

Organiza:



Financia:



Más agua
para el
desarrollo rural



CICLO DE CHARLAS: Usos racionales del recurso agua a nivel predial

Julio a setiembre de 2021

Registro charla:

Características de fuentes de aguas subterráneas. Manejo y mantenimiento de aguas subterráneas

Lic. en Geología Roberto Carrión

APOYAN:



Ministerio
de Ganadería,
Agricultura y Pesca

Dirección General de la GRANJA



Gobierno de Canelones
Agencia de Desarrollo Rural



25
AÑOS
EN EL
CAMPO,
CON NUESTRA
GENTE



AFRUPI / Durazno entre Avenida Artigas y Rocha - Progreso - Canelones - Uruguay
(598) 2369 1603 - (598) 91 205 469 / afrupi@gmail.com / www.afrupi.uy

Las charlas y este material fueron realizados en el marco del Proyecto del Agente de Territorial de Desarrollo Rural (ATDR), otorgado a la Asociación de Fruticultores de Producción Integrada (AFRUPI), con financiamiento del Proyecto *Más Agua para la producción*, del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

Este material es resultado de la desgrabación de la Charla efectuada por plataforma zoom por el Lic. Roberto Carrión, el día 28 de julio de 2021 y disponible en youtube

Coordinación general del proyecto: Ing. Agr. Natalia Zárate y Soc. Natalia Guidobono

Coordinación del ciclo de charlas: Fernando Rabellino, Ing. Agr. Natalia Zárate e Ing. Agr. Félix Fúster

Asistencia: Claudia Sappia

Desgrabación: Valentina Domínguez

Edición de material: Ing. Agr. Félix Fúster

Soporte técnico de las charlas sincrónicas: Educa Producciones

Diseño gráfico: Gabriel Guerra

Directiva:

Presidente: Erick Rolando

Secretario: Iván Cescato

Este material es de libre reproducción, en caso de utilizar, se solicita indicar la fuente.



PRÓLOGO

El presente documento, es un registro realizado de una de las charlas efectuadas en el Ciclo de Charlas Usos racionales del recurso agua a nivel predial, las que se realizaron entre julio y setiembre de 2021, organizados por la Asociación de Fruticultores de Producción Integrada (AFRUPI).

Este ciclo de charlas tuvo por objetivo aportar conocimientos para el uso y manejo responsable del recurso agua, en sus dimensiones ambiental, social y productiva, dirigido a un público múltiple, focalizado en quienes están directamente vinculados al sistema productivo. Se efectivizó dentro del marco de las acciones que desarrolla AFRUPI como Agente Territorial de Desarrollo Rural (ATDR), con financiamiento del Proyecto Más Agua para la Producción del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP).

Este ciclo constó de 10 instancias, con más de 20 horas de intercambios que permitieron transitar por múltiples enfoques del recurso agua. Se trabajaron los temas de aguas superficiales y subterráneas, agua para animales, sistemas de riego, calidad de las aguas, la gestión del riesgo desde una perspectiva de género, las reglamentaciones para el usufructo de agua y las normativas actuales vinculadas a lo territorial al departamento canario.

AFRUPI agradece especialmente a las diferentes organizaciones e instituciones que apoyan esta iniciativa, principalmente a quienes integran el Comité Gestor del Proyecto Más Agua para la producción, de la Dirección General de Desarrollo Rural, Soc. Fernanda Hernández y representantes de la Dirección Nacional de la Granja, Ing. Marcelo Buschiazzi, como también a quienes acompañan estas charlas en el rol de docencia desde el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, el Instituto Plan Agropecuario, la Dirección Nacional de Agua, la Facultad de Ciencias, la Intendencia de Canelones, y técnicos privados que acompañan esta iniciativa.

Carlos Rydstrom como Director de Desarrollo Rural del MGAP plantea en la apertura de este ciclo, la importancia del trabajo en ejes centrales temáticos, así como la relevancia de "... extender redes de contención, redes de trabajo con organizaciones de productores y a partir de con la producción en sí mismo, con los técnicos, con la familia rural y de forma transversal con todos los rubros..."



► *A continuación la estructura de las charlas y sus docentes.*

DÍA	Título	Docente
MIÉRCOLES 21/07 18 a 20 hs. MIÉRCOLES 28/07 18 a 20 hs. MIÉRCOLES 04/08 18 a 20 hs. MIÉRCOLES 11/08 18 a 20 hs. MIÉRCOLES 18/08 18 a 20 hs. JUEVES 26/08 18 a 20 hs. MIÉRCOLES 01/09 19 a 21 hs. MIÉRCOLES 8/09 19 a 21 hs. MIÉRCOLES 15/09 19 a 21 hs. MARTES 21/09 19 a 20.15 hs. 20.15 a 21 hs.	BIENVENIDA Y PRESENTACIÓN DEL CICLO DE CHARLAS A CARGO DE AFRUPI - DGDR	
	Aguas superficiales.	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Claudio García.
	Aguas subterráneas.	Roberto Carrión.
	Uso y manejo responsable de recursos acuáticos.	Luis Aubiot.
	Calidad de agua para riego.	Vivian Severino Antonio Guimaraenz.
	Manejo del agua para consumo animal.	Instituto Plan Agropecuario Hernán Bueno y Pablo Areosa.
	Sensibilización en uso racional de aguas a nivel predial.	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Claudio García.
	Sistemas de riego.	Jorge Dighiero.
	Gestión del riesgo en aguas, en un contexto de cambio climático desde una perspectiva de género.	Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Uruguay. Ana Gabriela Fernández.
	Reglamentación para otorgamiento de derechos de uso de fuentes de agua.	Dirección Nacional de Agua. Ximena Lacues Ma. Noel González.
	Ordenamiento territorial canario.	Intendencia de Canelones Matilde Acosta y Damián Collazo.
MESA DE CIERRE: DGDR, DIGEGRA - AFRUPI		

Las charlas se encuentran de manera completa en el Canal de Youtube de AFRUPI.

Este material está disponible en www.afrupi uy en forma individual cada una de las charlas, y en un solo documento que compendia la totalidad de las mismas.



SERVICIOS DE AFRUPI

AFRUPI es una organización que aboga por brindar apoyo técnico a productores del sector. En este sentido, se ofrecen algunos servicios que aportan a la mejora de la producción frutícola y cuentan con el respaldo de la organización.

Actualmente AFRUPI presta servicios a socios de la organización y no socios con un precio diferencial.

SERVICIO DE MECANIZACIÓN

Servicios mecanizados ofertados:

- ▶ Poda mecánica en muro frutal de manzana, durazno, pera, cítricos y para casuarinas y cercos.
- ▶ Raleo mecánico.
- ▶ Desmalezado mecánico.

Comentarios: El arrendamiento se hace por hora. El servicio está amparado por leyes sociales y seguros requeridos por Ley.

Responsable: Iván Cescato

MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE AGUA

Objetivos:

- ▶ Medición de parámetros de calidad (pH y conductividad), para aguas de riego y aplicaciones fitosanitarias.
- ▶ Medición de contenido hídrico en perfil del suelo.

Herramientas utilizadas: pHímetro, conductímetro y sonda de humedad de suelo (requiere que el productor tenga instalado los tubos en su predio)

Comentarios: El procedimiento para la medición de los parámetros de calidad de agua consistirá en que el socio acerque la muestra a la oficina los días acordados, al día siguiente de la recolección de las muestras se procederá a la medición y entrega de los resultados, que serán enviados por whatsapp o correo electrónico. Para la medición de humedad en el perfil del suelo se acordará previamente con AFRUPI, el día, se abonará un viático de movilidad hasta el predio.

Responsable: Fernando Rabellino, Natalia Zárate

MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE MADUREZ DE FRUTA (SÓLIDOS SOLUBLES Y PRESIÓN)

Objetivo: Medir sólidos solubles y presión de la pulpa de la fruta, y test de iodo, parámetros que permiten determinar los índices de madurez de fruta, previa a cosecha.

