

# JORNADA

## LA MEJORA DE LA CALIDAD EN LA REALIZACIÓN DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Cornellá de Llobregat – Barcelona, 17 de abril de 2013

“Análisis comparativo de las normas internacionales en materia de realización de pozos para captación de aguas subterráneas”

Alfredo Barón Périz

## Qué es un pozo?

Es una obra hidráulica, no un agujero!

Condiciones que debe cumplir y objetivos que debe alcanzar

De qué depende el alcanzar los objetivos?

- Conocimientos hidrogeológicos
- Profesionalidad de las empresas de sondeos y directores facultativos y las responsabilidades exigibles
- Existencia de normas generales obligatorias que se concreten en cada territorio

## Cualificación de las empresas:

En la mayoría de los países la cualificación se obtiene mediante la aprobación de un examen teórico/práctico. Para acceder a este examen, hay que demostrar experiencia en la categoría inferior.

### El caso de Australia

Se estructura a dos niveles: en función del tipo de acuífero y en función del tipo del método de perforación.

Según los tipos de acuíferos:

Clase 1, Clase 2, Clase 3 Restriction y Clase 3

Según el método de perforación:

Percusión con cable, rotary air (incluye rotoperCUSión), rotary con lodos, circulación inversa y para perforaciones en zonas con gases o aguas a altas temperaturas.

## El caso de EEUU

El número de categorías de licencias varía según los estados, entre 4 y 8 tipos. Son válidas entre 2 y 5 años. Su obtención requiere la aprobación de un examen ante la Administración.

Su renovación requiere la justificación documental de haber realizado cursos de formación permanente.

Tanto en Australia como en EEUU, las administraciones y las asociaciones profesionales, imparten cursos para la obtención de las cualificaciones profesionales de cada categoría y cursos de formación permanente, siempre disponibles, ya sean presenciales o a distancia.

## El caso de Francia

Los certificados profesionales los expide el Sindicato Profesional de Perforadores de pozos de agua y sólo a sus miembros. Tienen validez de 1 año, con las siguientes opciones:

Opción 1: sondeo percusión

Opción 2: pozos de drenaje y a hinca

Opción 3: rotopercusión

3.1. < 200 m y < de 10''

3.2. > 200 m y < de 10''

3.3. < 200 m y > de 10''

3.4. > 200 m y > de 10''

Opción 4: rotary

4.1. < 200 m y < de 12'' 1/4

4.2. > 200 m y < de 12'' 1/4

4.3. < 200 m y > de 12'' 1/4

4.4. > 200 m y > de 12'' 1/4

Opción 5: rehabilitación de sondeos

5.1. < 200 m

5.2. > 200 m

Opción 6: mantenimiento de sondeos

Opción 7: clausura de sondeos

Opción 8: sondeos geotérmicos – sonda vertical de circuito cerrado

En los distintos países de los que se ha podido obtener información la obtención de las licencias oscilan entre el modelo de EEUU con exámenes realizados por la propia Administración y el modelo de Francia, en el que las licencias son expedidas por una Organización Profesional.

En el caso de Australia, los cursos de formación los imparte la Asociación Profesional de la Industria de Perforación (a nivel nacional) y los exámenes los realiza una Comisión formada por representantes de esta industria y la Administración.

## El caso de España

Hasta el momento no existen requisitos para el ejercicio de la actividad de perforación de sondeos, más allá de dar de alta la actividad en Industria...; no obstante, el R.D. 1592/2011 de 4 de noviembre establece el Título de Técnico en excavaciones y sondeos y fija sus enseñanzas mínimas.

El Módulo de Sondeos, tiene una duración de 115 horas.

# NORMATIVA INTERNACIONAL

STATE OF CALIFORNIA  
The Resources Agency  
Department of Water Resources

BULLETIN No. 74

## WATER WELL STANDARDS: STATE OF CALIFORNIA

FEBRUARY 1968

RONALD REAGAN  
Governor  
State of California

WILLIAM R. GIANELLI  
Director  
Department of Water Resources

La primera Normativa conocida es la “AWWA Standard” de 1946, de la que se han realizado sucesivas revisiones; la última en el 2006. De ésta se derivan todas las restantes normativas aplicables.

Se han consultado las siguientes:

a) CENTRO Y SUDAMERICA

- Reglamento Nacional NB 689: Reglamento técnico de diseño de pozos profundos para sistemas de agua potable. Diciembre de 2004. Bolivia.
- Norma Técnica colombiana NTC 5539. 2007 – Colombia
- Normas Técnicas de Construcción de Pozos profundos. República Argentina y República Oriental del Uruguay. Acuífero Guaraní. 2005
- Norma Técnica para la perforación de pozos profundos en la Administración Nacional de acueductos y alcantarillados. El Salvador.
- Norma Técnica Obligatoria Nicaraguense. NTON 09 006-11
- Normas Oficiales Mexicanas NOM-003 y NOM-004 CNA-1996
- Norma Técnica de construcción de pozos perforados para captación de aguas subterráneas. Uruguay – 2004
- Norma Brasileña ABNT – NBR 12212 y 12244 (en la legislación de los distintos estados, se hace referencia a estas Normas como de “obligado cumplimiento”).
- Reglamento de perforación y exploración de aguas subterráneas. N° 30387-MINAE- MAG y Estudio Hidrogeológico para el trámite de perforación de pozos, Acuerdo 3672. Costa Rica



## b) AMÉRICA DEL NORTE

- Canadá:

- Ontario: Water Supply Wells – Requeriments and Best Management Practices ó Application Manual of the Ontario Water Resources Act.- Amended of regulation 203.

### EEUU:

AWWA Standard – Water Wells. 2006. De estos estándares, se derivan y adaptan todas las normativas de los distintos estados, más o menos modificadas y adaptadas a los distintos territorios.

Se han revisado las normativas de los siguientes estados: Virginia (1992), Arizona (2011), Georgia (2011), North Dakota (1997), Vermont (2005), Connecticut (2005), Michigan (1994), Idaho (2009), Colorado (2005), West Virginia (2008), Wyoming (2010), Florida (2012), Utah (2011), New Jersey (2007), Missouri (2009), California (1996), Hawai y Minnesota (2008).

Algunas de estas Normativas son “auténticos manuales” de construcción de pozos!

## c) Australia:

Minimum Construction Requirements for Water Bores in Australia. 3rd Edition February 2012. National Uniform Drillers Licensing Committee 2011. Australian Government – National Water Commission.

Son los estándares mínimos para toda Australia. Cada administración territorial, puede aplicarlas con diferentes grados de restricción.

## d) Europa:

En el caso europeo, el acceso a la información es más difícil!

Normalmente, los organismos de normalización editan unas Normas consideradas de mínimos, que ponen a la venta!... y que además subdividen en diversas partes que se han de comprar por separado....

## Francia

NF x10-999 “Realización, seguimiento y clausura de obras de captación o de vigilancia de las aguas subterráneas realizadas por sondeo”- Abril 2007

\*NF x10-970 “Sonda geotérmica vertical en circuito cerrado” – Enero 2011

\*Guide d’Application de l’Arreté Interministeriel du Septembre 2003

## Alemania

- DVGW W123 Construction and design of vertical filter wells.

Existen otras varias que hay que comprar y sólo están editadas en alemán. Son Normas Técnicas en desarrollo de la Ley federal, modificada por la introducción de la Directiva Marco de Aguas.

## Italia

En Italia no existe una normativa a nivel estatal. En estos momentos está en fase de publicación la Norma del Comitato Termotécnico Italiano, tras dos años de elaboración y participación pública. Diversas regiones o cuencas hidrográficas, tienen elaboradas normativas propias. Se han consultado las de la Cuenca del Tevere, Toscana y Sicilia.

# SÍNTESIS

Todas las Normativas analizadas regulan los siguientes aspectos:

1.- Protección de la cabeza del pozo con sistemas estandarizados y aprobados oficialmente (EEUU) o sistemas construidos *in situ*.

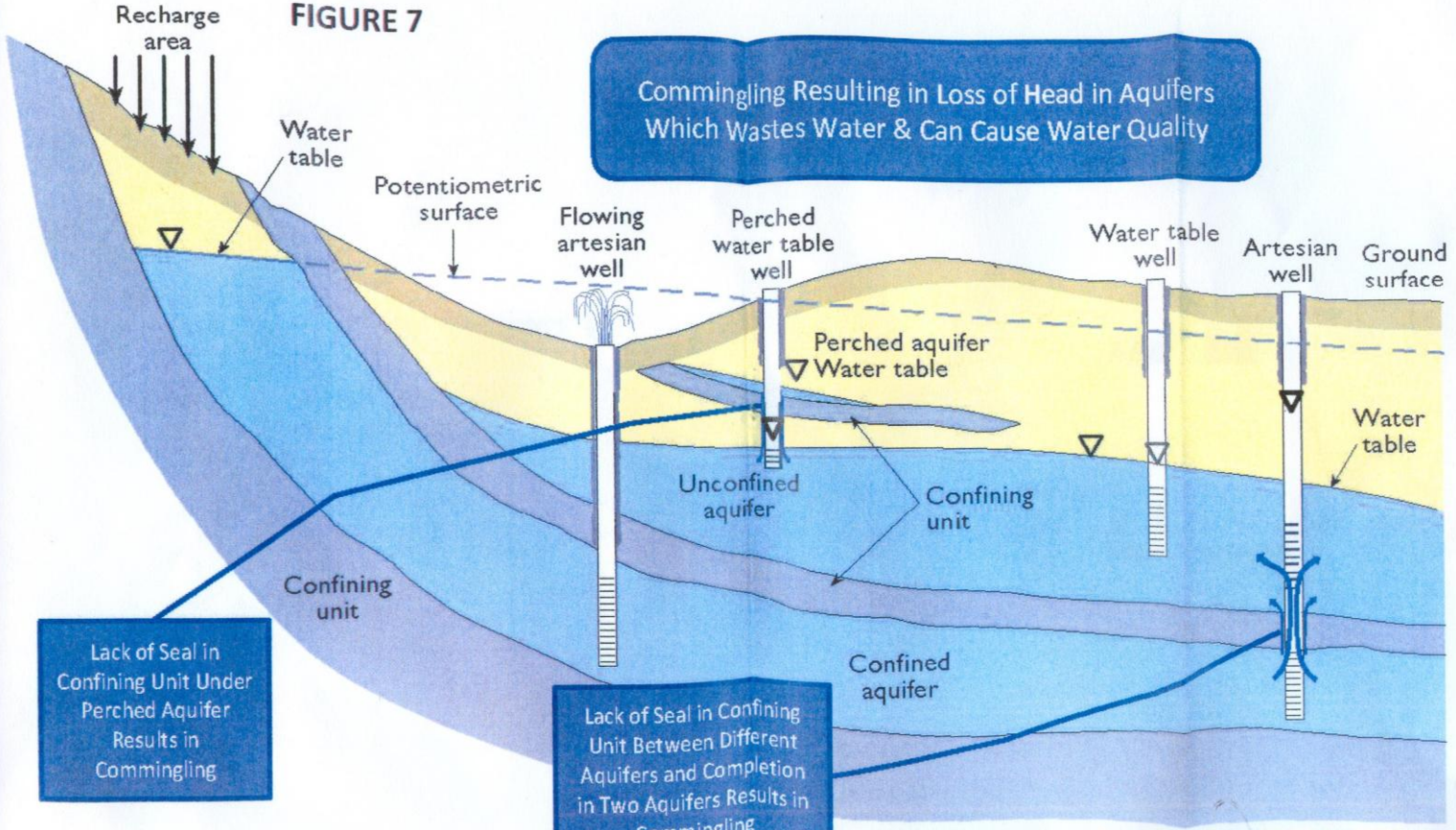
2.- Amplitud de la corona de cimentación, entre la tubería y la pared del sondeo entre 11 y 5 cm (en Australia se permiten entre 2,5 y 4 cm, porque obligan a cimentación a presión):

