

CONSTRUCCIÓN DE POZOS



Edición 2024

Alfonso Flaquer

Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA)
Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay

aflaquer@fing.edu.uy

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Objetivos

- ❖ Construcción de pozos
 - ❖ Normativa vigente en Uruguay
 - ❖ Información de base
 - ❖ Métodos Geofísicos
 - ❖ Aspectos constructivos

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Marco Normativo en Uruguay:

Código de aguas:

- **CAPITULO VI DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS Y MEDICINALES**
 - Artículo 45:
 - Toda persona, que por cuenta propia o ajena, pretenda perforar el subsuelo para investigar o alumbrar aguas subterráneas deberá obtener licencia de perforador, expedida por el Ministerio competente conforme a las normas que éste estableciere.....
 - Artículo 46
 - La búsqueda de aguas subterráneas, las perforaciones y excavaciones del subsuelo para su alumbramiento, la instalación de maquinarias y equipos para extraerlas y elevarlas y la construcción de las obras que ello requiera, estarán sujetas a los reglamentos que se dicten y a las autorizaciones otorgadas por el Ministerio competente...
 - Al reglamentar y autorizar estas actividades, podrán también fijarse los horarios y caudales de extracción, previo aforo de los mismos.

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Marco Normativo en Uruguay:

Código de aguas:

- **CAPITULO VI DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS Y MEDICINALES**
 - Artículo 47:
 - Para otorgar las autorizaciones y las concesiones o permisos en su caso, se cuidará que, como consecuencia de las obras o labores, no se produzca contaminación o perjuicio a las napas acuíferas, ni se deriven o distraigan aguas públicas de su corriente natural, ni se causen daños a terceros.
 - Artículo 49:
 - En los predios privados no se requerirá autorización para excavar pozos ordinarios destinados solamente a dar satisfacción a las necesidades de bebida e higiene humana y bebida del ganado, así como a otros usos domésticos que determinare la reglamentación..

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Marco Normativo en Uruguay:

REGLAMENTACION DE NORMA TECNICA DE CONSTRUCCION DE POZOS PERFORADOS PARA CAPTACION DE AGUA SUBTERRANEA

CAPITULO I - DISPOSICIONES GENERALES

- Artículo 1º:
 - Para realizar obras de captación de aguas subterráneas es necesario contar con la previa autorización del Ministerio competente, otorgada de conformidad con las disposiciones vigentes, a excepción de aquellas que estuvieren destinadas a dar satisfacción a las necesidades de bebida e higiene humana y abrevado de ganado (Arts. 43 y 49; Ley N° 14.859).
- Artículo 2º:
 - La perforación de pozos para la captación de agua subterránea, independientemente de cual sea su destino, será ejecutada exclusivamente por las empresas registradas y autorizadas por la Dirección Nacional de Hidrografía y estará sujeta a las disposiciones del presente cuerpo normativo (Art. 45; Ley N° 14.859).

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Marco Normativo en Uruguay:

REGLAMENTACION DE NORMA TECNICA DE CONSTRUCCION DE POZOS PERFORADOS PARA CAPTACION DE AGUA SUBTERRANEA

CAPITULO II - DEL CONTRATISTA:

- Artículo 5º.
 - El contratista (empresa perforadora) dispondrá en obra de un Técnico Competente quien será responsable ante el contratante y la administración pública.
- Artículo 8º.
 - Las empresas perforadoras deberán presentar anualmente una Declaración Jurada ante la Dirección Nacional de Hidrografía de las obras realizadas en el período que vence el 30 de junio de cada año.

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Marco Normativo en Uruguay:

REGLAMENTACION DE NORMA TECNICA DE CONSTRUCCION DE POZOS PERFORADOS PARA CAPTACION DE AGUA SUBTERRANEA

CAPITULO IV ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL DISEÑO DE POZOS Y EJECUCION DE OBRA:

- A) POZOS EN ROCAS DURAS
- B) POZOS EN ROCAS SEDIMENTARIAS
- C) FLUIDO DE PERFORACION (LODO)
- D) TOMA Y ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS DEL SUBSUELO
- E) TERMINACION DEL POZO
- F) FILTROS
- G) PREFILTROS
- H) CIMENTACION
- I) TERMINACION EN SUPERFICIE
- J) LIMPIEZA Y DESARROLLO
- K) BOMBEO

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Marco Normativo en Uruguay:

REGLAMENTACION DE NORMA TECNICA DE CONSTRUCCION DE POZOS PERFORADOS PARA CAPTACION DE AGUA SUBTERRANEA

CAPITULO IV ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL DISEÑO DE POZOS Y EJECUCION DE OBRA:

I) TERMINACION EN SUPERFICIE



CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Marco Normativo en Uruguay:

REGLAMENTACION DE NORMA TECNICA DE CONSTRUCCION DE POZOS PERFORADOS PARA CAPTACION DE AGUA SUBTERRANEA

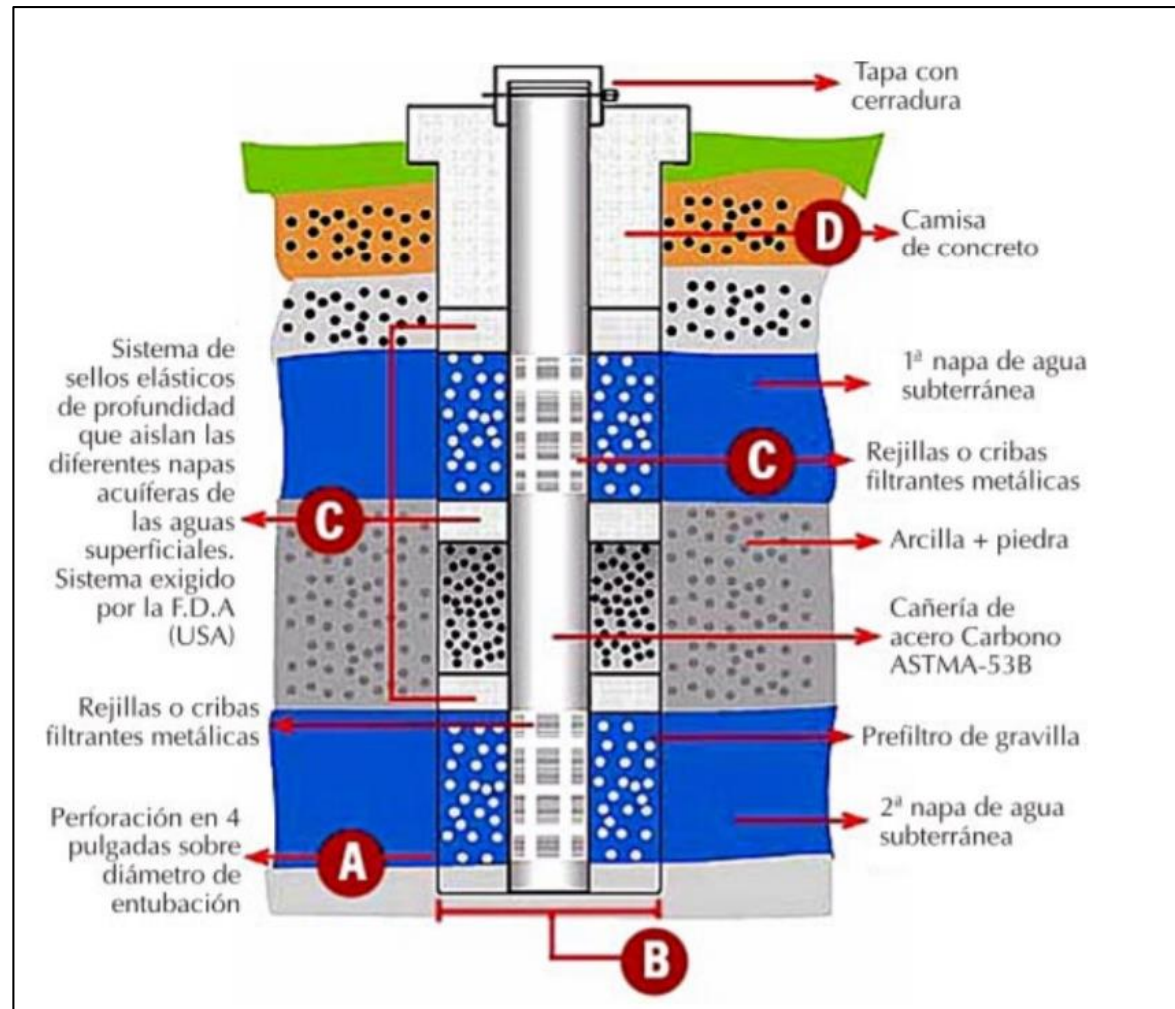
CAPITULO IV ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL DISEÑO DE POZOS Y EJECUCION DE OBRA:

I) TERMINACION EN SUPERFICIE



CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Esquema Constructivo de un Pozo:



CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Marco Normativo en Uruguay:

Como se realiza la solicitud de derecho?

The screenshot shows the top navigation bar of the MVOTMA website. On the left is the MVOTMA logo with the text 'Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente'. To the right of the logo is a search bar and a list of menu items: 'Inicio' (highlighted with a yellow border), 'Institucional', 'Transparencia', 'Trámites y servicios', 'Documentos', and 'Novedades'. Below this is a secondary navigation bar with categories: 'Vivienda', 'Ambiente', 'Territorio', 'Aguas', and 'Cambio climático'. On the far right of this bar are social media icons for Twitter, Facebook, YouTube, RSS, and Email.

Trámite Solicitud de derechos de uso de agua



Qué es

Puede ser tanto una solicitud nueva como renovación, modificación o cesión de derechos previamente otorgados. Leer sobre la normativa aplicable y definiciones en INSTRUCTIVO GENERAL e INSTRUCTIVO JURIDICO NOTARIAL, disponibles para descargar más abajo.

El uso de las aguas sin la debida habilitación está sancionado por la Ley.

Dónde y Cuándo

El trámite se inicia preferentemente en la Oficina Regional correspondiente a la jurisdicción de ubicación de la obra de aprovechamiento de aguas o en la oficina central. El horario de atención al público es de 9:30 a 16 horas en días hábiles.

En los casos de riego agrario, corresponde además la presentación de un Plan de Uso de Suelos y Aguas cuya aprobación compete a la Dirección General de Recursos Naturales (DGRN) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP): [Trámites DGRN](#)

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Marco Normativo en Uruguay:

Como se realiza la solicitud de derecho?

Cómo se hace

El solicitante deberá acompañar el Proyecto con el **FORMULARIO RESUMEN DE LA SOLICITUD** y el **ANEXO** correspondiente al tipo de obra; si se trata de obras para riego completar además el **ANEXO Va o Vb**, según corresponda . De preferencia, tanto el Formulario Resumen como los ANEXOS serán completados mediante procesador de texto electrónico. Los mismos están disponibles para su descarga más abajo.

En el caso de obras con destino a riego agrario, el Proyecto se presentará por duplicado (DOS CARPETAS) con el fin de que pueda ser estudiado paralelamente en DINAGUA y DGRN. En este caso, la solicitud podrá ser iniciada también en la Regional Departamental de DGRN correspondiente.

- > Anexo I - Embalses (represas, tajamares, reservorios)
- > Anexo II - Tomas directas
- > Anexo III - Tanques excavados
- > Anexo IV - Pozos y manantiales


Sólo para casos de Riego presentar además:

- > Anexo Va - Riego en general
- > Anexo Vb - Sistemas de Riego

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Marco Normativo en Uruguay:

Como se realiza la solicitud de derecho?



DINAGUA
Dirección Nacional
de Aguas

ANEXO IV
POZOS Y MANANTIALES

(Completar preferentemente mediante procesador de texto)

OBRA
CONSTRUIDA
(SI / NO)

FECHA
CONSTRUCCIÓN /
MODIFICACIÓN

FECHA
INICIO
OPERACIÓN

TIPO DE OBRA:

POZO	<input type="checkbox"/>
POZO DE ESTUDIO	<input type="checkbox"/>
MANANTIAL	<input type="checkbox"/>

Empresa perforadora:

UBICACIÓN DE LA OBRA:

Formación

Acuífero

Coordenadas (al eje de la obra): ¹

(SGM ROU-USAMS) X (m) Y (m)

Forma de acceso:

Departamento	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Sec. Jud. / Cat.	<input style="width: 100%;" type="text"/>	N° Padrón	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Localidad	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
Paraje	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
Dirección	<input style="width: 100%;" type="text"/>	entre	<input style="width: 100%;" type="text"/>	y	<input style="width: 100%;" type="text"/>

Otros datos de ubicación:

¹ Indique las coordenadas planas aproximadas (ROU-USAMS) del centro de la obra en metros (X,Y) extraídas de los visualizadores geográficos en los sitios web de DINAGUA (www.dinagua.cub.uy/sistema/mapa.phpml) o RENARE (www.renare.cub.uy/fotos/mapa_separata-legend.phpml) o de las láminas SGM esc. 1:50.000.