Herramientas: penetrómetro, refractómetro y solución de iodo

Comentario: los índices presión, contenido de azúcares (sólidos solubles), y test de iodo. Permiten orientar en el nivel de madurez de la fruta, permitiendo definir el momento adecuado de cosecha y orientar en la calidad de fruta para su posterior conservación en el frío.

Responsable: Fernando Rabellino, Natalia Zárate

SERVICIO DE CALIBRACIÓN DE MAQUINARIA

Objetivo: calibrar la maquinaria

Comentarios: requiere una revisión de las condiciones de pre-calibración y haber efectuado los ajustes necesarios para recibir el servicio de calibración de manera adecuada. El costo tiene en cuenta la distancia del predio.

Responsable: Raúl Calcagno

Por cualquiera de estos servicios puede comunicarse con AFRUPI,
al e-mail afrupi@gmail.com o a los teléfonos:
(598) 2369 1603 o 091 205 469



Características de fuentes de aguas subterráneas.

Manejo y mantenimiento de aguas subterráneas

Lic. en Geol. Roberto Carrión

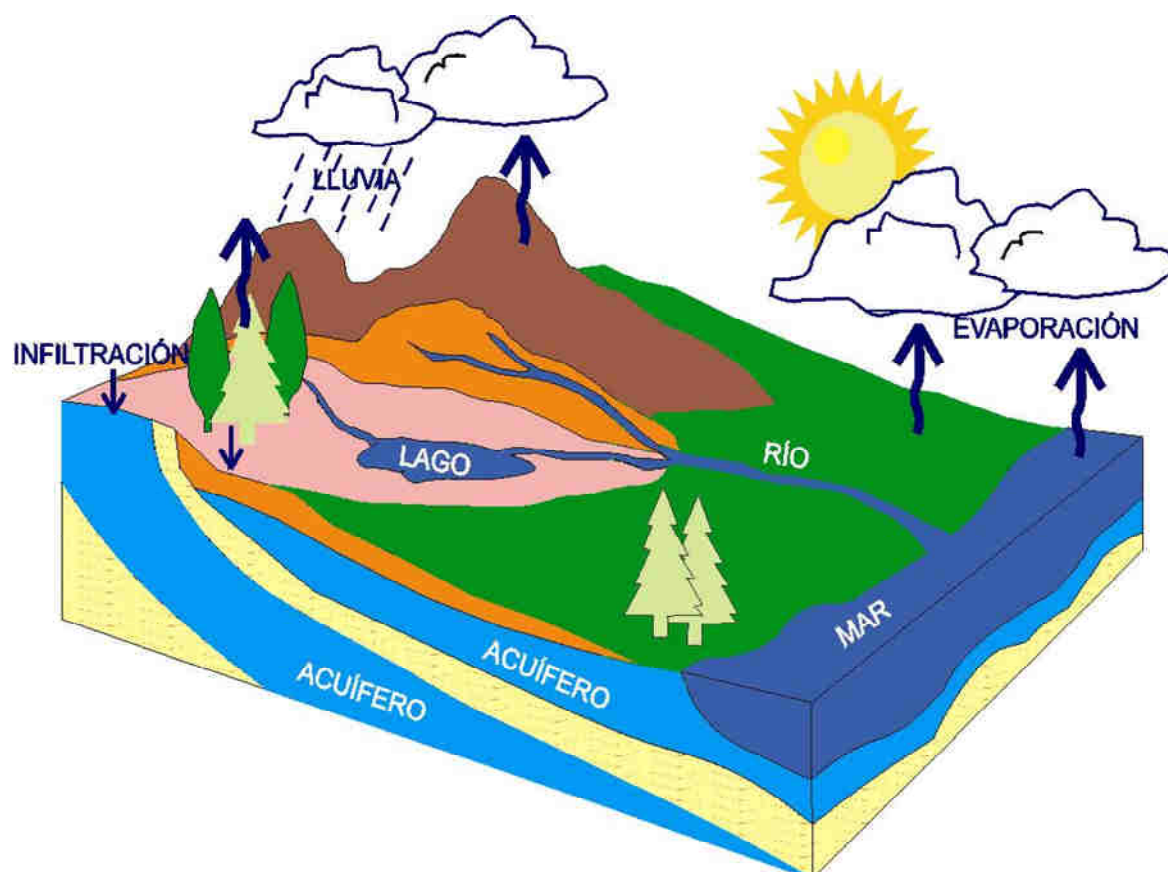
Breve curriculum

Licenciado en Geología – Facultad de Ciencias, Udelar. Consultorías privadas en geología, hidrología y ambiente. Publicaciones: Prospección de Aguas Subterráneas en rocas cristalinas, Florida – Uruguay (coautor). Mapa Hidrogeológico del Uruguay a Escala 1/1.000.000 (coautor); Mapa Hidrogeológico de América del Sur a Escala 1/5.000.000 (coautor). Metodología para dimensionar y ubicar un campo de pozos de acuíferos porosos.

1- Características de las fuentes de aguas subterráneas.

Para empezar a hablar de aguas subterráneas es necesario conocer el ciclo hidrológico y cómo funciona. Comienza con la evaporación del agua, le siguen la precipitación, la infiltración y el escurrimiento superficial. Lo que nos interesa es la infiltración porque es el agua que va a ir a los acuíferos.

Figura 1- Ciclo hidrológico del agua



¿Cuánta agua tenemos en el planeta? El agua que tenemos en el planeta es la misma de hace 4500 millones de años. Desde que se formó la tierra, el volumen de agua es el mismo. En total 1350 mil millones de kilómetros cúbicos de agua. Los océanos representan un 97% del agua total. El agua subterránea, agua de fácil disponibilidad (la más importante), representa el 0.6 % del agua total. Si lo comparamos con los que son los ríos, los lagos, es la más importante que tenemos para que el hombre puede acceder fácilmente.

Tabla 1 – Volumen de agua en el mundo

	VOLUMEN km³	% del agua total
OCEANOS (agua salada)	1321000000	97.16%
RIOS	1250	0.00%
LAGOS AGUA DULCE	125000	0.01%
MARES CONTINENTALES	104000	0.01%
HUMEDAD DEL SUELO	667000	0.05%
CASQUETES DE HIELO	29200000	2.15%
AGUA SUBTERRANEA	8340000	0.61%
ATMOSFERA	129000	0.01%
TOTAL	1359566250	100.00%
Fuente: USGS - 1984		

¿Qué es el agua subterránea?, es parte de esa agua que al llover se infiltra a los niveles profundos del subsuelo y circula por distintos estratos geológicos. Forma parte del ciclo hidrológico, haciendo que sea un recurso renovable, a diferencia de otros recursos minerales, siempre y cuando se tomen las medidas conducentes para hacer posible esa renovación.

Si lo afectamos de alguna forma puede llegar a no ser renovable.

¿Qué es un acuífero?, es un estrato de formación geológica que permite la circulación de agua por sus poros o grietas, de forma tal que el hombre pueda aprovecharla en cantidades que sean económicamente apreciables para satisfacer sus necesidades.

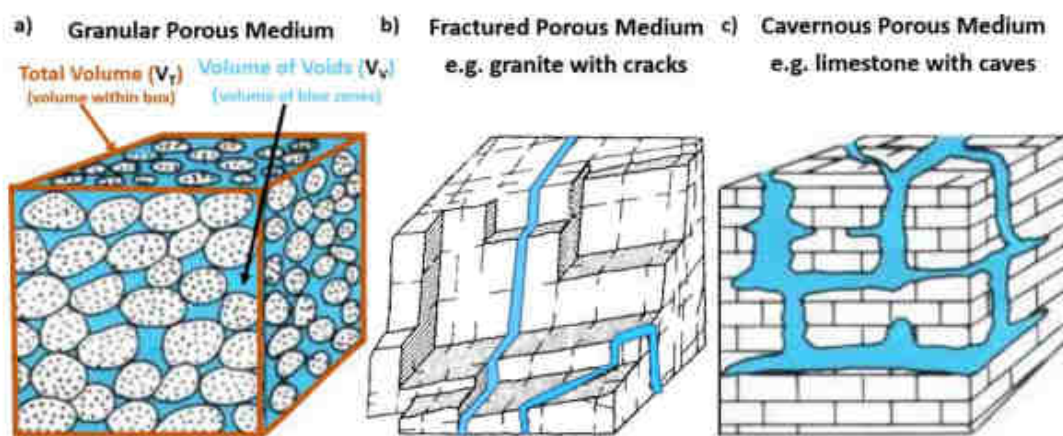


No es lo mismo decir tengo un acuífero para una producción que necesita mucha cantidad de agua, o tengo un acuífero para una producción ganadera que necesita muy poca agua para abastecerse.