- Protección sanitaria: entre 3 y 40 m de profundidad.
- Cementación del entubado: muy variable en función de los tipos de acuíferos; para acuíferos libres, entre 15 y 100 m; para acuíferos cautivos, hasta el techo del acuífero en la zona confinante.
- Desinfección: en todas las Normativas.
- Estanqueidad de la tubería: en todas se obliga a soldadura de cordón continuo o tubería roscada. La tubería tiene que ser completamente estanca.

3.- Métodos de cimentación. En general se regulan y se especifican los métodos de cimentación afectados. Para profundidades mayores de 50 m, no se suele admitir la cimentación ue no sea a presión, por el interior del entubado.

**FIGURE 7**

Commingling Resulting in Loss of Head in Aquifers Which Wastes Water & Can Cause Water Quality



Modified after Harlan and others, 1989

# C. Typical Bore Types

## Common Bore Designs

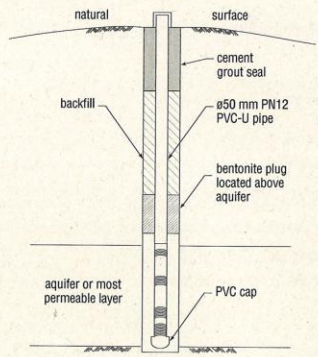


Figure C1 Monitoring bore with bentonite seal and backfill to surface

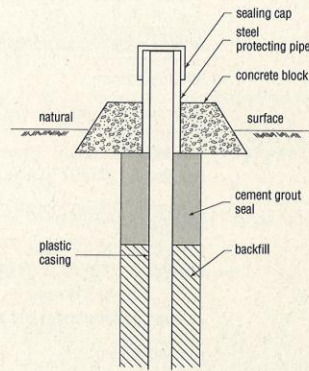


Figure C2 Permanent headworks for non-flowing bore with concrete pad and steel protecting pipe

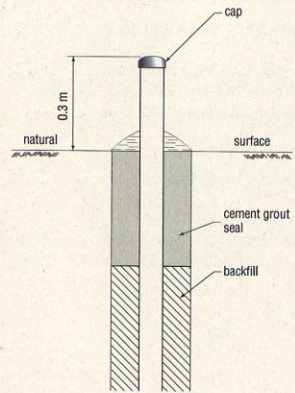


Figure C3 Temporary headworks for non-flowing bore

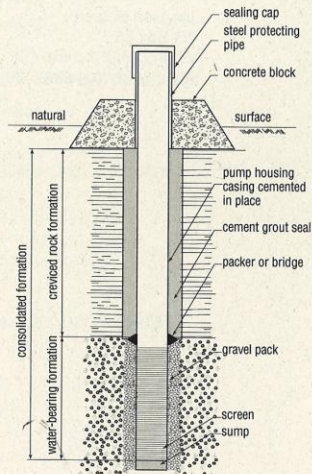


Figure C4 Permanent headworks completion of a non-flowing monitoring bore

Typical Bore Types

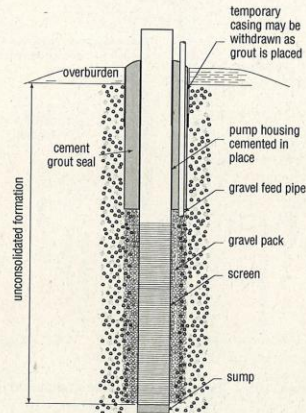


Figure C5 Gravel-packed bore with casing cemented in place and gravel pack terminated above top of the screen with gravel feed pipe

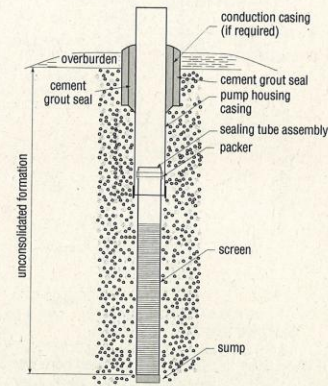


Figure C6 Naturally developed bore with telescopic screen, pump housing casing driven or jacked into place, and the conductor sealed

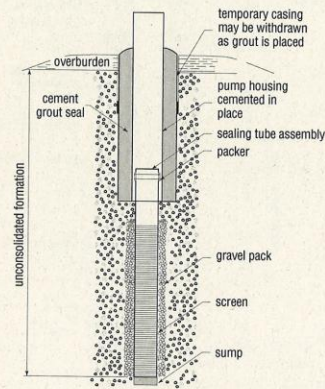


Figure C7 Gravel-packed bore with telescopic screen, casing cemented in place

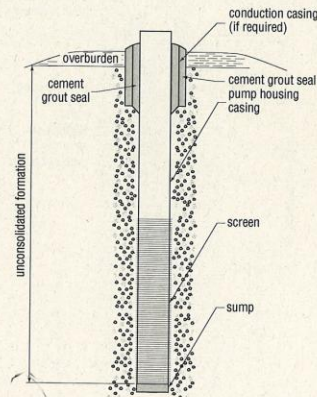


Figure C8 Naturally developed bore with inline screens



Minimum Construction Requirements for Water Bores in Australia

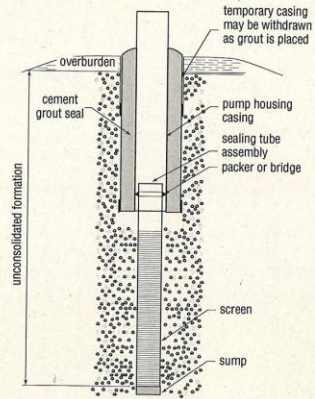


Figure C9 Naturally developed bore with telescopic screen, temporary casing driven or jacked into place, and the pump housing casing sealed to prevent contamination

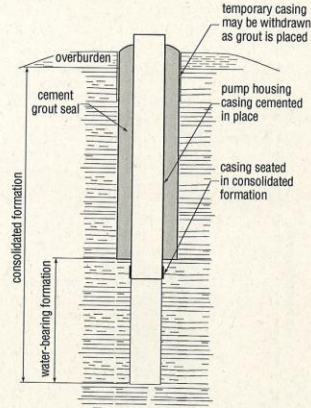


Figure C10 Bore with open hole completed in consolidated formation

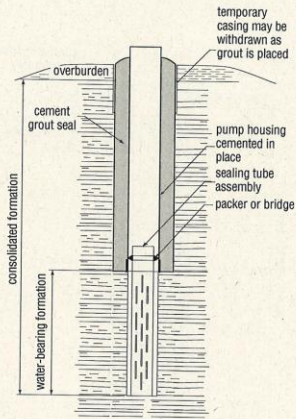


Figure C11 Bore with telescopic slotted casing liner completed in consolidated formation

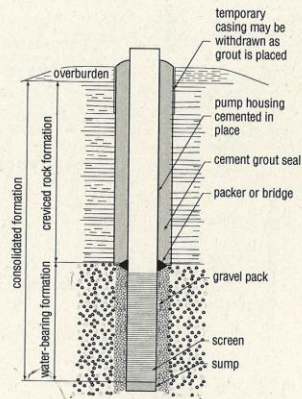


Figure C12 Gravel-packed bore completed in consolidated formation, with casing cemented in place

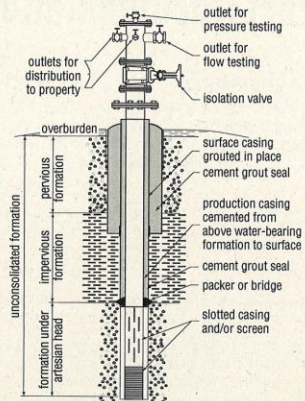


Figure C13 Slotted casing or screened bore completion in an artesian aquifer, where the piezometric level is above the ground elevation

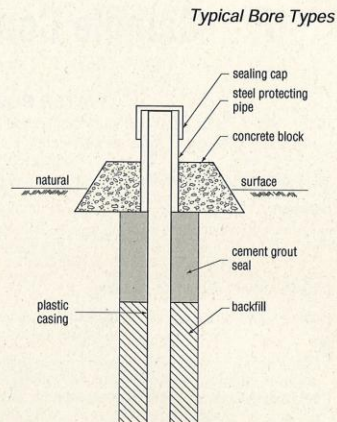


Figure C14 Permanent headworks for non-flowing bore with concrete pad and steel protecting pipe