DATOS TÉCNICOS:

Dimensiones:

Profundidad: <input style="width: 50px;" type="text"/> m	Diámetro: <input style="width: 50px;" type="text"/> mm
----------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------

Capacidad instalada de bombeo:

Caudal máximo ² m³/h

ENSAYO DE BOMBEO Y ANÁLISIS

Ensayo de bombeo:

Fecha: Agrega planilla de aforo (SI / NO)

Tipo de aforo: <input style="width: 100px;" type="text"/>	Duración (hh:mm) <input style="width: 100px;" type="text"/>
Nivel estático: <input style="width: 50px;" type="text"/> m	Nivel dinámico: <input style="width: 50px;" type="text"/> m
Caudal: <input style="width: 50px;" type="text"/> m ³ /h	
Recuperación: desde <input style="width: 50px;" type="text"/> m	hasta <input style="width: 50px;" type="text"/> m
en <input style="width: 50px;" type="text"/> minutos	
Caudal específico: <input style="width: 100px;" type="text"/> (m ³ /h/m)	

Análisis del agua:

Fecha: <input style="width: 100px;" type="text"/>	Temperatura: <input style="width: 50px;" type="text"/> °C	pH <input style="width: 50px;" type="text"/>	Conductividad <input style="width: 100px;" type="text"/> μS
---------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------	----------------------------------------------	-------------------------------------------------------------

PROFUNDIDAD DE LOS NIVELES DE CONTRIBUCIÓN

Desde (m)	Hasta (m)	Diámetro (mm)	Tipo de acuífero	Caudal (m ³ /h)
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>

Nota: De no extirrar caudal en una capa, igualmente llenar las demás columnas.

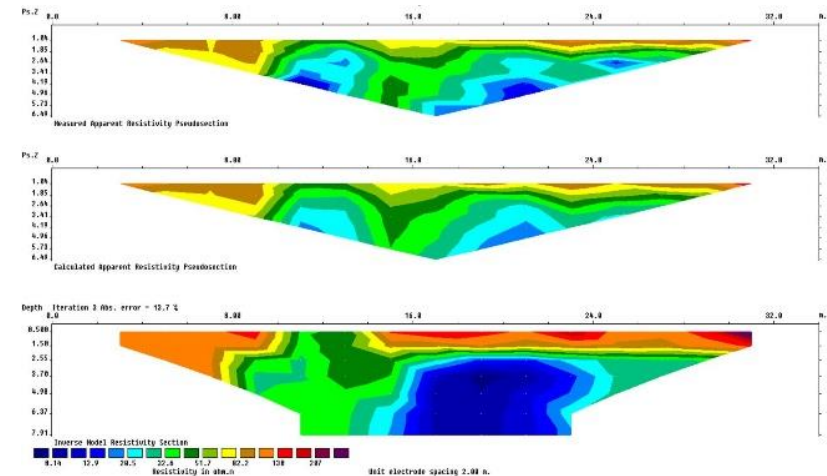
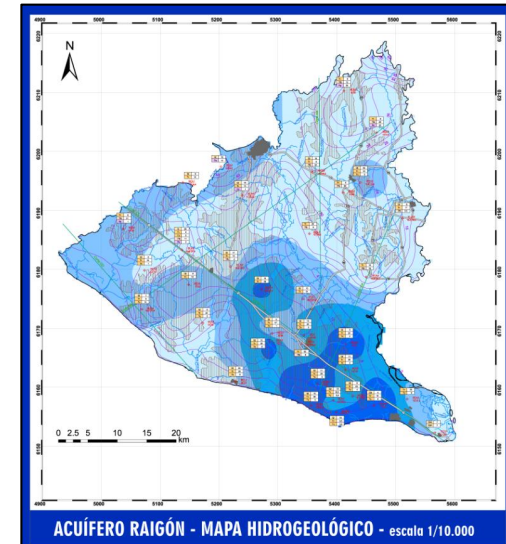
² Corresponde al máximo bombeo instantáneo posible con la instalación existente.

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Información de Base:

1. Evaluación de la disponibilidad del recurso (Donde y Cuanto?)

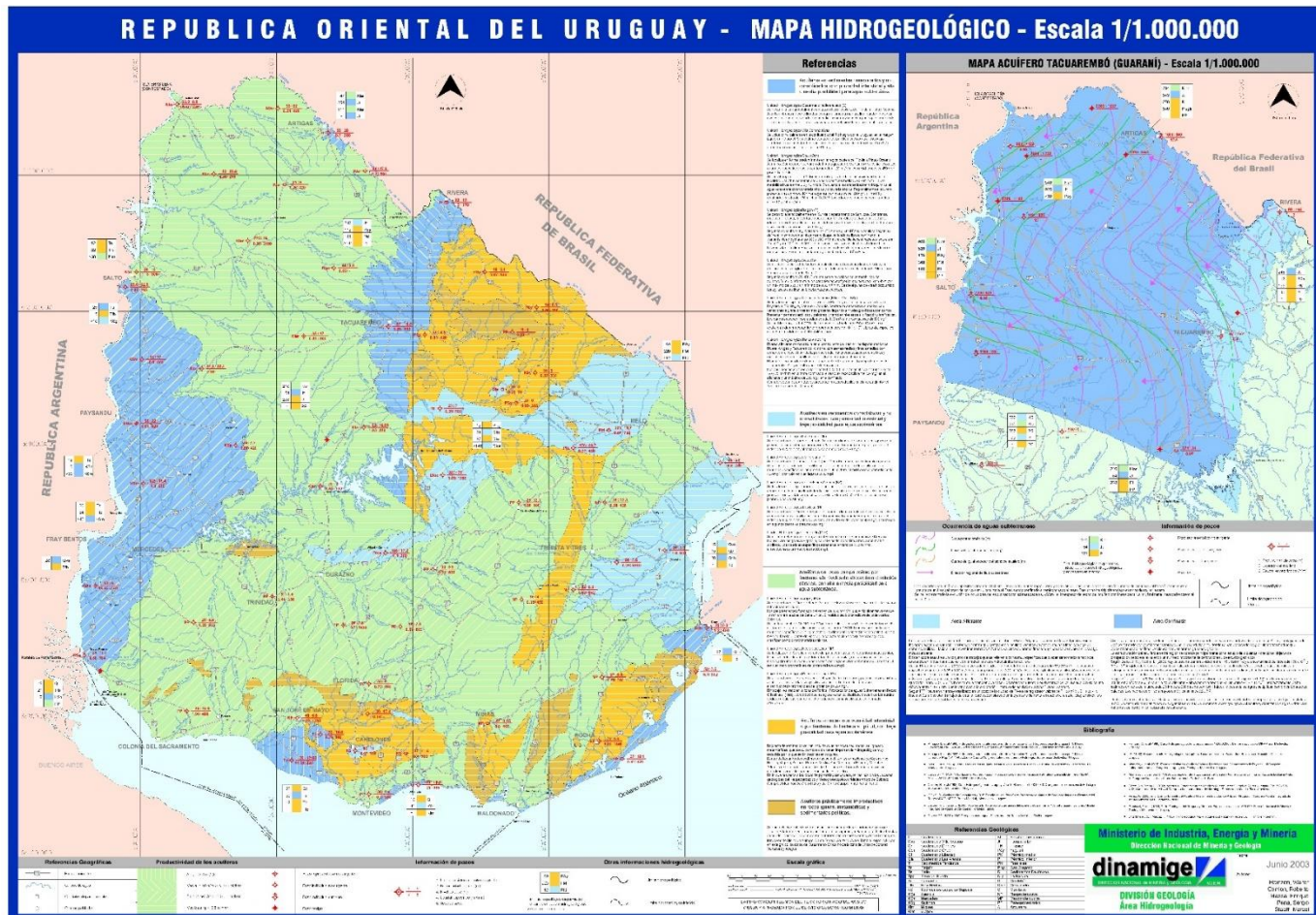
- Primera selección del sitio en base a información geológica, mapas hidrogeológicos (ojo con la escala).
- In situ, técnicas geofísicas como Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) / tomografía eléctrica
- Otros pozos en la zona / experiencias previas



CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Información de Base:

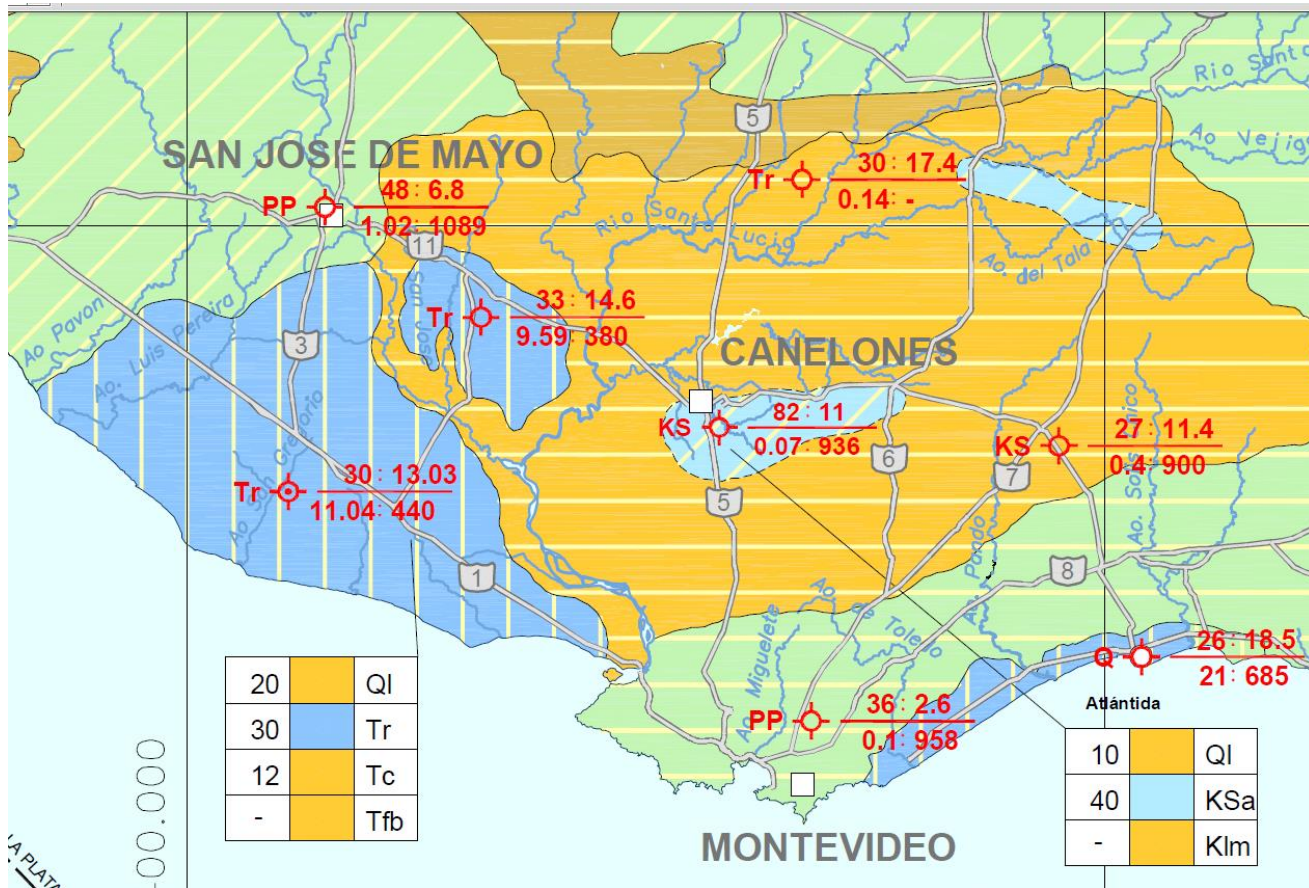
MAPA HIDROGEOLÓGICO



CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Información de Base:

MAPA HIDROGEOLÓGICO



Productividad de los acuíferos

	Alta, $q > 4 \text{ m}^3/\text{h/m}$
	Media, $4 \text{ m}^3/\text{h/m} > q > 2 \text{ m}^3/\text{h/m}$
	Baja, $2 \text{ m}^3/\text{h/m} > q > 0.5 \text{ m}^3/\text{h/m}$
	Muy baja, $q < 0.5 \text{ m}^3/\text{h/m}$

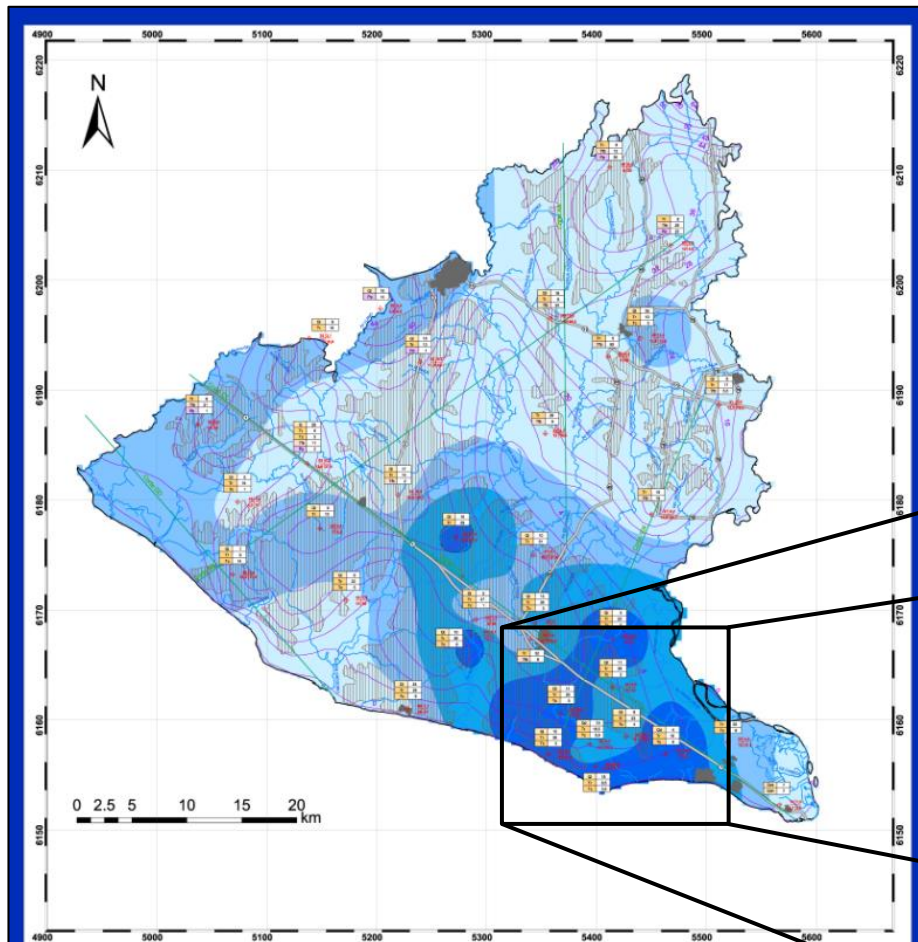
Información de pozos

	1. Unidad o sistema acuífero captado 2. Profundidad de pozo (m) 3. Nivel estático (m) 4. Caudal específico (m³/h/m) 5. Residuo seco
	Pozo representativo no surgente
	Pozo individual no surgente
	Pozo individual surgente
	Pozo testigo

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Información de Base:

MAPA HIDROGEOLÓGICO



Información General

- Pozos representativos
- Red vial
- Red hidrográfica
- Cortes Geológicos
- Piezometría 2015
- Localidades
- Formación Libertad

Productividad

- < 2 m³/h/m
- 2 - 5 m³/h/m
- 5 - 9 m³/h/m
- > 9 m³/h/m

Información Geológica

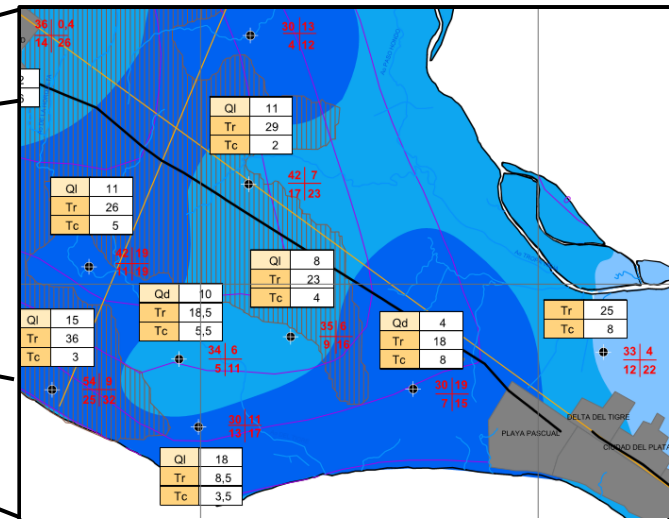
- Q Cuaternario
- Qvs Cuaternario Villa Soriano
- Qd Cuaternario Dolores
- Qch Cuaternario Chuy
- Ql Cuaternario Libertad
- T Terciario
- Tr Raigón
- Tc Camacho
- Tfb Fray Bentos
- Pp Paleoproterozoico

Información de Pozos

1	2	1
3	4	2

1 Profundidad de Pozo (m)
2 Caudal específico (m³/h/m)
3 Nivel Estático (m)
4 Nivel Dinámico (m)

Ql	10	Perfil esquemático indicando las unidades hidrogeológicas y los espesores en metros.
Tr	26	
Tc	8	