La definición de acuífero está muchas veces atada a ver si el mismo es rentable explotarlo o no para el aprovechamiento que le quiera dar cada uno.

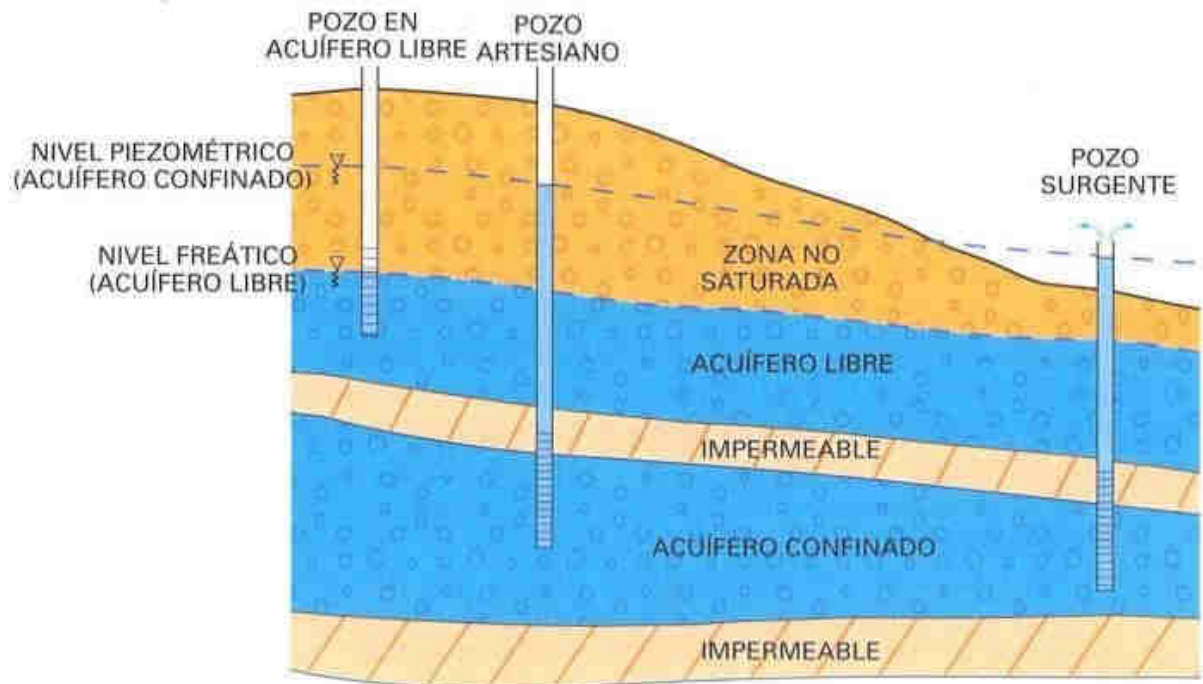
Podemos clasificar los acuíferos de distintos tipos: tenemos acuíferos continuos y discontinuos, libres y confinados.

Figura 2 – Tipos de acuíferos



Los tipos de acuíferos son: 1- Acuíferos en rocas blandas (en rocas sedimentarias que por lo general son acuíferos continuos) 2-Acuíferos en rocas duras, ígneas o metamórficas. Pueden llegar a ser discontinuos porque circulan por grieta de roca, o por zona de disolución de la roca que contiene el agua que circula en el subsuelo.

Figura 3 – Esquema de un acuífero sedimentario



Para esta primera clasificación que hicimos de libre y confinado. Un acuífero libre es aquel donde el agua está a la presión atmosférica, “no tiene presión”. Un acuífero confinado es aquel que está encapsulado y “tiene presión”. Es un estrato geológico permeable que permite la circulación de agua, encapsulado entre dos estratos geológicos que son impermeables, eso hace que el agua ahí tenga presión. Esto hace que el agua suba su nivel y puede llegar a ser, como en las termas, un pozo surgente con caudales interesantes, o no.

Después tenemos los acuíferos denominados, acuíferos fracturados - alterados, son aquellos que están asociados a la fractura de la roca. La roca está rota como se rompe el hormigón y por ahí circula el agua, lo mismo ocurre en el subsuelo con las rocas duras. El agua está en esa zona que está rota la roca, lo que le permite circular fácilmente. Hay un tipo especial que son los acuíferos Karst, que son acuíferos en rocas calcáreas. El agua al circular por las fracturas, va disolviendo esa roca, la caliza (con la que se puede hacer el portland), y puede llegar a formar cavernas dentro de esas formaciones geológicas. Allí se retienen grandes cantidades de agua.

Figura 4- Tipos de acuíferos (fracturado – alterado)