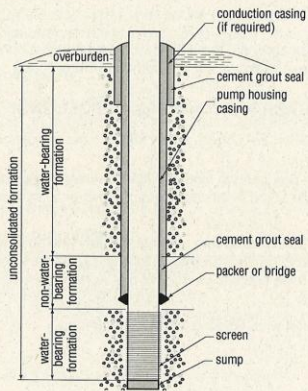


Figure C15 Naturally developed non-flowing bore in unconsolidated formation, where the hydraulic properties of the formations are different and need permanent separation

## Decommissioned Bore

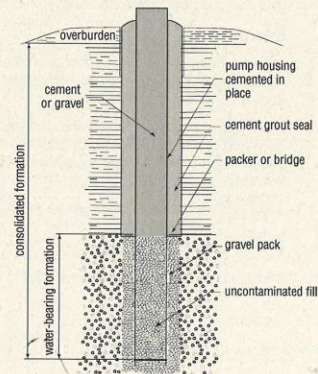
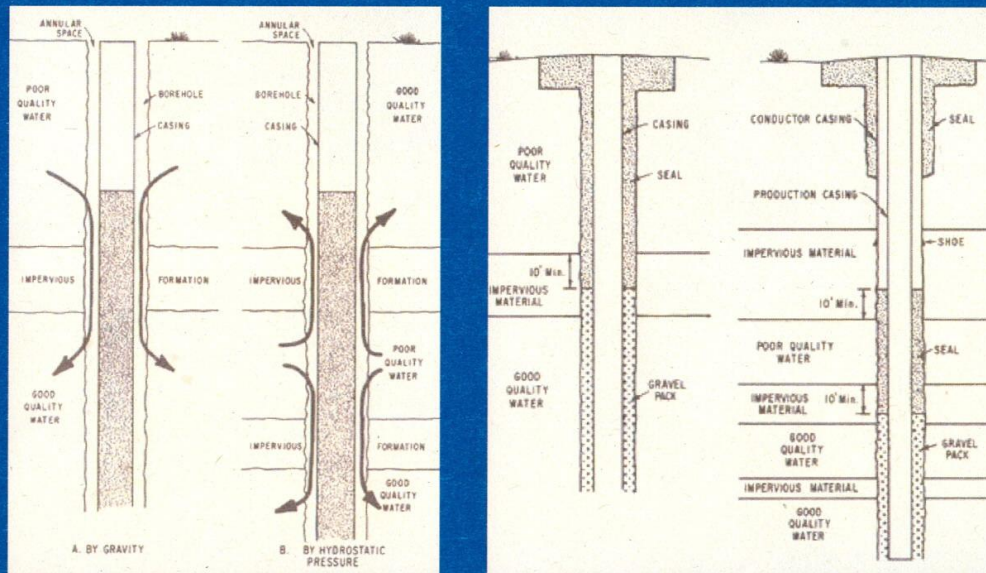


Figure C16 Decommissioned non-flowing bore

Seawater intrusion can be aggravated by leaky or corroded well casings through which saline water can migrate to freshwater aquifers.



DWR, 1981, Water Well Standards - State of California: Bulletin 74-81

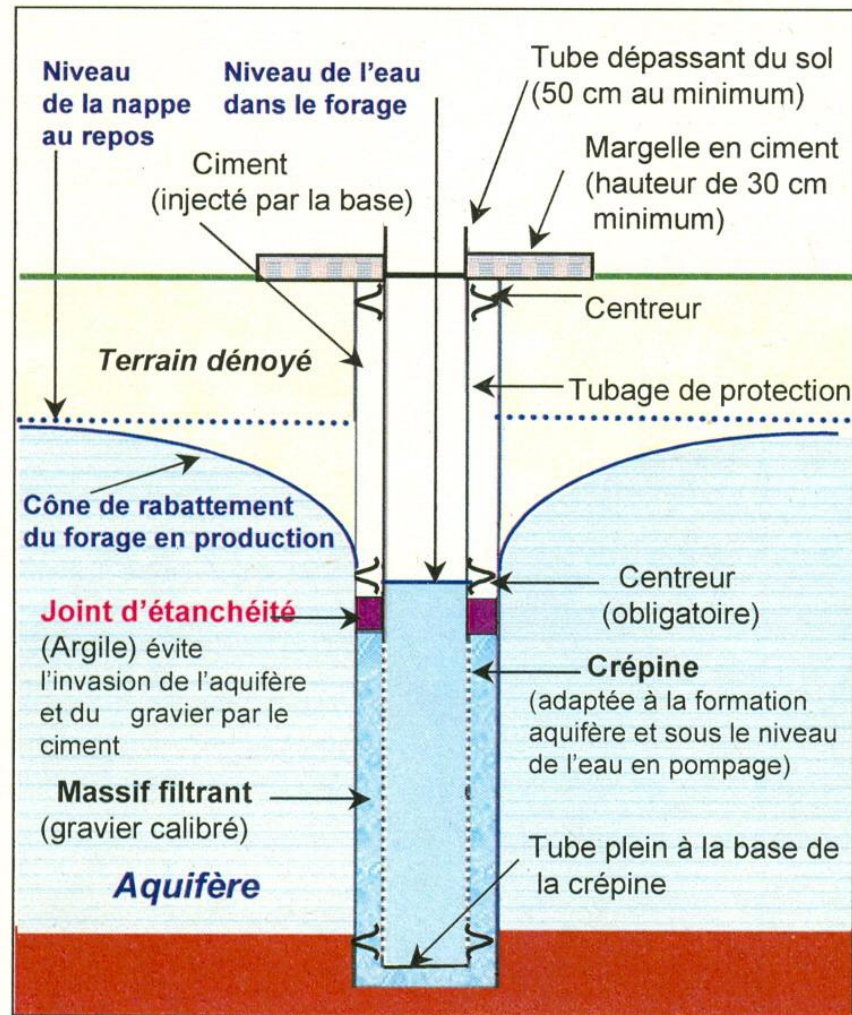


Illustration 4 - Forage en nappe libre réalisé en une seule étape et en un seul diamètre

Source documentaire BRGM : d'après la plaquette « Des forages de qualité en région Centre »