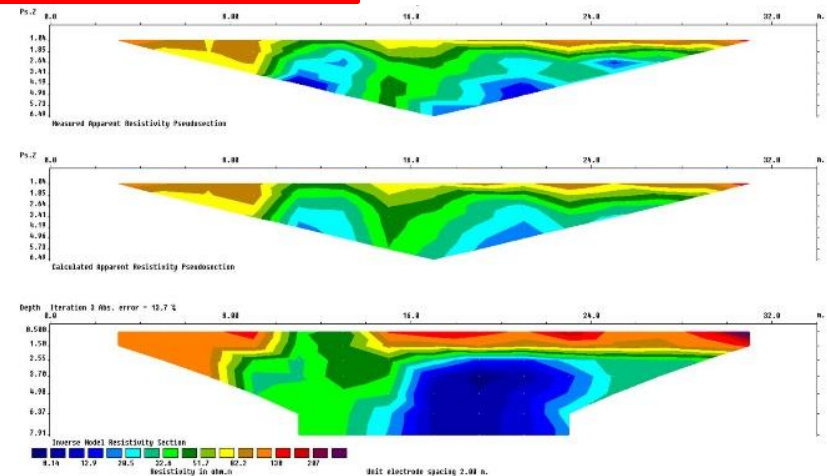
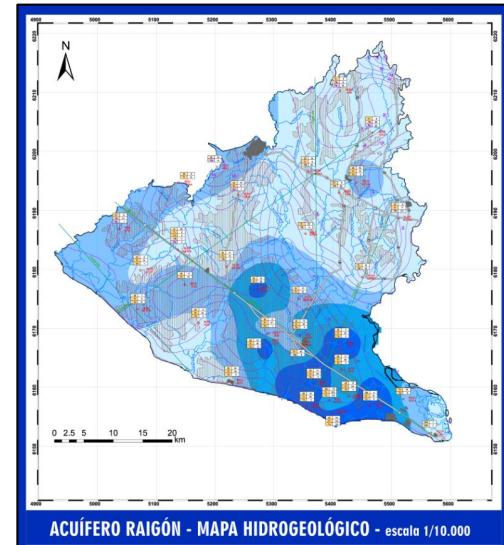
ACUÍFERO RAIGÓN - MAPA HIDROGEOLÓGICO 1:100.000

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Información de Base:

1. Evaluación de la disponibilidad del recurso (Donde y Cuanto?)

- Primera selección del sitio en base a información geológica, mapas hidrogeológicos (ojo con la escala).
- In situ, técnicas geofísicas como Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) / tomografía eléctrica
- Otros pozos en la zona / experiencias previas



CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Información de Base:

- Otros pozos en la zona / experiencias previas

DINAGUA Visualizador de Información Hídrica
Dirección Nacional de Agua

Sitios relacionados

- SINA
- INUMET
- BOLETÍN PLUVIOMÉTRICO INUMET
- METSUL BRASIL
- SMN ARGENTINA
- DINAGUA
- MVOTMA

Ver capas disponibles

- Capas
 - Mapas base
 - Límites administrativos
 - Cartografía base
 - Cuencas hidrográficas
 - Acuíferos
 - Estaciones de información hídrica
 - Aprovechamientos de agua
 - Tomas
 - Pozos
 - Inventario de Pozos Mevir
 - Manantiales
 - Represas
 - Tajamares
 - Tanques excavados
 - Reservorios
 - Pozos de OSE

Legenda

- Pozos

Más agua para el desarrollo rural Fase 2

IMPORTANTE: Para ver el detalle de los aprovechamientos de agua es necesario permitir las ventanas emergentes.

<https://app.mvotma.gub.uy/geoportal/>

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Clasificación de los métodos de construcción:

¿En qué consiste la perforación de un pozo?

1. Destrucción de la formación rocosa:

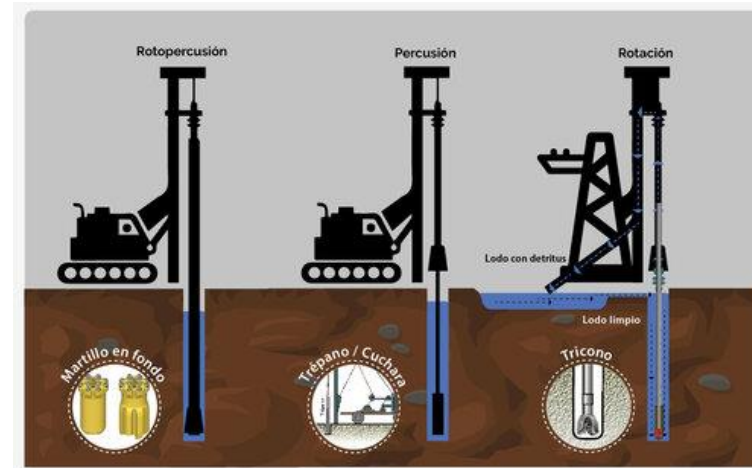
- RotoperCUSión
- Rotación
- Percusión

2. Extracción de los fragmentos o detritos:

- Aire
- Lodo
- Cuchara

3. Estabilidad de la obra realizada

- Entubamiento (definitivo o de maniobra)



CONSTRUCCIÓN DE POZOS

Clasificación de los métodos de construcción:

La elección del método de perforación requiere llegar a un balance entre:

- Velocidad y costos
- Calidad y cantidad de la muestra a recuperar
- Aspectos logísticos y ambientales.

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

PERFORACIÓN POR PERCUSIÓN A CABLE

- Fracturación de las rocas mediante la caída libre de una herramienta pesada (trépano)
- Los fragmentos de roca se extraen por medio de una válvula o cuchara de limpieza.
- Para la estabilización de las paredes del pozo, cuando el material no es coherente, se utilizan sucesivos revestimientos (entubaciones).



- Procedimiento limpio
- No requiere la inyección de sistemas de lodos que pueden afectar el acuífero al pozo.
- Los horizontes de acuíferos se suelen localizar bien.