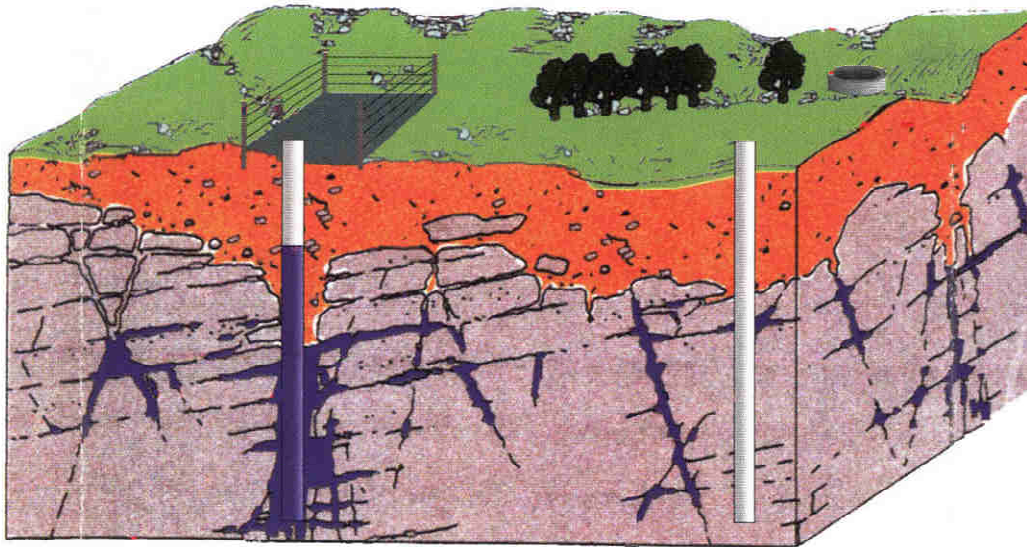


Figura 5- Tipos de acuíferos. Sedimentarios

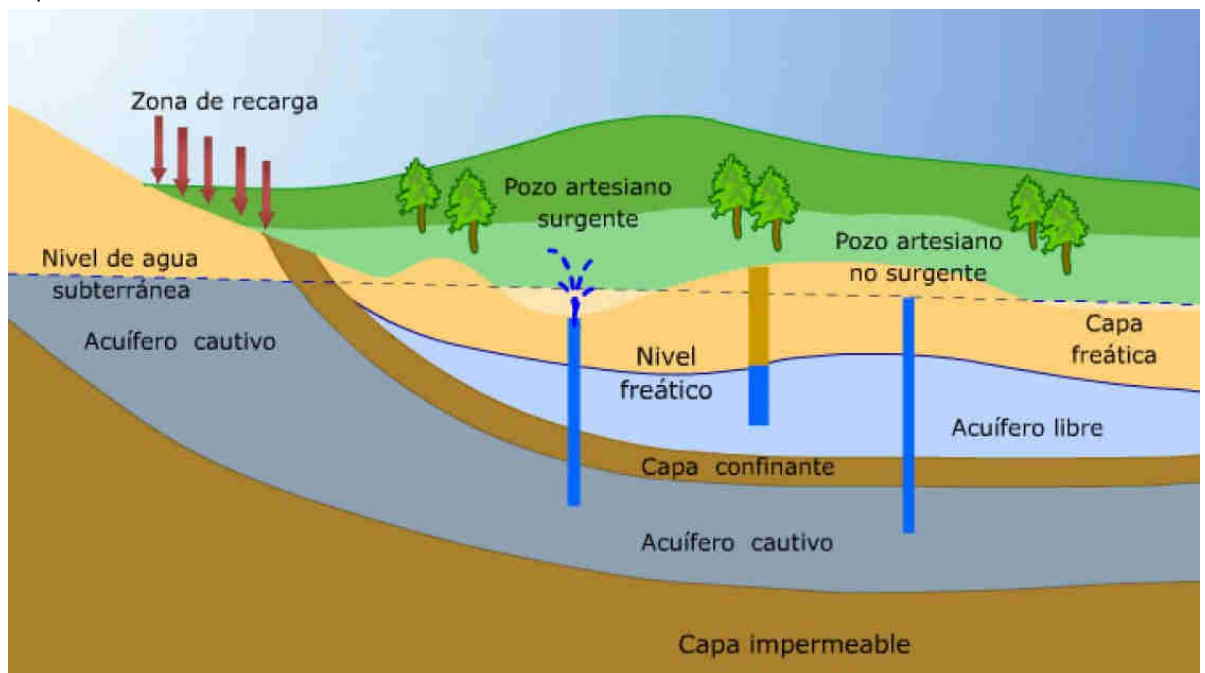


Figura 6 – Tipos de acuífero. Kárstico

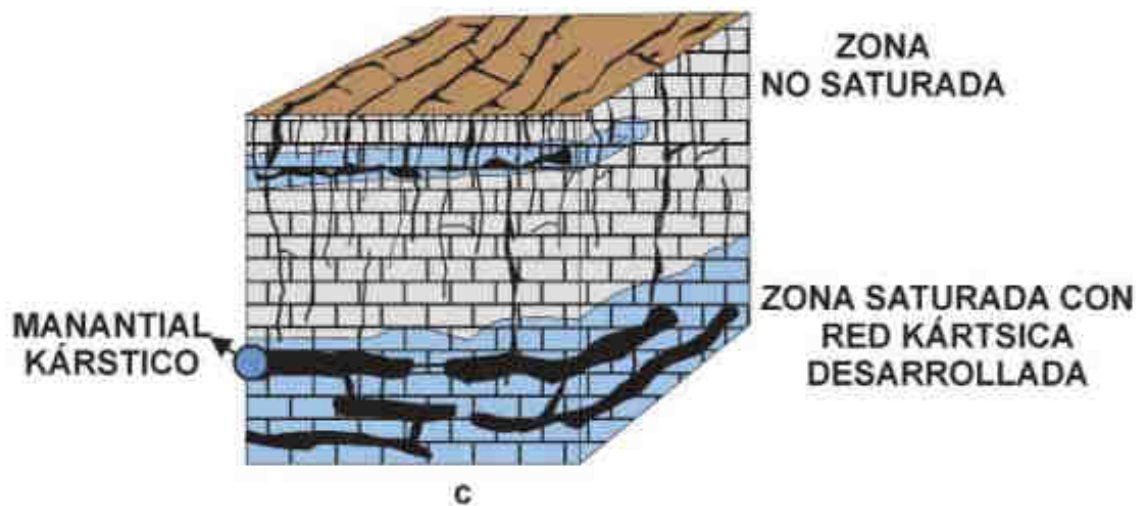
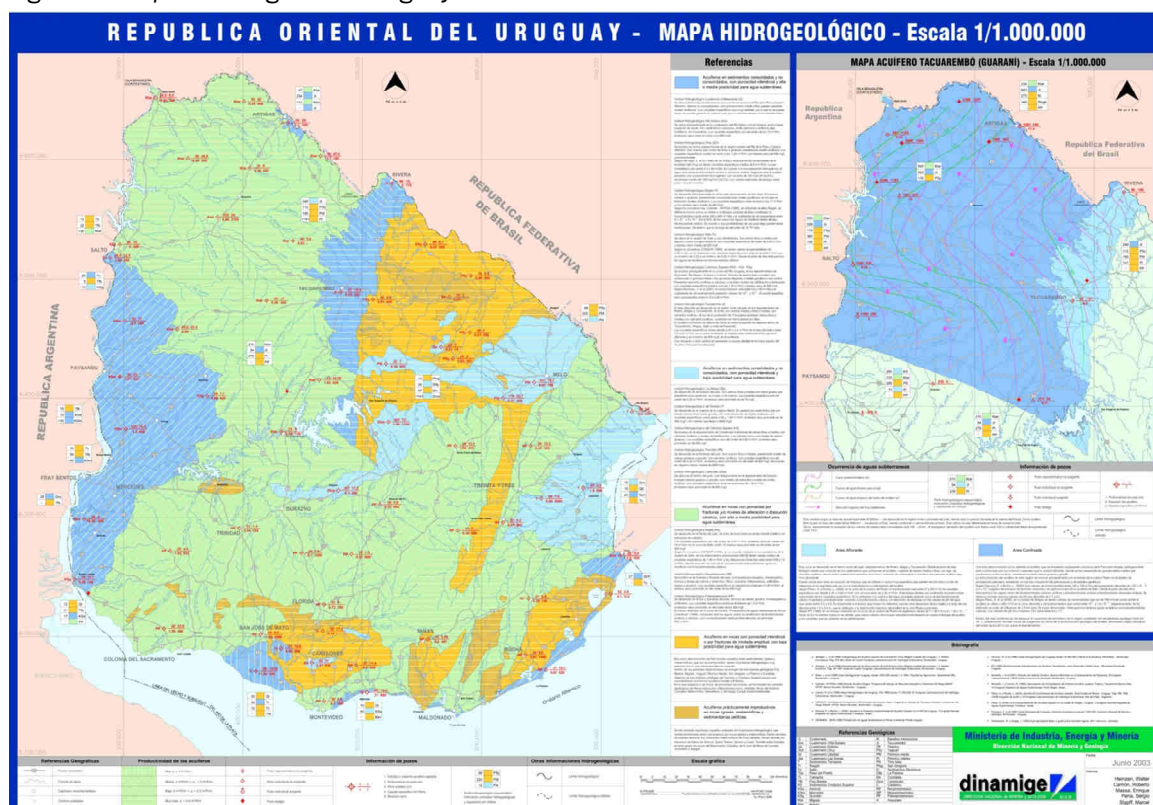


Figura 7 – Mapa hidrológico del Uruguay



Referencias: AZUL – CELESTE: acuíferos sedimentarios. VERDE: acuíferos de rocas duras
NARANJA: sedimentarios o de rocas duras, pero poco importantes.



AFRUPI / Durazno entre Avenida Artigas y Rocha - Progreso - Canelones - Uruguay
(598) 2369 1603 - (598) 91 205 469 / afrupi@gmail.com / www.afrupi.uy

Este es el mapa hidrogeológico del Uruguay, que fue realizado en el 2003 por la DINAMIGE, aquí lo que se intenta representar son los distintos acuíferos que se encuentran en el país y sus características.

Los de azul más intenso son acuíferos más importantes, sedimentarios, los celeste son acuíferos menos importantes. Los que están en verde son acuíferos fisurados, pero de una importancia relativamente buena y todo lo que es naranja son “malos” acuíferos o de baja a muy baja productividad.

El mapa permite tener una idea a esta escala (1/1.000.000) de lo que se puede encontrar al realizar un pozo en un predio, a una escala de poco detalle.

En cuanto a la disponibilidad de agua de los acuíferos, comenzando por un resumen de un trabajo realizado hace tiempo en DINAMIGE, que una descripción de los acuíferos que tenemos en el país. En el mismo se buscó determinar cuál es la extracción estimada, cuál es la profundidad promedio de ese acuífero en cada una de las regiones, cuál era el caudal y la extracción anual estimada de cada uno.