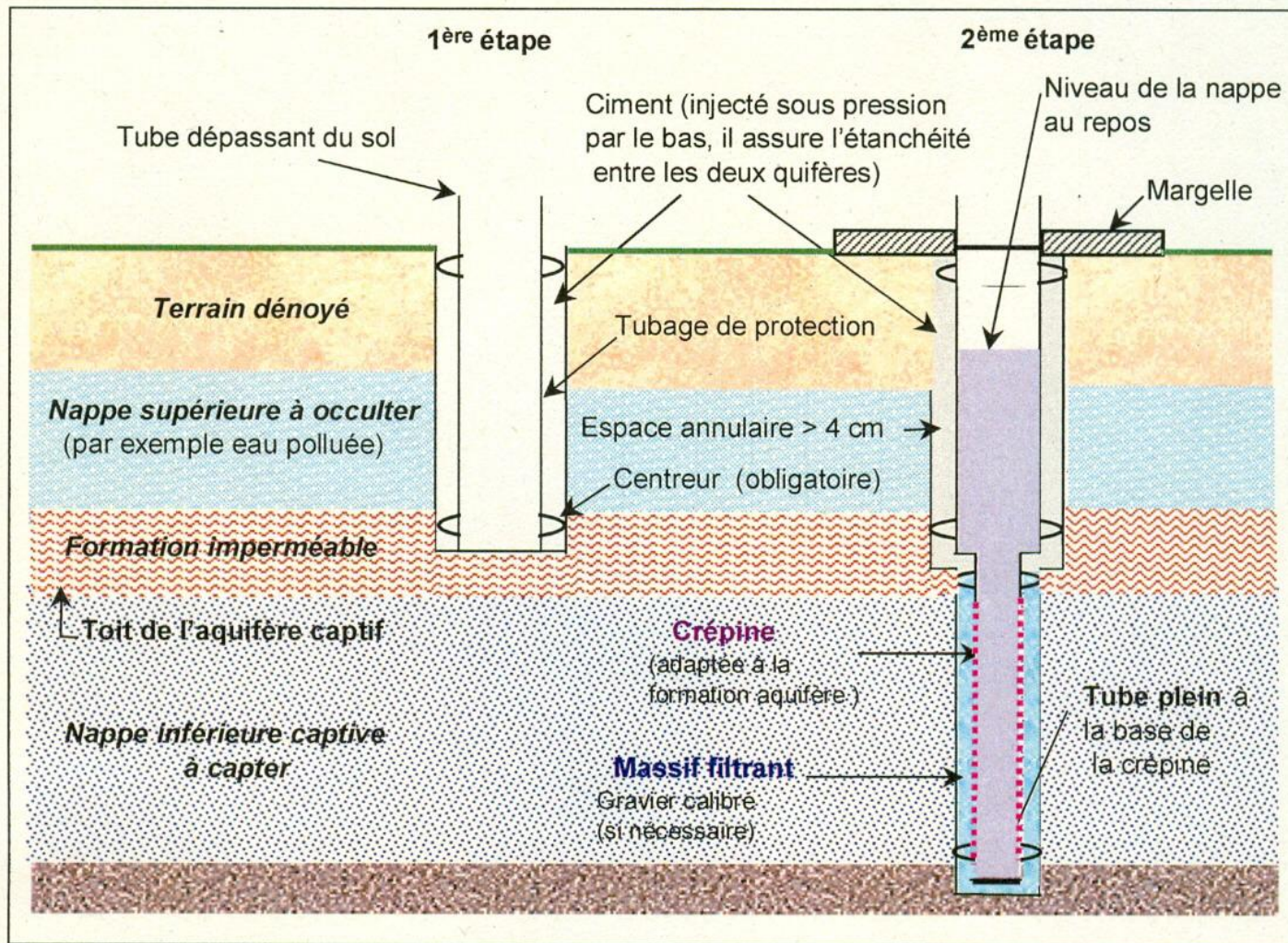
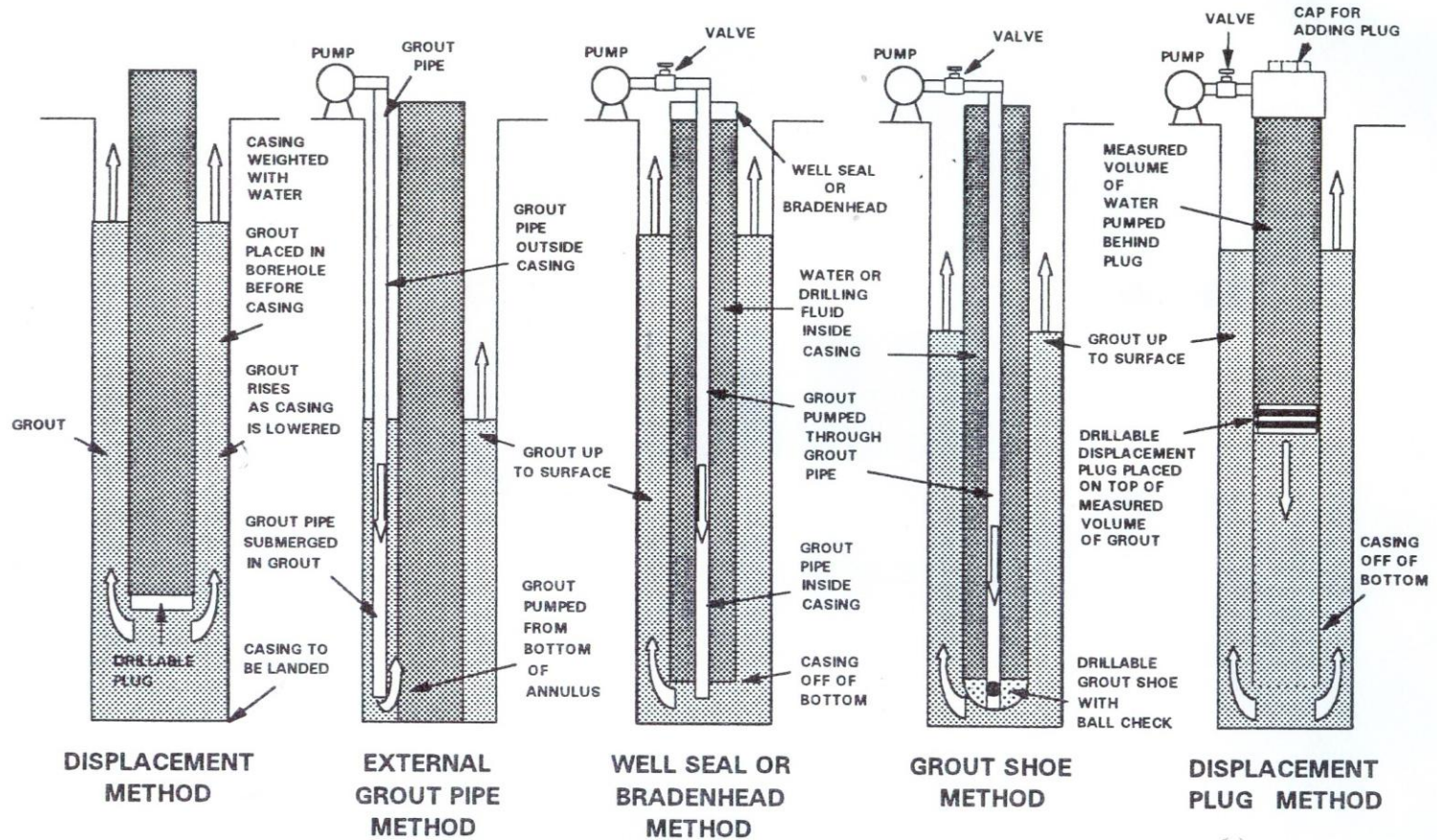


Illustration 5 - Forage traversant une nappe libre et captant une nappe captive  
 Source documentaire BRGM : d'après la plaquette « Des forages de qualité en région Centre »

## APPENDIX VI GROUT APPLICATION METHODS

*(TO COMPLY WITH R 325.1633A & 325.1634A)*



## Cimentation par les tiges

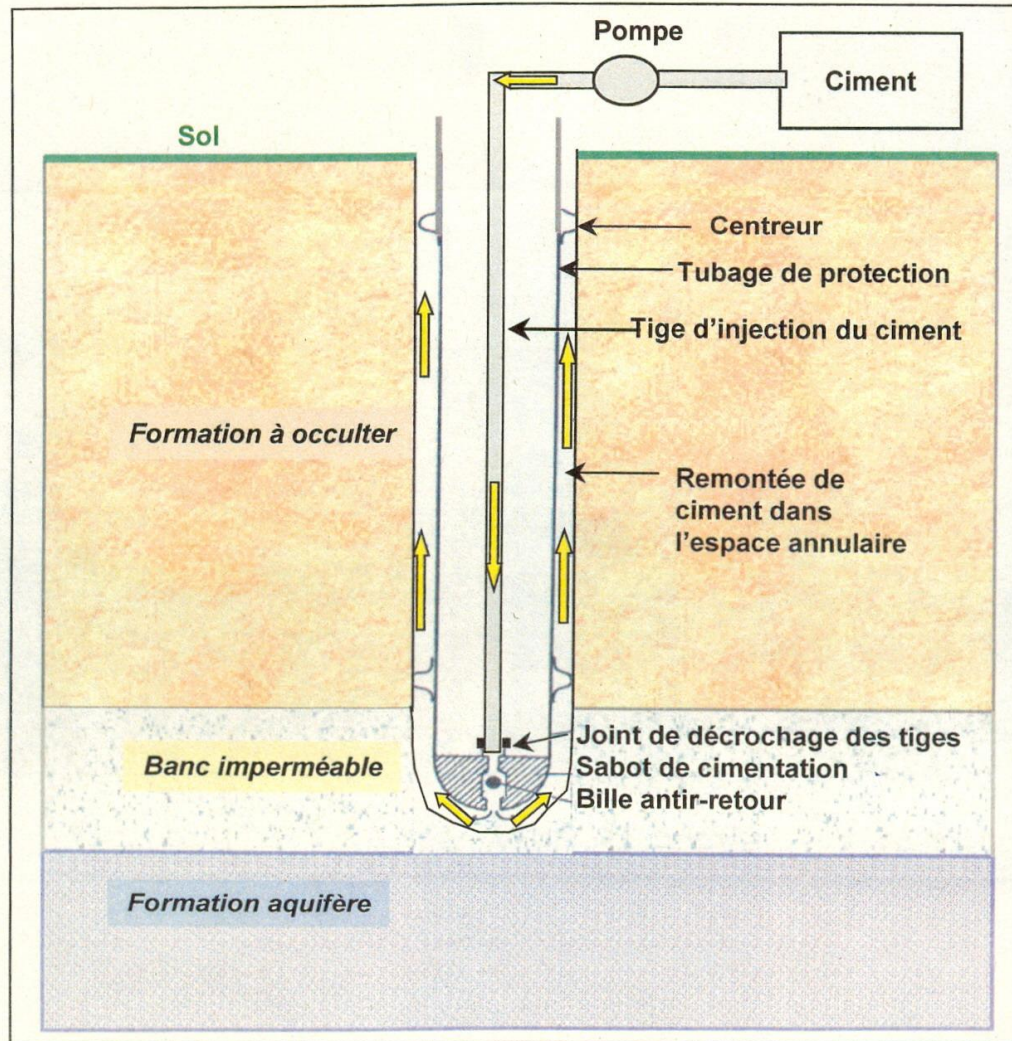


Illustration 8 - Dispositif de cimentation par les tiges  
Source documentaire BRGM

