecturas poco fiables) por un lodo rico en "Barita".

$$\Phi = \frac{\rho_{ma} - \rho_b}{\rho_{ma} - \rho_f}$$

$\rho_b$  = Density log reading (formation bulk density)

$\rho_f$  = average density of the saturating fluid

$\Phi$  = Porosity

$\rho_{ma}$  = Density of the matrix material



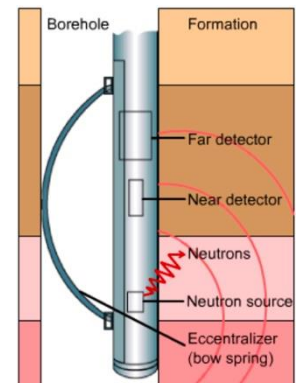
## Registros de Neutron

Se encuentra en los registros radiactivos junto con:

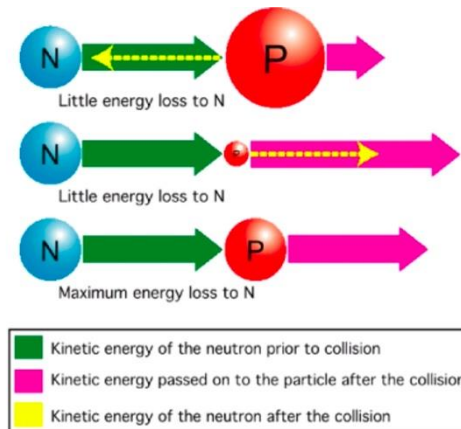
- Rayos Gamma
- Densidad (RHOB)
- Neutron (NHPI)

Se coloca una fuente radiactiva en la sonda que emiten neutrones de alta energia, chocan con los nucleos de la formacion elasticamente y en cada colision pierden parte de su energia:

- La mayor perdida de energia ocurre cuando chocan con nucleos de masa igual, como el hidrogeno, como se ve en la figura.



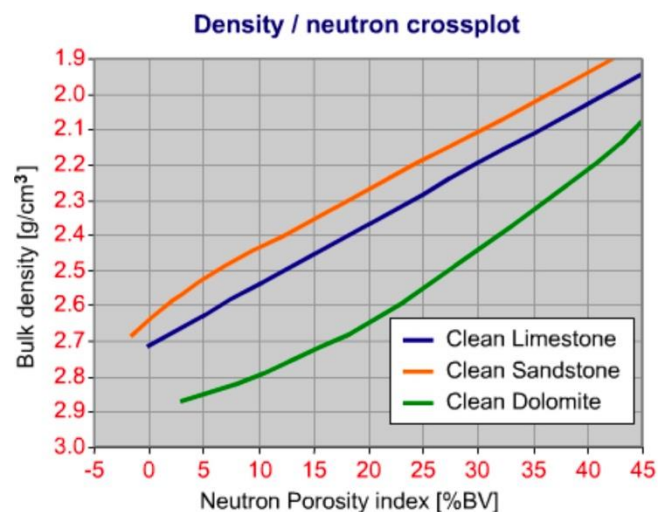
Ejemplo visual de funcionamiento.



Perdida de energía dependiendo el tamaño de la partícula

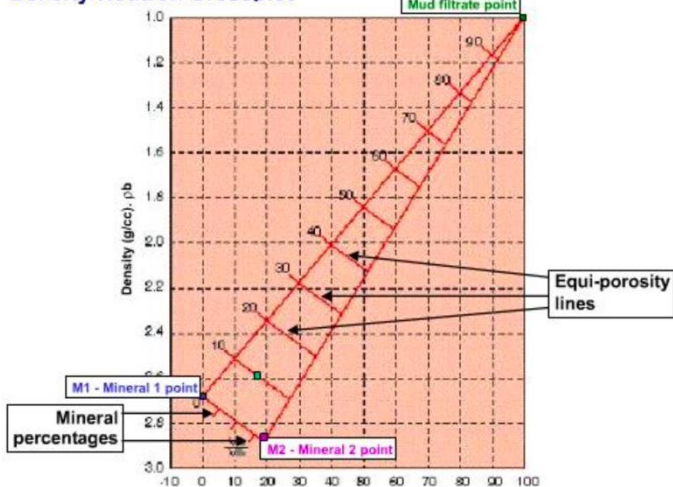
## Cross-Plots

Al interpretar cada registro geofísico de pozo es difícil determinar con exactitud las características únicamente con un Registro, por tal motivo se realiza distintas graficas que relacionen 2 registros, los cuales permiten analizar el comportamiento de ciertas litologías.



Cros-Plot Densidad VS Neutron

### Density-Neutron Crossplot



Cros-Plot Densidad VS Neutrón con % de Porsidad

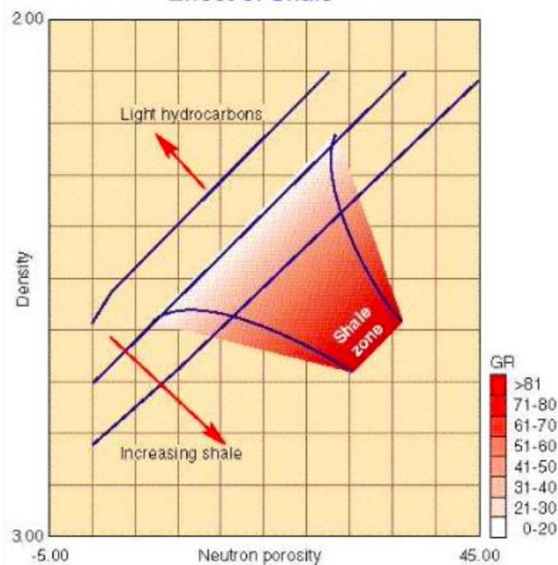
Basado en el Cross-plots se pueden determinar las ciertas litologías como la “Halita” la cual es un roca sello de muy baja densidad, así como su afectaciones por presencia de arcilla. E incluso la presencia de fluidos.

Como se puede observar suele conjugarse una tercera propiedad en la escala de colores, de manera habitual el registro de “Rayos Gamma”.

Sin embargo en la naturaleza las formaciones son compuestas por distintas litologías en ciertos porcentajes, sin embargo también pueden fungir de determinante de % de presencia litologías, esto dado al analizar la cercanía a una tendencia predominante.

A su vez pueden señalar una aproximación a la porosidad de la formación.

### Effect of Shale



Cros-Plot Densidad VS Neutrón con representación visual de “Efecto de Arcilla”

## EJEMPLO

Un ejemplo de su aplicación, es la diferenciación entre la “Halita” y la “Anidrita” en el registro de NHPI su comportamiento sería muy similar, dado que las 2 litologías son **SELLOS NATURALES**, por lo tanto el registro de **NHPI** en ambos casos registra muy bajas porosidades, sin embargo al graficarlo VS el registro de **RHOB**, la diferencia drástica de las densidades (Halita densidades bajas VS Anidrita densidad muy altas) permite la identificación absoluta entre las litologías.

**TABLA DE VALORES**

	<b>Densidad</b>	<b>Sonico</b>	<b>Neutron</b>
Caliza	<b>2.71</b>	<b>47</b>	<b>.001</b>
Dolomita	<b>2.87</b>	<b>44</b>	<b>.01</b>
Arenisca	<b>2.65</b>	<b>56</b>	<b>-01</b>
Arcilla	<b>2.3</b>	<b>90</b>	<b>-.35</b>
Agua	<b>1</b>	<b>189</b>	<b>1</b>