Tabla 2 – Principales acuíferos y sus características.

PRINCIPALES ACUIFEROS	GEOLOGÍA DE LA ZONA	Nº de Pozos	Prof. Media (m)	Q medio (m³/h)	Extracción anual (m³)	Porcentaje sobre total
Raigón	Areniscas fina a conglomerádicas, color blanco amarillento. Sedimentación fluvial a fluvio deltaica	517	36,3	23,6	6,6E+07	30,0%
Costeros	Arenas fluviales, costeras y eólicas. Sedimentación mixta con predominancia continental.	1857	21,3	4,8	3,2E+07	14,6%
Basamento Cristalino del Oeste	Granitos, neises, anfíbolitas, y esquistos de naturaleza variada. Incluye los cinturones metamórficos.	3482	39,4	5,0	3,2E+07	14,4%
Sistema Salto - Arapey	Areniscas medias y conglomerádicas, de color rojizo, suprayacente a basaltos en coladas fracturados y alterados	492	45,8	8,8	2,3E+07	10,6%
Basamento Cristalino del Este	Granitos, neises, calcáreos, cuarcitas, secuencia volcano sedimentaria y milonitas. Metamorfitos de diferente grado	1892	24,9	4,8	1,6E+07	7,4%
Ventana de Artigas	Sistema conformado por areniscas de la Fm. Tacuarembó y basaltos de la Fm. Arapey	193	71,7	11,3	1,4E+07	6,4%
Cretácicos del Oeste	Arenas finas hasta gravillosas, con cemento arcilloso y calcáreo. También niveles de silicificación y ferrificación. Colores blanco, rojo y rosado. Sedimentación continental, fluvial y de clima árido.	1231	45,6	4,1	9,1E+06	4,1%
Basaltos Formación Arapey	Lavas básicas del tipo basaltos toleíticos con estructuras en coladas.	1384	50,8	16,9	8,4E+06	3,8%



PRINCIPALES ACUIFEROS	GEOLOGÍA DE LA ZONA	Nº de Pozos	Prof. Media (m)	Q medio (m³/h)	Extracción anual (m³)	Porcentaje sobre total
Tacuarembó Termal	Areniscas intrabasálticas constituidas por granulometrias finas a medias, eólicas y fluviales color rojizo y blanco.	8	1284,0	107,0	6,2E+06	2,8%
Cretácicos del Sur	Areniscas finas a medias, con cemento arcilloso y niveles de ferrificación, y en algunos casos con niveles de arenas gruesas. Colores Blanco y rojizo y rosado	471	62,2	6,2	5,2E+06	2,4%
Tacuarembó Aflorante	Areniscas constituidas por granulometrias finas a medias, eólicas y fluviales, con intercalaciones de arcillas. Colores amarillo, rojizo y blanco.	286	49,2	4,6	4,7E+06	2,1%
Tres Islas	Areniscas finas a conglomerádicas, con intercalación de lechos carbonosos. Color blanco amarillento. Sedimentación litoral marina.	211	48,9	2,5	9,6E+05	0,4%
Devónicos	Areniscas gruesas a gravilosas, con intercalación de caolinitas. Color amarillo. Sedimentación fluvial	84	57,6	5,6	8,4E+05	0,4%
Pérmicos	Areniscas finas y muy finas con niveles arcillosos de colores gris, verde y rojo. Sedimentación fluvio marina	187	49,7	1,9	6,5E+05	0,3%
Cuenca de la Laguna Merin	Arenas finas hasta gravilosas, con intercalaciones de niveles arcillosos. Sedimentación continental fluvial y marino	45	32,6	5,8	4,7E+05	0,2%
Basamento Isla Cristalina	Granitos, neises y metamorfitos de bajo grado	29	54,7	1,0	1,0E+05	0,0%

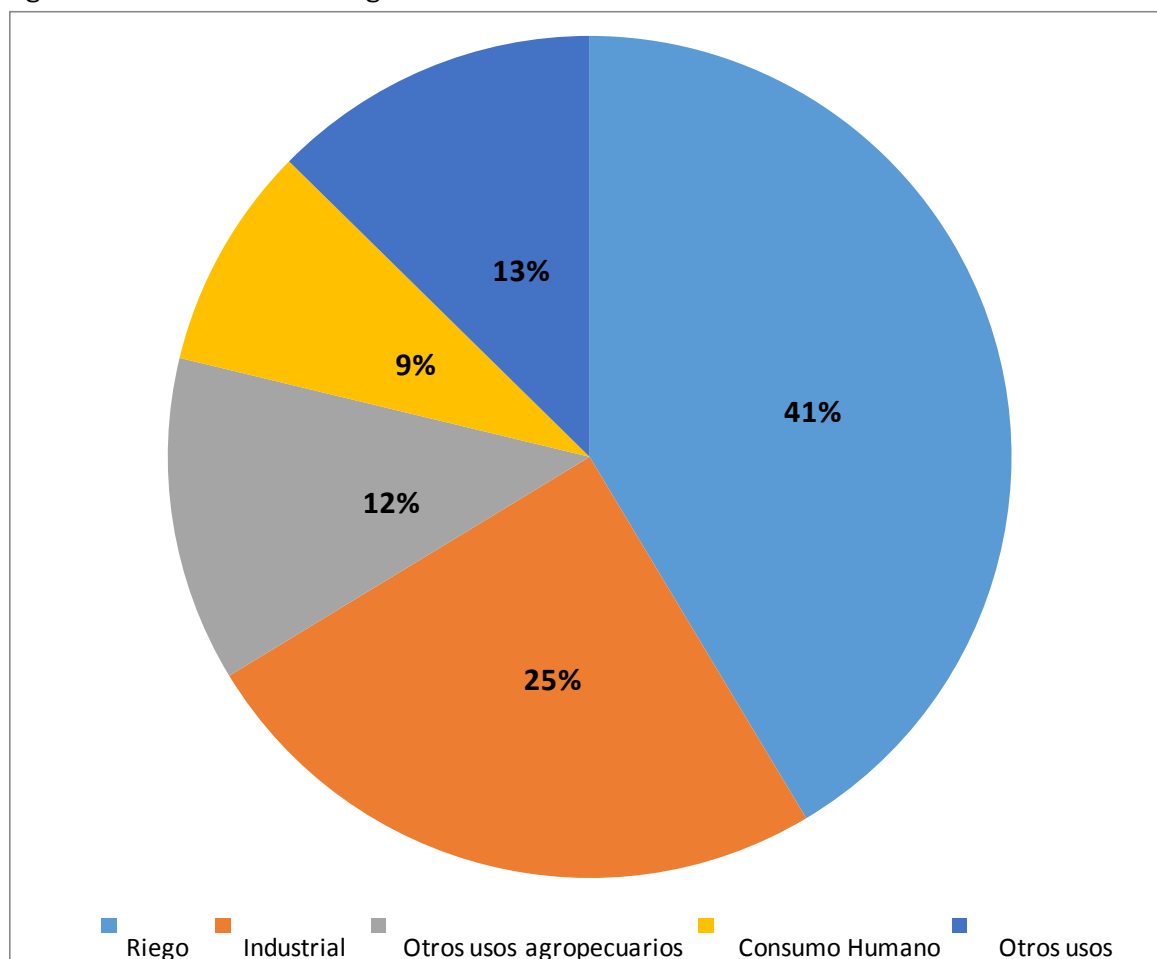
Fuente: DINAMIGE, 2003

- El acuífero Raigón, es uno de los más conocidos que predomina en el sur del departamento de San José. La extracción que se realiza sobre él abarca casi un 30% del agua que se extrae en total, de todos los acuíferos.
- Los acuíferos costeros que se dan sobre todo en la costa del Uruguay, al este. Tienen un porcentaje bastante interesante de la cantidad de agua que se extrae.
- El acuífero cretácico del oeste, toda la zona de Soriano, Río Negro, parte de Colonia, Paysandú que explota también,
- Los basaltos de la formación Arapey, se ubican en noroeste del país, que se abastece de esos acuíferos. Son rocas duras.
- Lo que nosotros denominamos Tacuarembó termal, el acuífero Guaraní, la parte termal, es un 3% del volumen anual de agua subterránea que se extrae.