## Cimentation par tube ancré

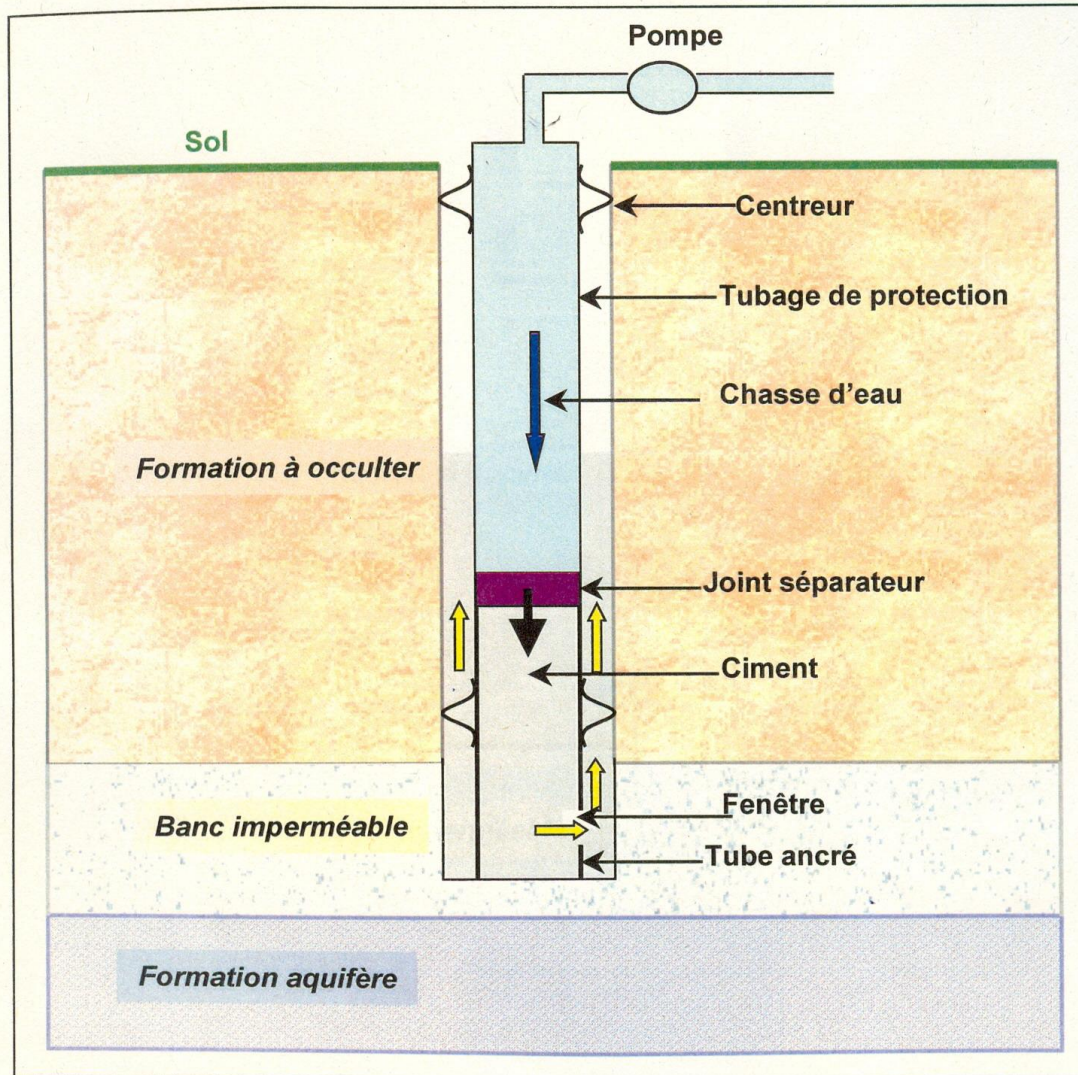


Illustration 9 - Cimentation par tube ancré  
Source documentaire BRGM



## Cimentation par tube suspendu

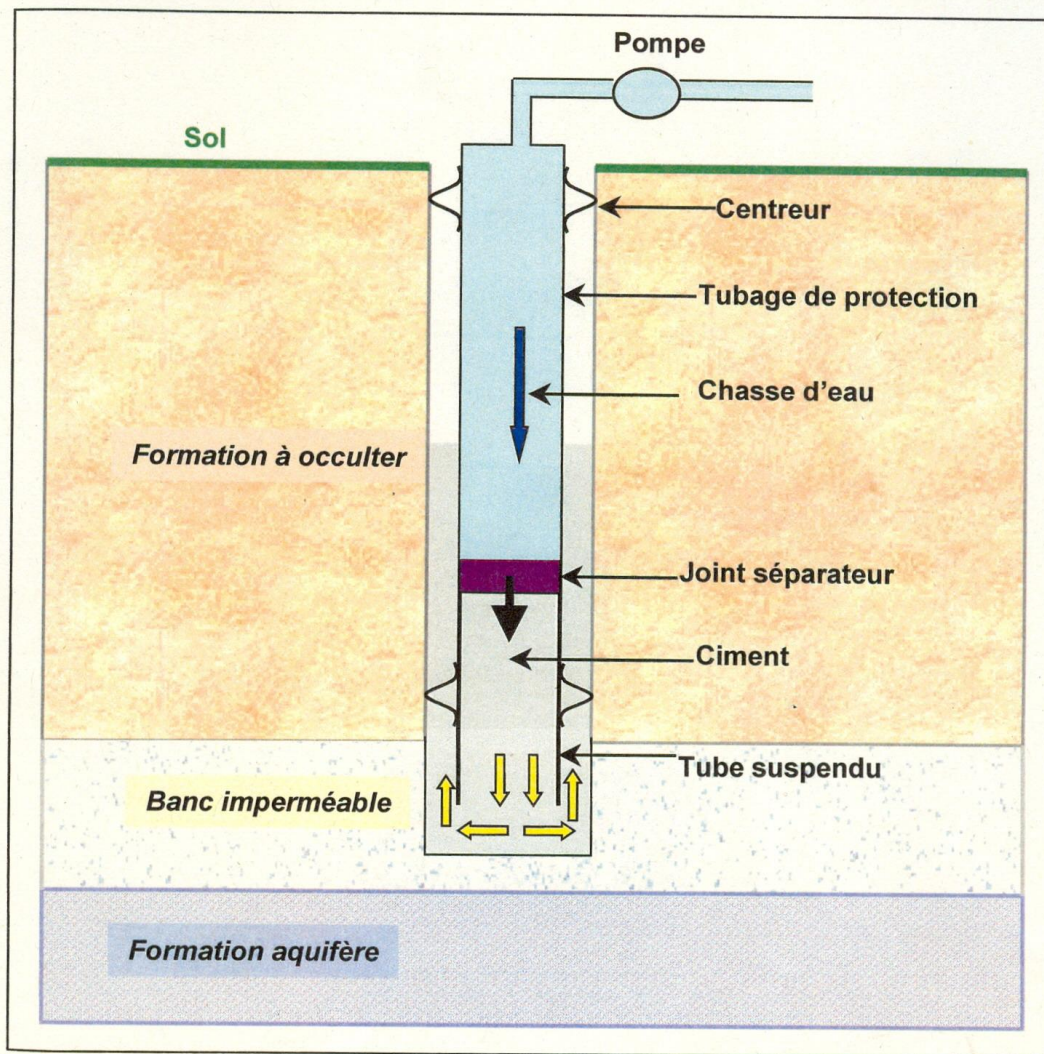


Illustration 10 - Cimentation par tube suspendu  
Source documentaire BRGM

Cimentation par canne dans l'annulaire (schéma n° 1)

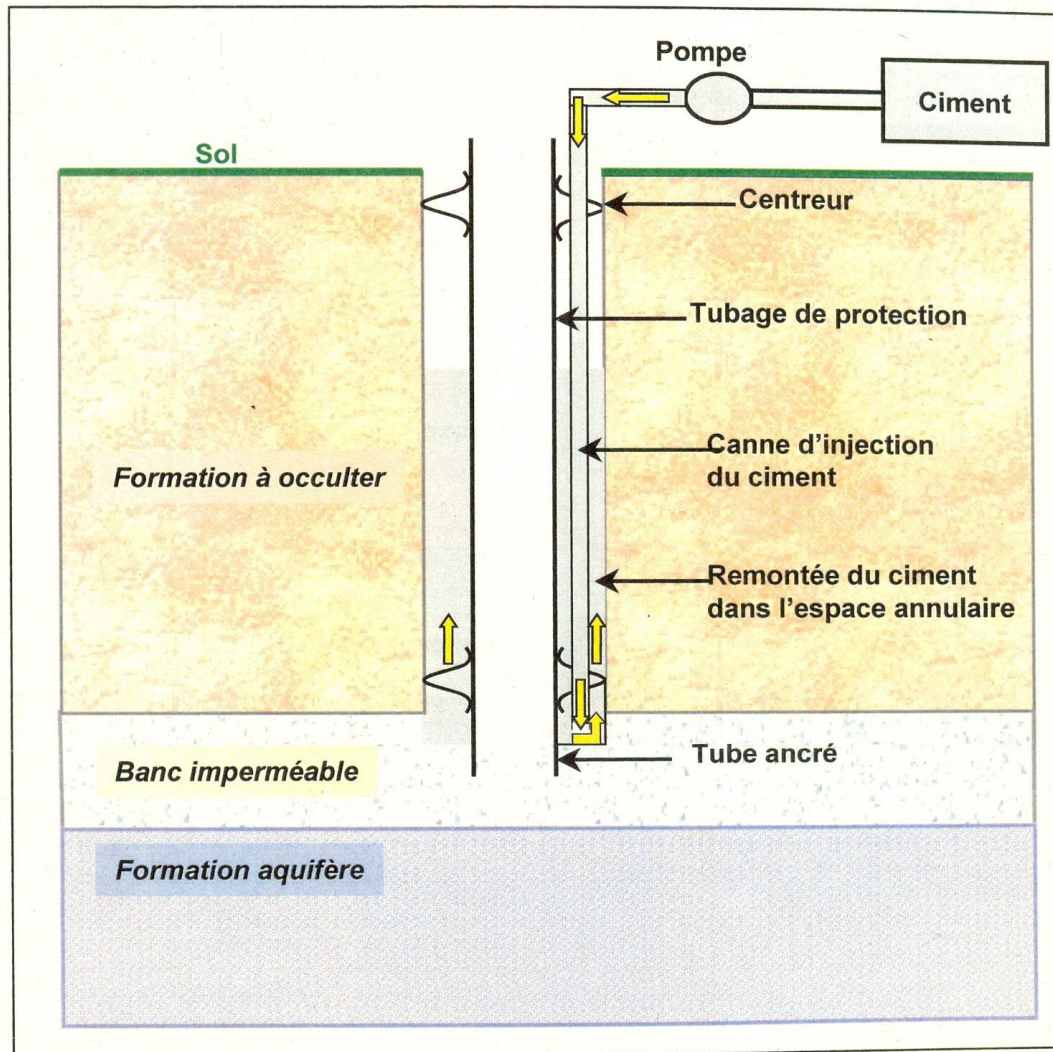


Illustration 11 - Cimentation par canne dans l'annulaire (schéma n°1)  
Source documentaire BRGM