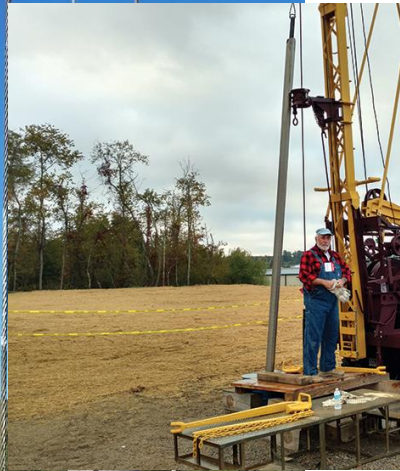


- Procedimiento sumamente lento
- Se complica el avance en materiales no consolidados.
- Mala testificación



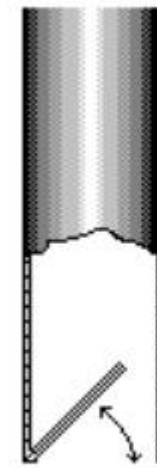
CONSTRUCCIÓN DE POZOS

PERFORACIÓN POR PERCUSIÓN A CABLE

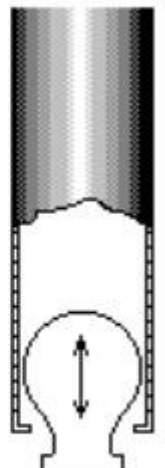


CONSTRUCCIÓN DE POZOS

PERFORACIÓN POR PERCUSIÓN A CABLE



Válvula de charnela



Válvula de dardo

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

PERFORACIÓN POR ROTACIÓN

- La perforación se realiza únicamente por la rotación de un elemento cortante
- Para este método se pueden utilizar brocas tipo tricono. El tipo de broca dependerá de la dureza de la roca a perforar.
- En condiciones óptimas se utiliza aire como fluido de limpieza, pero en circunstancias complejas se puede utilizar espuma o lodos.

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

PERFORACIÓN POR ROTACIÓN

BROCA TRICÓNICA

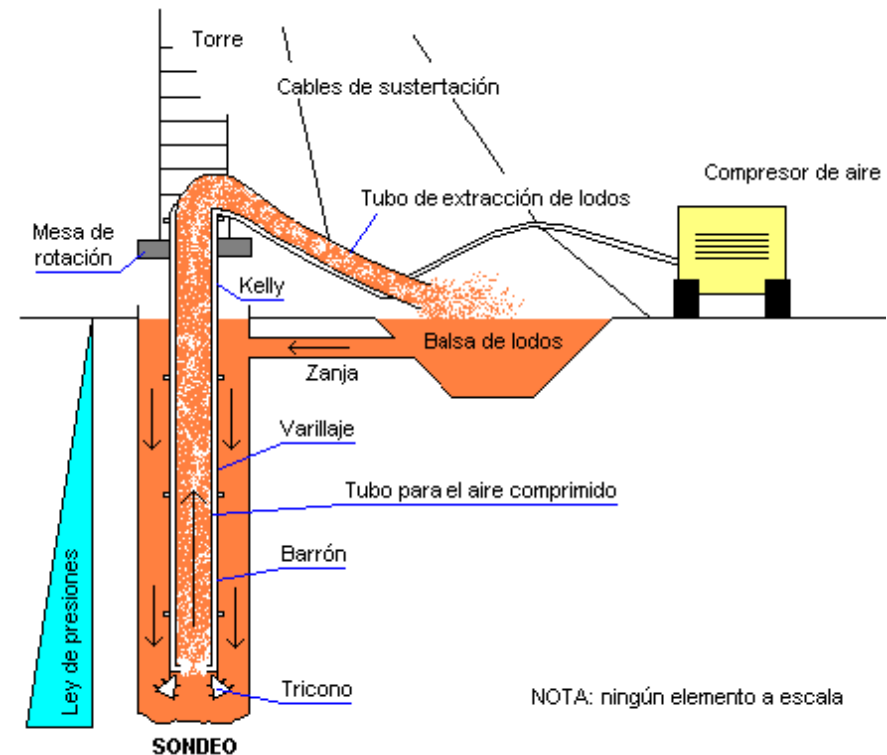


CONSTRUCCIÓN DE POZOS

PERFORACIÓN POR ROTACIÓN

- Circulación inversa:

En este caso el lodo circula en forma descendente por espacio anular y es elevado (por medio de una bomba de lodos) desde la parte inferior de la columna de perforación.



CONSTRUCCIÓN DE POZOS

PERFORACIÓN POR ROTACIÓN

- Circulación directa :

El lodo es inyectado a la columna de perforación, circulando éste en forma descendente por la misma y sale por un orificio en la parte inferior haciendo circular el lodo en forma ascendente por espacio anular entre la pared de perforación y la columna de perforación

<https://www.youtube.com/watch?v=PcM5-CyMwIA>

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

PERFORACIÓN POR ROTACIÓN

CIRCUITO DE LODOS

- Principales funciones :
 1. Extraer los detritus de la perforación
 2. Refrigerar el útil de corte
 3. Sostener las paredes de la perforación
 4. Estabilizar la columna de perforación
 5. Lubricar el rozamiento entre la columna de perforación y las paredes de perforación

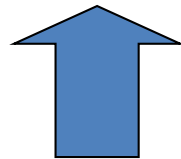
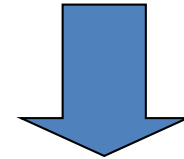