La información sobre extracción anual de agua subterránea y su destino se presentan en la figura 8.



Figura 8 –Extracción anual de agua subterránea.

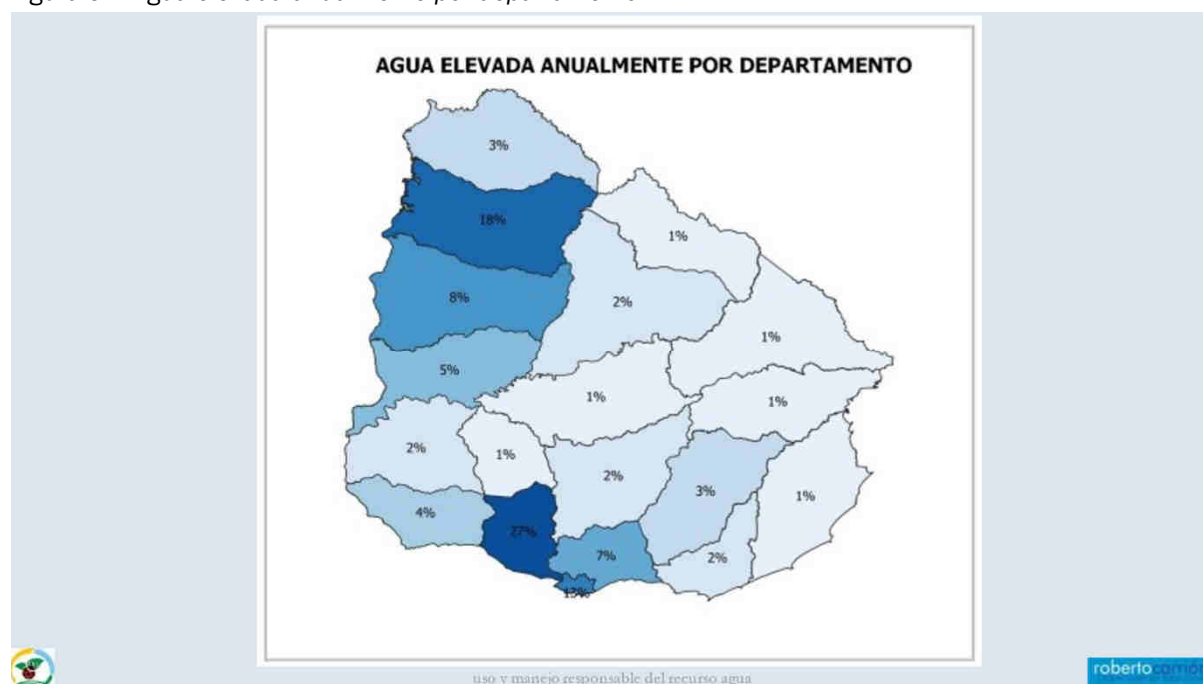


El 41% del agua que se explota es de riego, lo sigue el industrial y luego otros usos y otros usos agropecuarios que tiene que ver con toda la parte de criadero de ganado y tambos.

Si miramos el consumo de agua subterránea para los usos agropecuarios estamos en el entorno de un 53% aproximadamente de agua subterránea que abastece toda la parte agropecuaria del país desde los distintos acuíferos.

La figura 9 está basada en los datos anteriores, pero representa la utilización del agua subterránea por departamento para cualquier tipo de emprendimiento.

Figura 9 – Agua elevada anualmente por departamento.



Como se aprecia en la figura, San José toma el 27% del volumen total del agua subterránea que se explota, fundamentalmente del acuífero Raigón. Luego sigue Salto con la explotación del acuífero de Salto, del acuífero Arapey, es la zona hortofrutícola de Salto, luego Montevideo, para uso industrial y riego. Siguen Canelones y Paysandú en orden de importancia. El resto son marginales, muchos de esos departamentos son para abastecimiento de OSE o ganadería, no son para agricultura.

En cuanto a la calidad del agua, cuando se realiza un trabajo hidrogeológico se caracteriza el agua de cada uno de los acuíferos. Para eso, se utilizan determinados diagramas que permiten clasificar esa agua.

La clasificación de agua para riego se realiza de acuerdo a la conductividad eléctrica y al *Relación de Absorción de sodio*, RAS. El RAS es la relación entre la cantidad de sodio que tiene el agua en relación a la suma de sodio más magnesio. Eso me permite clasificar si tengo agua buena de calidad, más o menos, o no apta. A mayor valor, menos apta.

La conductividad varía bastante según el acuífero. Nos indica la cantidad de sales disueltas que tiene esa agua subterránea que está conformada principalmente por sodio, potasio, cloruro, bicarbonato, calcio, magnesio, sulfato.

En los lugares donde se da conductividad alta pueden tener problemas importantes de calidad del agua.

El tapado de goteros de riego, por ejemplo, puede ser por el bicarbonato de calcio. En Salto la mayoría de los pozos están captando agua del acuífero Salto que es un acuífero



que tiene muy bajo contenido de sales, pero a su vez captan agua del acuífero Arapey que muchas veces da carbonatos altos y por eso a veces la conductividad es mayor que en otros acuíferos más arenosos. Eso puede ser lo que genere que se tapen los goteros. Esa puede ser la razón o una de las razones.

Tabla 3 – Valores de calidad de agua por acuífero

Número	Acuífero	Conductividad (μS/cm)	pH	Na (mg/l)	Cl (mg/l)
1	Raigón	979	7.2	122	67
2	Salto	427	7.3	22	10
3	Chuy	1094	6.9	187	292
4	Laguna Merin	1411	7.1	202	188
5	Guaraní	231	6.4	37	12
6	Cretácico del Oeste	940	7.3		40
7	Cretácico del Sur	1697	7.3		238
8	Tres Islas	477	7.0	58	32
9	Grupo Melo	2627	7.5	508	221
10	Yaguari	447	7.1	30	15
11	Devónico	1157	6.9	123	145
12	Basamento Cristalino Oeste	1002	7.2	136	68
13	Basamento Cristalino Este	754	7.3	83	85
14	Basamento Cristalino Norte	570	7.2	42	51
15	Arapey	588	7.3	47	25

En la table 3 se aprecia un resumen de los datos de calidad de agua de los acuíferos: La conductividad, ph, sodio o cloruro.

2- Manejo y mantenimiento de las aguas subterráneas:

¿Qué es un pozo? Es una obra de ingeniería subterránea que conecta la superficie del terreno con una capa geológica que es capaz de contener agua (acuífero), y que permite instalar en su interior un equipo que permita la extracción de agua (bomba, balde, etc.). La idea es tener una conexión hidráulica entre la superficie del terreno y la capa geológica que contiene el agua (acuífero).

¿Qué es lo que tengo que tener presente a la hora de construir un pozo?

- Un apoyo técnico para la ubicación de dónde voy hacer el pozo
- Tener un diseño de cómo se debe hacer esa obra
- Seleccionar una empresa responsable y con los equipos de perforación adecuado
- Un apoyo técnico para el seguimiento
- Un plan para la explotación que siga el objetivo que yo tenga.