Cimentation par canne dans l'annulaire : schéma n°2

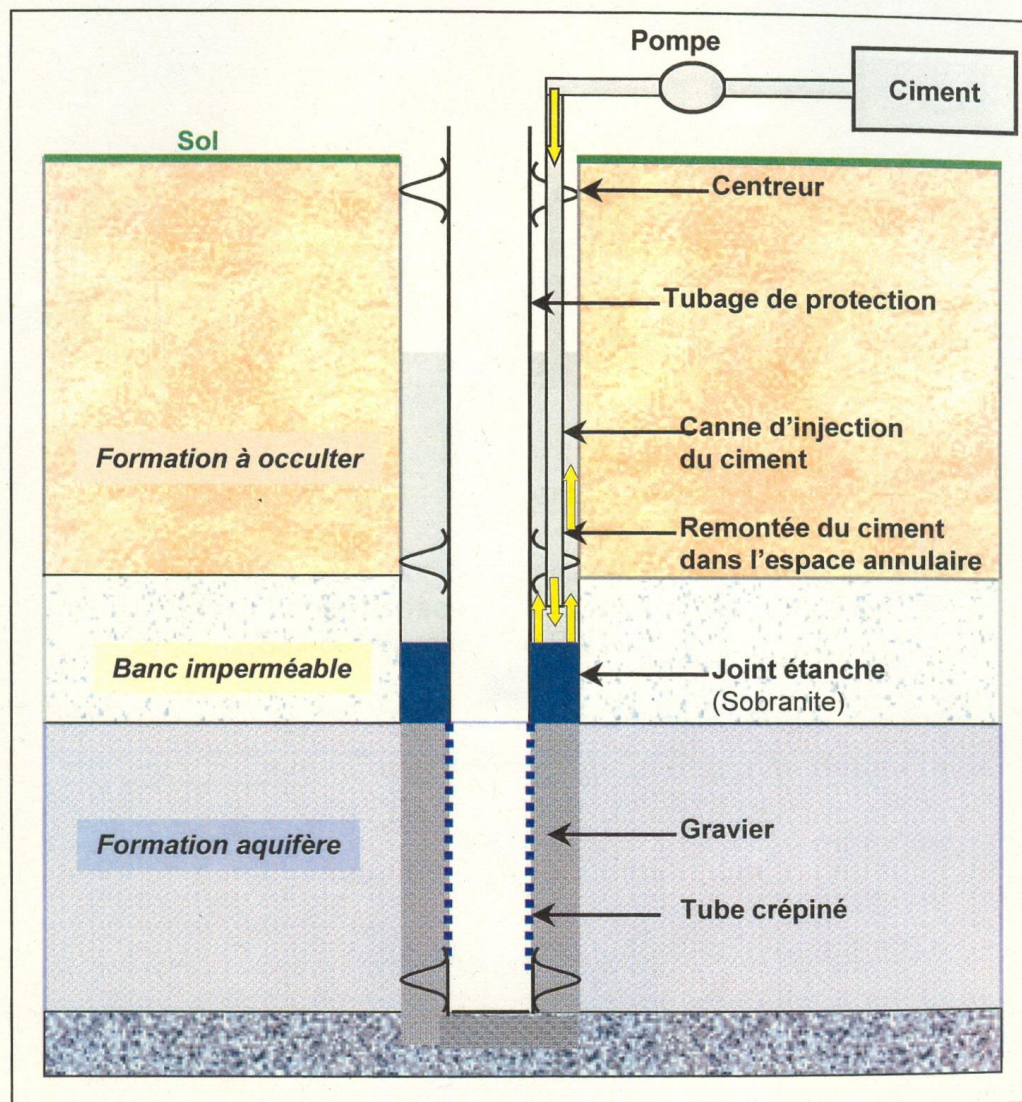
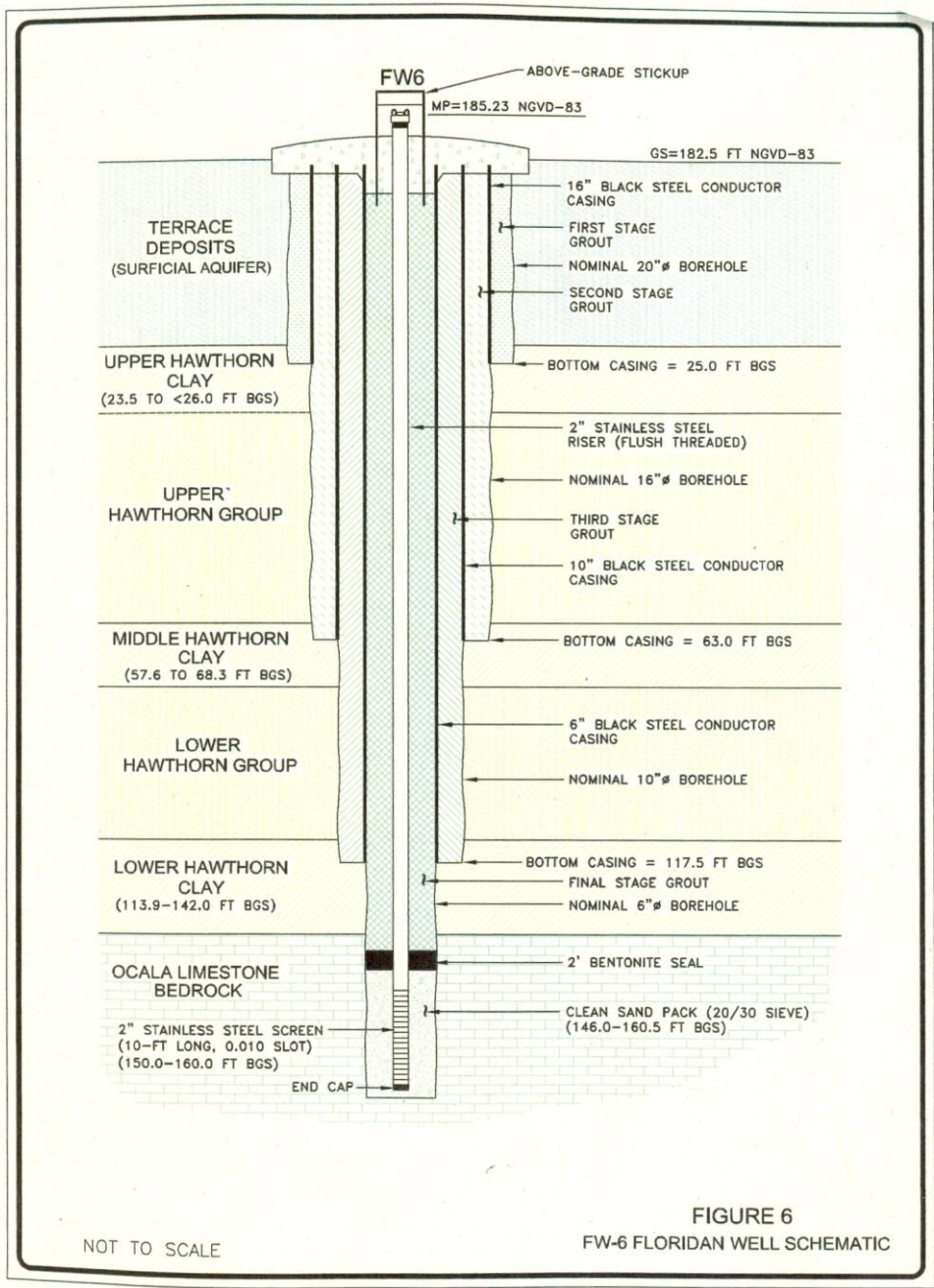


Illustration 12 - Cimentation par canne (schéma n°2)  
Source documentaire BRGM



NOT TO SCALE

FIGURE 6  
FW-6 FLORIDAN WELL SCHEMATIC

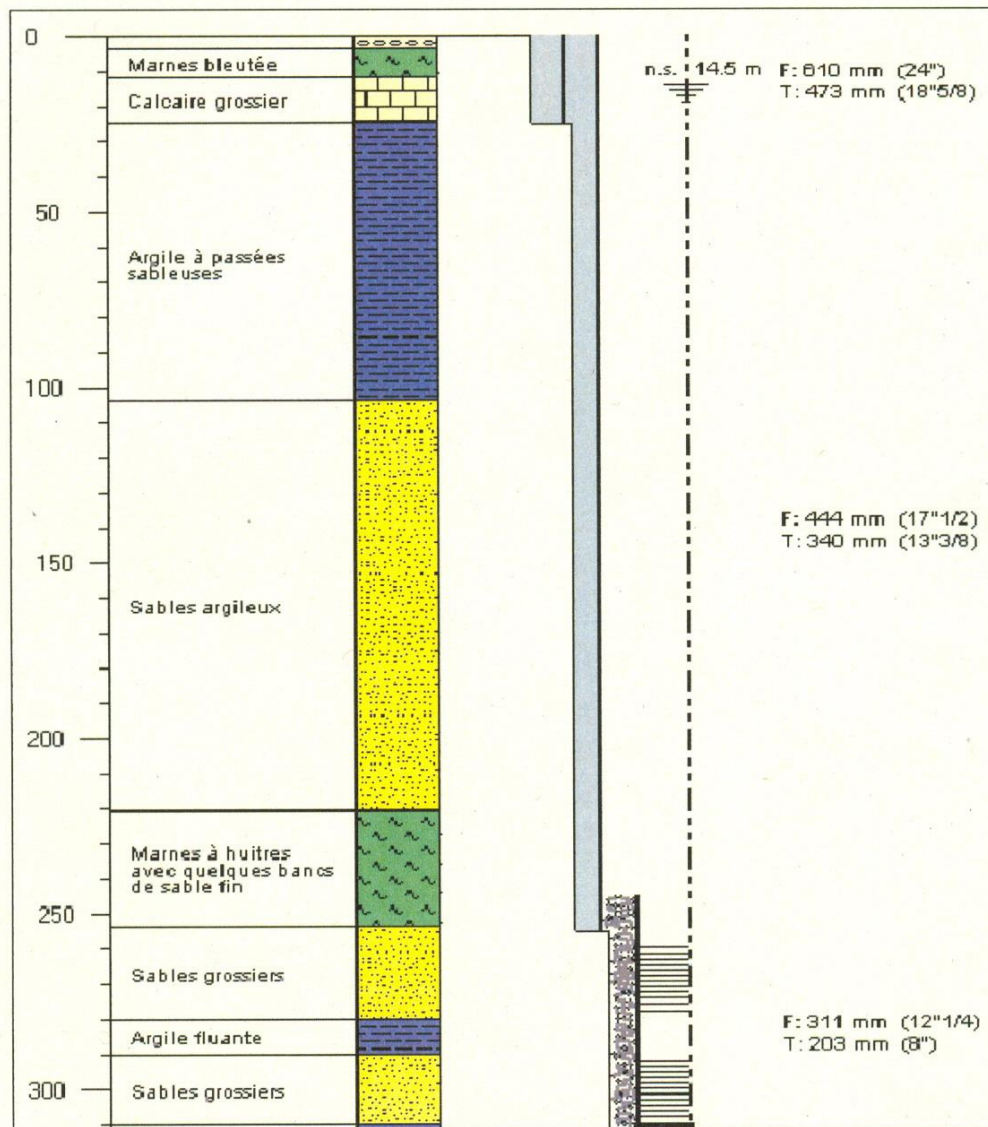


Illustration 22 - Exemple de coupe géologique et de coupe technique en milieu géologique peu stratifié  
 Source documentaire BRGM, sortie du logiciel GESFOR