CONSTRUCCIÓN DE POZOS

PERFORACIÓN POR ROTACIÓN

CIRCUITO DE LODOS

Canalización



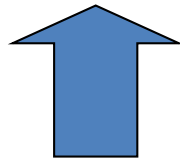
Inicio del circuito



CONSTRUCCIÓN DE POZOS

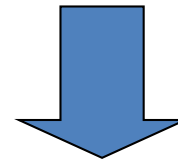
PERFORACIÓN POR ROTACIÓN

CIRCUITO DE LODOS



Tanque de lodos

Bomba centrífuga con motor independiente



CONSTRUCCIÓN DE POZOS

PERFORACIÓN POR ROTACIÓN



- Funciona para rocas blandas y rocas duras
- Avance rápido

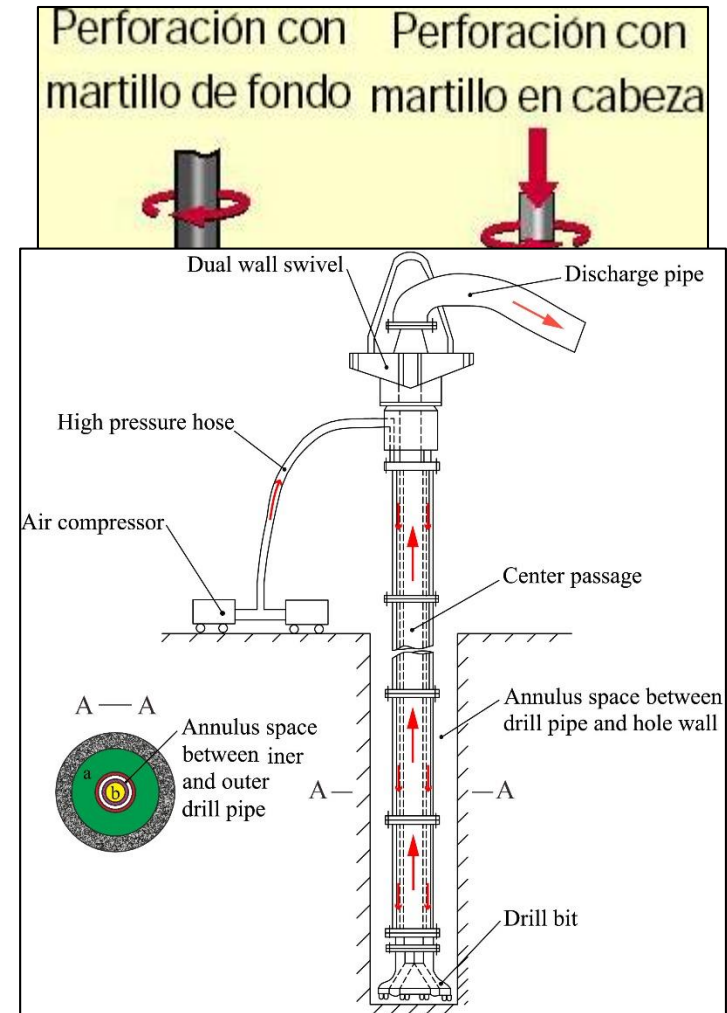


- Materiales no consolidados, permeables a muy permeables, son difíciles de atravesar.
- Es complicado obtener muestras representativas en materiales no consolidados (gravas y arenas).
- El lodo de perforación invade las formaciones acuíferas haciendo difícil su limpieza posterior, así como la ejecución de ensayos de inyección de agua como de bombeo.

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

PERFORACIÓN POR ROTOPERCUSIÓN

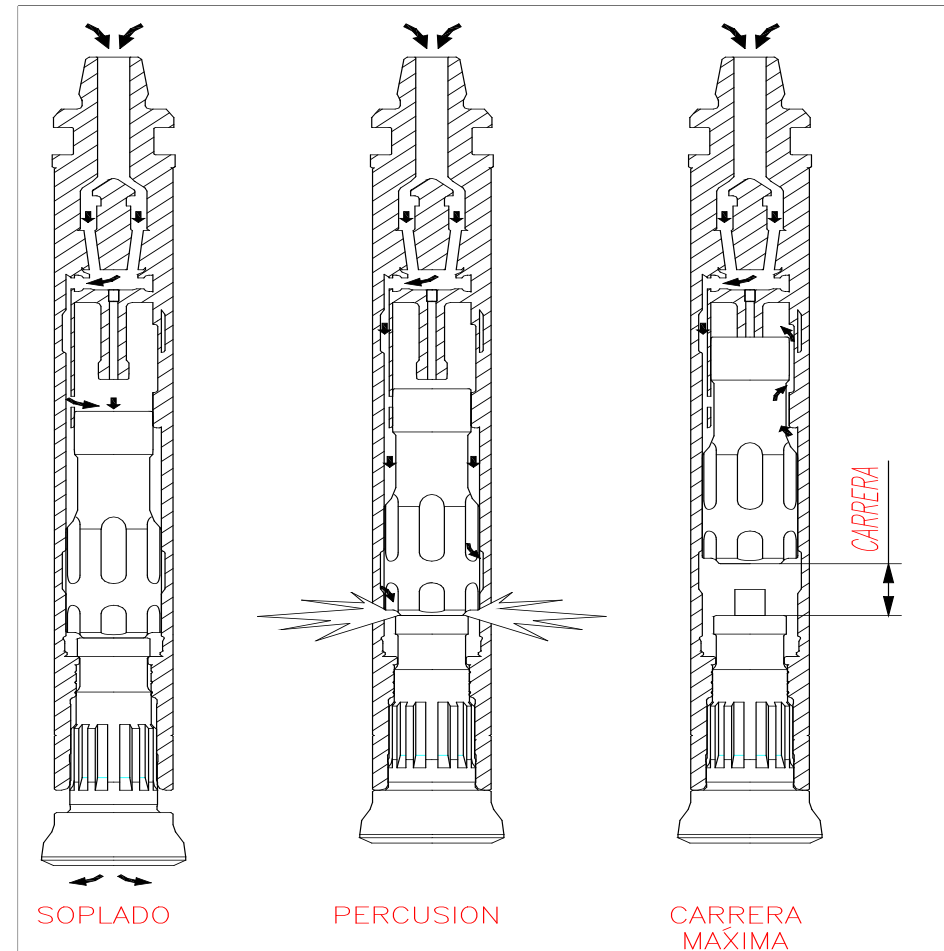
- El principio de perforación de estos equipos se basa en el impacto de una pieza de acero (pistón) que golpea a un útil que a su vez transmite la energía al fondo del barreno por medio de un elemento final (boca). Los equipos roto-percutivos se clasifican en dos grandes grupos, según donde se encuentre colocado el martillo:
 - Perforación con martillo de fondo
 - Perforación con martillo en cabeza
- Utiliza aire comprimido inyectado por el interior de las barras que acciona el martillo de fondo y este mismo aire expulsa los detritus y el agua hacia la superficie por el espacio anular



CONSTRUCCIÓN DE POZOS

PERFORACIÓN POR ROTOPERCUSIÓN

Funcionamiento de un martillo de Fondo (DTH – Down The Hole)



CONSTRUCCIÓN DE POZOS

PERFORACIÓN POR ROTOPERCUSIÓN



CONSTRUCCIÓN DE POZOS

ENTUBAMIENTOS



CONSTRUCCIÓN DE POZOS

FILTROS