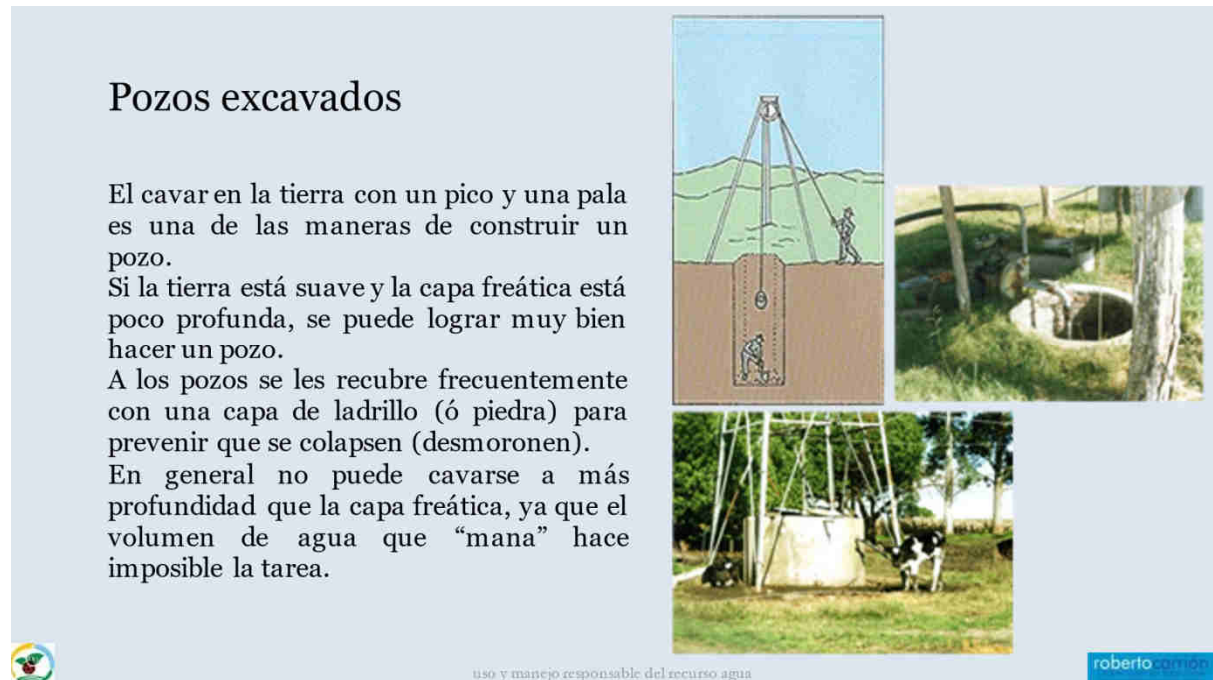
Los pozos se clasifican en pozos excavados y pozos perforados, que son aquellos de pequeño diámetro.

Los excavados son pozos hecho a pico y pala, se revisten con ladrillo, aunque ahora muchas veces se reviste con aro de hormigón, se utilizan bombas afuera o bombas que



están colgadas dentro del pozo. Por lo general, son pozos que no tienen mucha capacidad, tienen poco caudal y son usados fundamentalmente para abastecimiento de casas y algún emprendimiento medio chico que necesite agua.

Figura 10 – Pozos excavados



Los pozos perforados o llamados también semisurgentes, son de pequeño diámetro, mayor profundidad y deben ser construidos con maquinarias de perforación. Para construir esos pozos existen dos tipos de maquinaria, una que está un poco dejado de lado que es la percusión por cable, y la otra que se utiliza habitualmente que son la perforación rotativa.

Figura 11 – Equipos para construcción de pozos perforados.



Las herramientas que se utilizan para cortar el material geológico son:

1- el trépano para la percusión por cable y 2- para la rotativa y percusora se utiliza el martillo de fondo cuando la roca es dura, eso funciona con aire comprimido, es como si fuera un martillo de calle que está en el fondo del pozo, va rompiendo el material geológico y saca todo el material que rompe por medio del aire. En el caso de rocas sedimentarias se utiliza un tricono, que al girar va rompiendo la roca, agua (lodo de perforación), se extrae el material hacia la superficie.



Figura 12 – Herramientas utilizadas en la perforación de pozos.



Cuando se va perforando se va sacando la muestra geológica y haciendo un perfil de la geología. A través del perfil de la geología de las diferentes capas que vas sacando. Supongamos un terreno sedimentario, vamos encontrando materiales que son pastosos, arcillosos, ahí se que no voy a tener agua o si tengo agua será muy poca. Cuando llegó a un nivel más arenoso ahí es donde probablemente haya agua. Es importante y hay que tenerlo en cuenta cuando una empresa está haciendo un pozo que vaya haciendo un muestreo de todos los materiales que va sacando para saber cómo es la geología en subsuperficie. Si es arenoso, es un 90% de probabilidades que tenga agua.

En el caso de rocas duras, pasa lo mismo, por ahí se saca material y se puede ver si se está aproximando. Si encuentran agua enseguida la van a descubrir, porque va a salir el agua expulsada por el aire. También es bueno ir viendo los materiales.

En todos los casos lo que hace un geólogo que está dedicado a la parte de agua subterránea es buscar información del entorno donde uno quiere ubicar la perforación.

Las perforaciones se rigen por el decreto 86/2004 que son las normas técnicas de construcción de pozos perforados para la captación de agua subterránea. Ese decreto tiene un montón de artículos y describe íntegramente como se debe hacer un pozo. Decreto 86/2004, que reglamenta el artículo N° 46 de la Ley 14859 (Código de aguas) del 15 de diciembre de 1978 - Normas Técnicas de Construcción de Pozos Perforados para Captación de Agua Subterránea

Hay acuíferos que se conocen muy bien, por lo tanto, podemos determinar profundidades de perforación. Pero no así respecto de las cantidades de agua. Una cosa muy importante a tener en cuenta es que cuando estamos construyendo un pozo



estamos haciendo una obra de ingeniería la cual no vemos lo que está pasando. Todo va a depender de que el perforista construya bien el pozo.

En cuanto a su aforo, todo depende de qué explotación le voy a dar. Si quiero un pozo para la casa, hago un bombeo de 3-4 horas, con esto está bien. Si quiero un pozo para un riego intensivo tengo que hacer un aforo de 24, 36 o 48 horas, dependiendo de cuán intensivo va ser ese riego. Si el objetivo es usar ese pozo todos los días 15, 16 horas por día, como mínimo un aforo de pozo de 48 horas.

¿Cómo es un pozo y un acuífero sedimentario y como es un pozo en rocas duras?

En el caso de rocas sedimentarias por lo general, el pozo es totalmente entubado, tiene una zona filtrante que es la zona donde está el acuífero, luego una zona que denominamos pre filtro que es una arena un poco más gruesa que la formación geológica y después un sello sanitario que la norma establece que debe tener como mínimo diez metros de profundidad. Este tubo tiene que ser lo suficientemente grande en su diámetro para poder colocar una bomba.

En el caso de pozos en rocas duras, por lo general no se entuban en toda su extensión, porque se mantienen sus paredes por sí mismo, como consecuencia que la roca no se desmorona. Si se entuban los primeros metros, mínimo diez metros que es lo que establece la norma, o más para llegar a una parte firme de esa roca.

¿Cómo extraer el agua del pozo?

Para eso vamos a usar una bomba sumergible. Hay distintos tamaños, chicas, medianas y grandes. Las bombas para abastecimiento ganadero que funcionan con panel solar, son las que se colocan en los campos porque no es necesario hacer grandes tendidos de cables para llevar la energía y tiene costo energético “nulo”.

¿Qué sucede cuando bombeo un pozo?

Cuando empiezo a bombear uno de los pozos, comienza a descender el agua, porque ese descenso hace disminuir la presión dentro del pozo. Al disminuir la presión va a ingresar el agua del acuífero. Para hacer eso tengo que hacer bajar el nivel estático del pozo, que es el nivel del agua cuando no se bombea. Se debe llevar al nivel dinámico, que es el nivel que tiene el agua cuando se bombea. Ese nivel forma una especie de cono que afecta los pozos que están cerca de él. Muchas veces los pozos están muy cerca y uno afecta al otro.

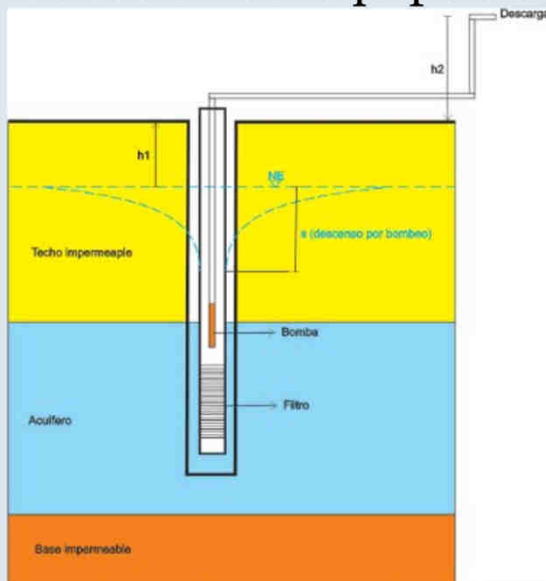
Para eso es importante hacer un buen aforo de la perforación, medir bien los caudales, medir bien los niveles dentro del pozo (estático – dinámico), cuanto tengo que exprimirlo para sacar determinada cantidad de agua. En un bombeo para un riego muy intensivo, lo ideal es hacer un ensayo de bombeo o aforo de pozo con distintos caudales.