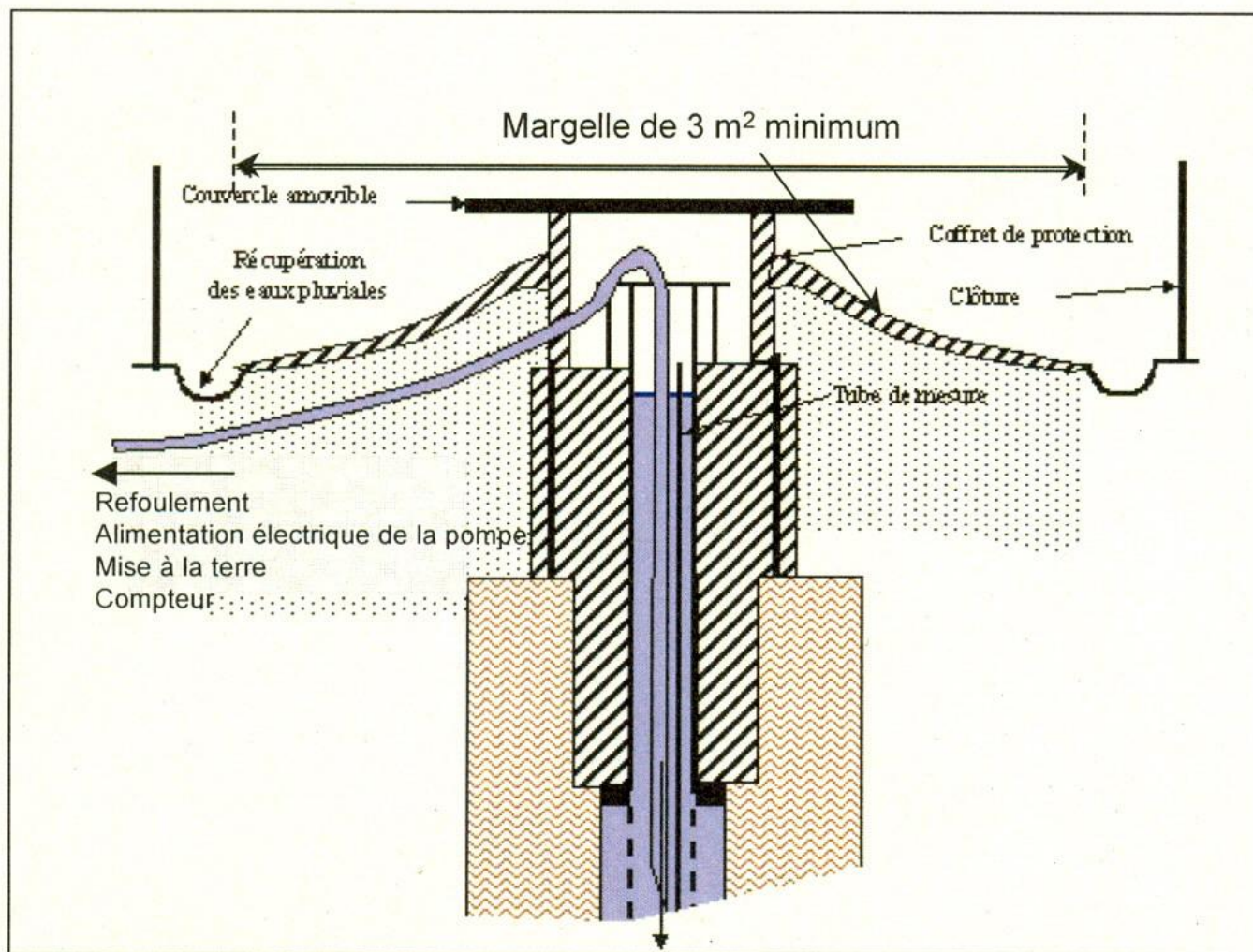


Illustration 15 - Protection de la tête de forage  
 Source documentaire BRGM : d'après la plaquette « Le forage en Bretagne »

## Captage en zone inondable

1) Tête de puits au-dessus des plus hautes eaux connues.

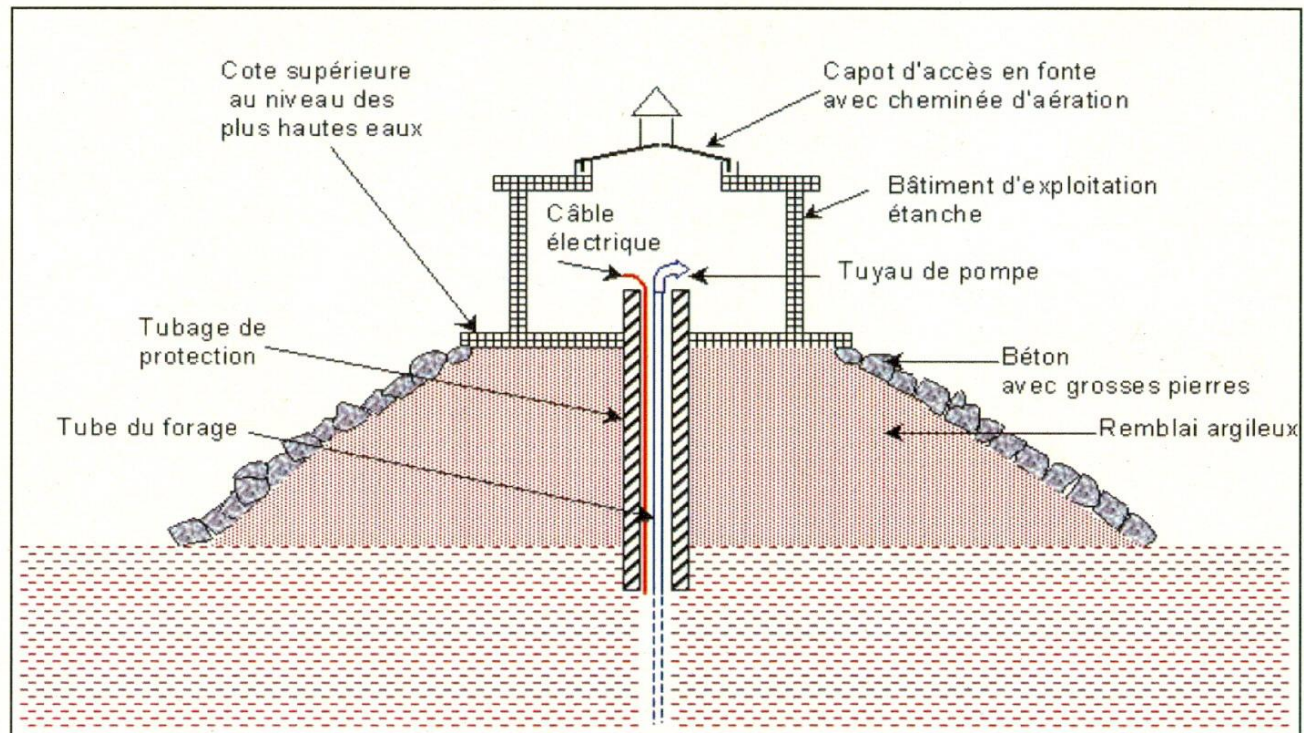


Illustration 16 - Configuration de captage en zone inondable.

Source documentaire BRGM

Ce dispositif n'est à envisager qu'en cas d'impossibilité stricte de mise en œuvre d'autres solutions.

## Captage en zone inondable

### 2) Tête de puits submersible

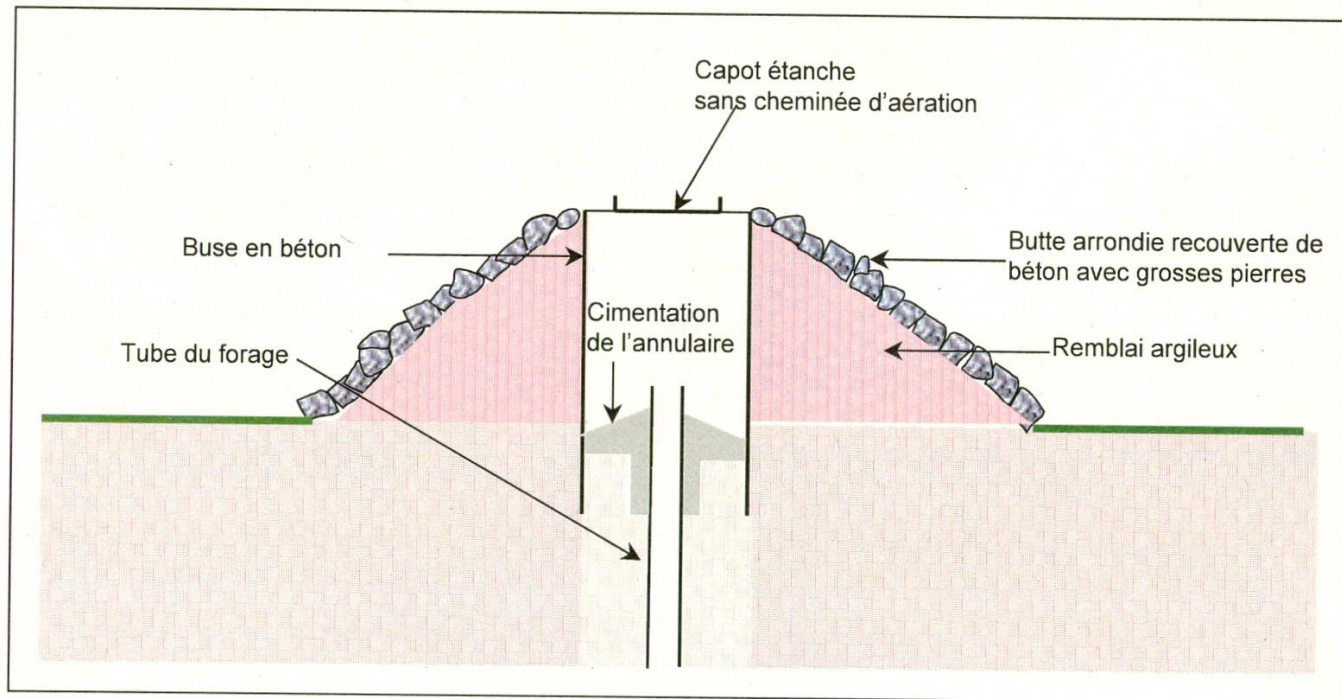


Illustration 17 - Configuration de captage en zone inondable .