La selección del equipo de bombeo va a depender del tipo de pozo (pozo excavado, pozo perforado), cuánto caudal necesito, a qué profundidad está el agua, cual es el nivel estático, cuál es el nivel dinámico y cuál es la altura y la distancia del transporte que tengo que tener para llevar el agua, si la llevo tanque, la transporto unos metros o la conecto directamente a una línea de riego.

Para la selección del equipo de bombeo, hay que tener en cuenta el caudal, cuánto va a cuanto tengo que elevar el agua o la presión necesaria para el equipo de riego seleccionado.

Selección del equipo de bombeo



El caudal requerido = Q (m^3/h)

La profundidad del agua = s (m)

La altura y distancia = $s + h1 + h2 + h3$

$h3$ = pérdida de carga por fricción en tubería, codos, válvulas, etc.

Si va directo al riego $h4$ = carga necesaria para el funcionamiento

$$h_{total} = s + h1 + h2 + h3 + h4$$



uso y manejo responsable del recurso agua

roberto camón

Selección del equipo de bombeo

Seleccionar parámetros

Selección aplicación: **Suministro de agua subterránea**

Tipo de instalación: **Pozo de sondeo**

Instalación: **Instalación en perforaciones, s**

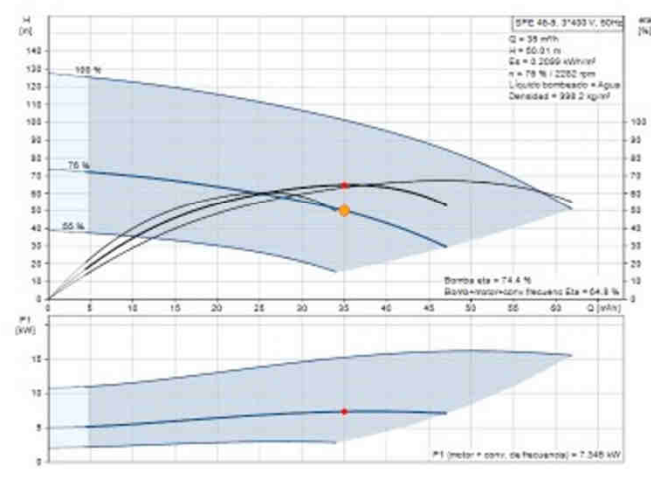
Caudal*: **35** m^3/h

Altura*: **50** m

Criterio de evaluación: **Consumo de energía**

☐ Priorizar el suministro rápido

RENDIMIENTO



uso y manejo responsable del recurso agua

roberto camón



AFRUPU / Durazno entre Avenida Artigas y Rocha - Progreso - Canelones - Uruguay
(598) 2369 1603 - (598) 91 205 469 / afrupi@gmail.com / www.afrupi.uy

Protección de pozo: Se trata de proteger el área de captación del pozo. Se definen tres áreas (uno, dos y tres) de protección, dependiendo la distancia y la dirección del flujo del agua subterránea, para lo cual hay que hacer estudios.

Protección del pozo



uso y manejo responsable del recurso agua

roberto camón

Hay un área cercada donde no habría que tener actividad o alrededor del pozo (área 1), un área dos que sería de semi restricción y un área tres donde hay una restricción más leve, no tiene que ser tan rigurosa. En el área cercana a la captación es muy importante que no haya una actividad que pueda contaminar la zona del pozo y pueda ir hacia el acuífero.

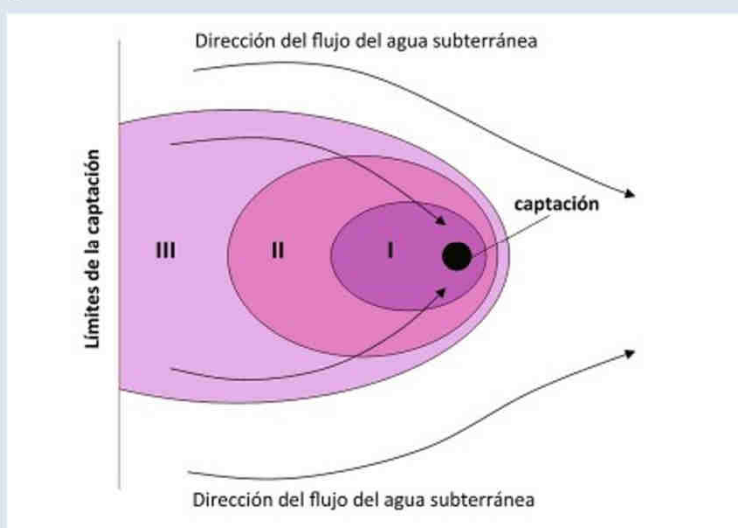


AFRUPI / Durazno entre Avenida Artigas y Rocha - Progreso - Canelones - Uruguay
(598) 2369 1603 - (598) 91 205 469 / afrupi@gmail.com / www.afrupi.uy



Lo otro que se hace que está establecido en el decreto es cómo debe estar terminado en su superficie un pozo. Debe tener una protección de superficie de una losa de hormigón de un metro por un metro aproximadamente, una tapa en superficie que tape la boca de pozo para que no entre nada y sobre todo cuando andan animales, que esté cercado.

Protección del pozo



uso y manejo responsable del recurso agua

roberto camón



AFRUPI / Durazno entre Avenida Artigas y Rocha - Progreso - Canelones - Uruguay
(598) 2369 1603 - (598) 91 205 469 / afrupi@gmail.com / www.afrupi.uy

En cuanto a la seguridad para evitar la contaminación, si el pozo está al lado de la casa, en la cual no tengo ninguna actividad que pueda afectar, tengo un pozo negro alejado del pozo, no habría problema, ahora, sí está el pozo en el medio de mi quinta y paso con una máquina con algún fungicida, puede ser peligroso. Todo depende del lugar donde esté, no hay medidas exactas. Lo ideal es tener el pozo separado del resto entre cinco y diez metros en una zona promedio.

¿Qué distancia debería tener si tenemos dos pozos? Depende mucho del acuífero donde está el pozo y de la cantidad de agua que se va a sacar a cada uno de ellos. Reglamentado no existe nada sobre la distancia entre pozos. Para cada zona habría que hacer un estudio, pero, por lo general, lo ideal es que no estén a menos de trescientos metros de distancia uno del otro, más o menos.

Un pozo que esté registrado ante la DINAGUA, le otorga un permiso de uso de agua, cuando esté registra un pozo es su predio y la DINAGUA le otorga un permiso de uso, si viene X y le hace un pozo cerca y se ve afectado, puede concurrir a DINAGUA y explicar que el pozo del vecino le está afectando.

En cuanto a la profundidad de perforación, esta está dada por la unidad geológica y el acuífero.

Un ejemplo bien contrastante. Para obtener agua del acuífero Raigón tengo que hacer una perforación entre treinta y cuarenta metros, y sé que tengo agua, hay una zona que se que pueden sacar hasta 100 m³/h sin problema. En el norte, donde están las termas, en la zona del acuífero Guaraní hay que hacer un pozo de mil, mil doscientos metros. Pero en ese acuífero Guaraní en el que tengo que hacer un pozo de esas características en esa zona, si me voy a Rivera, a la zona de Curtina, Tacuarembó, o Tranqueras, con un pozo de treinta metros estoy sacando agua de ese acuífero.

La profundidad que va a llegar el pozo será a la profundidad a la que encuentre el acuífero y eso va estar determinado por la geología del subsuelo. A qué profundidad voy a tener una formación geológica que permita la circulación de agua y pueda construir un pozo para captarla.