Tête de puits submersible

Source documentaire BRGM

Ce dispositif n'est à envisager qu'en cas d'impossibilité stricte de mise en œuvre d'autres solutions.



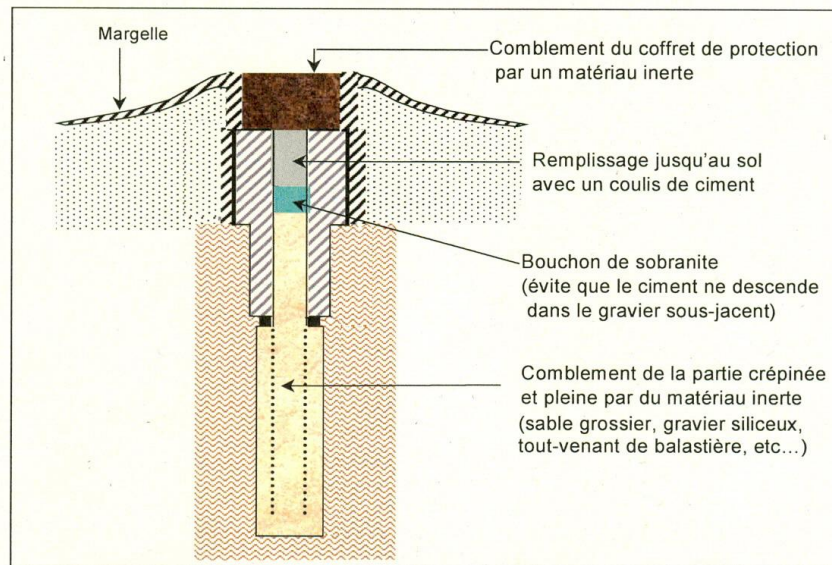


Illustration 24 - Exemple d'un forage abandonné après exploitation et comblé.  
Source documentaire BRGM : d'après la plaquette « Le forage en Bretagne »

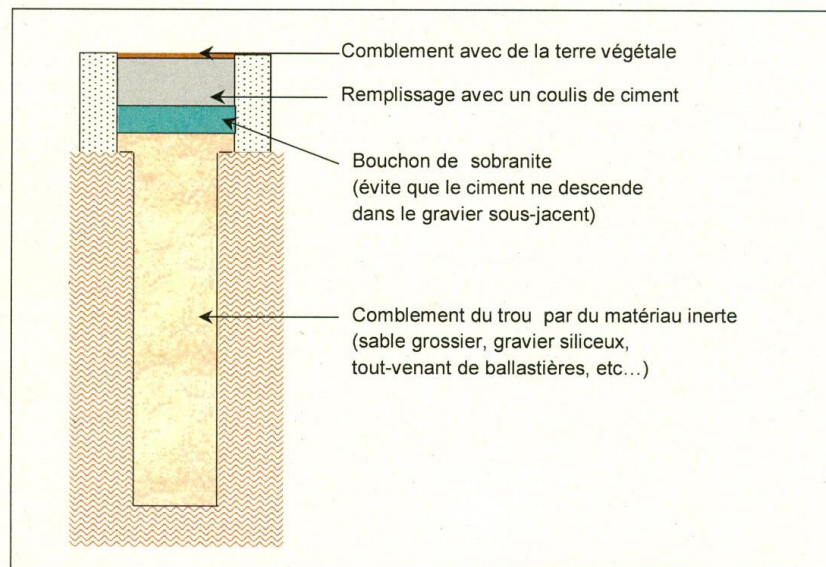


Illustration 25 - Exemple d'un forage non conservé, jugé improductif, non équipé et comblé.  
Source documentaire BRGM : d'après la plaquette « Le forage en Bretagne »

## Conclusión de la comparación:

Lamentablemente, la conclusión es que lo que se viene enseñando en el Curso de Hidrología Subterránea de Barcelona y se recoge en la mayoría de los Manuales de construcción de pozos de captación de aguas subterráneas, es con mayor o menor detalle, normativa en casi todo el mundo civilizado y con los documentos elaborados por el Banco Mundial, la UNESCO y la FAO, pretende extenderse a los llamados países en vías de desarrollo. Menos en España...

# EL caso de Baleares



# Decreto 108/2005 de 21 de octubre

## Requisitos comunes para todos los acuíferos:

- Corona mínima de 5 cm entre la tubería y la pared del sondeo
- Tubería de “chapa naval” de un mínimo de 4 mm de espesor
- Centradores a 120 ° como mínimo, cada 12 m
- Lechada de cementación con, entre un 2 y un 6% de bentonita
- Prohibición de descenso de la tubería por el método de barra y perforaciones
- Soldadura de los tramos de tubería con cordón continuo
- Estanqueidad de las instalaciones (bomba, tubo piezométrico, cables, etc)
- Desinfección
- Certificación de los directores técnicos o en su caso, registros de rayos gama o sónicos
- Cierre de la cabeza de captación

# Cementación

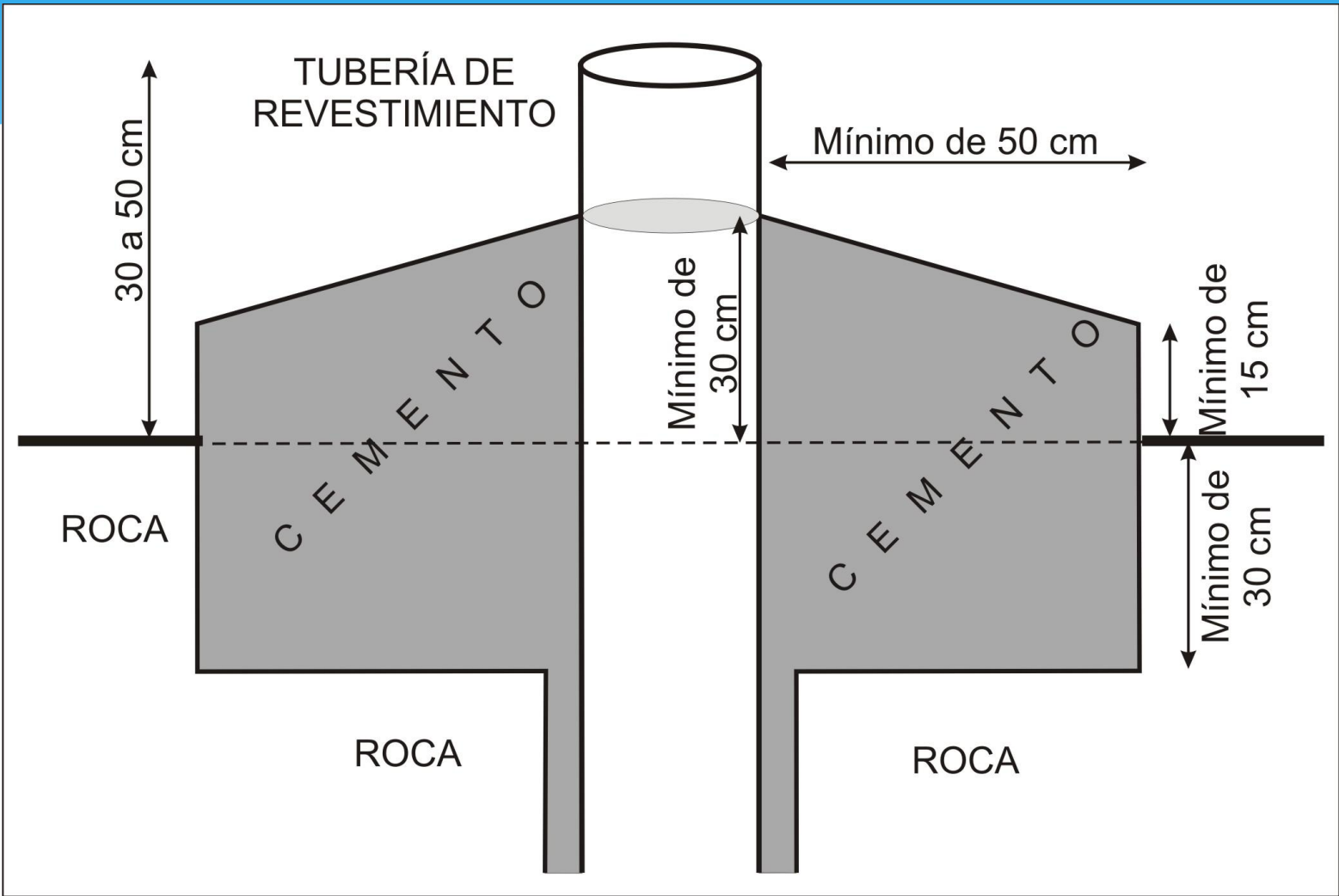
## 1.- Acuíferos libres

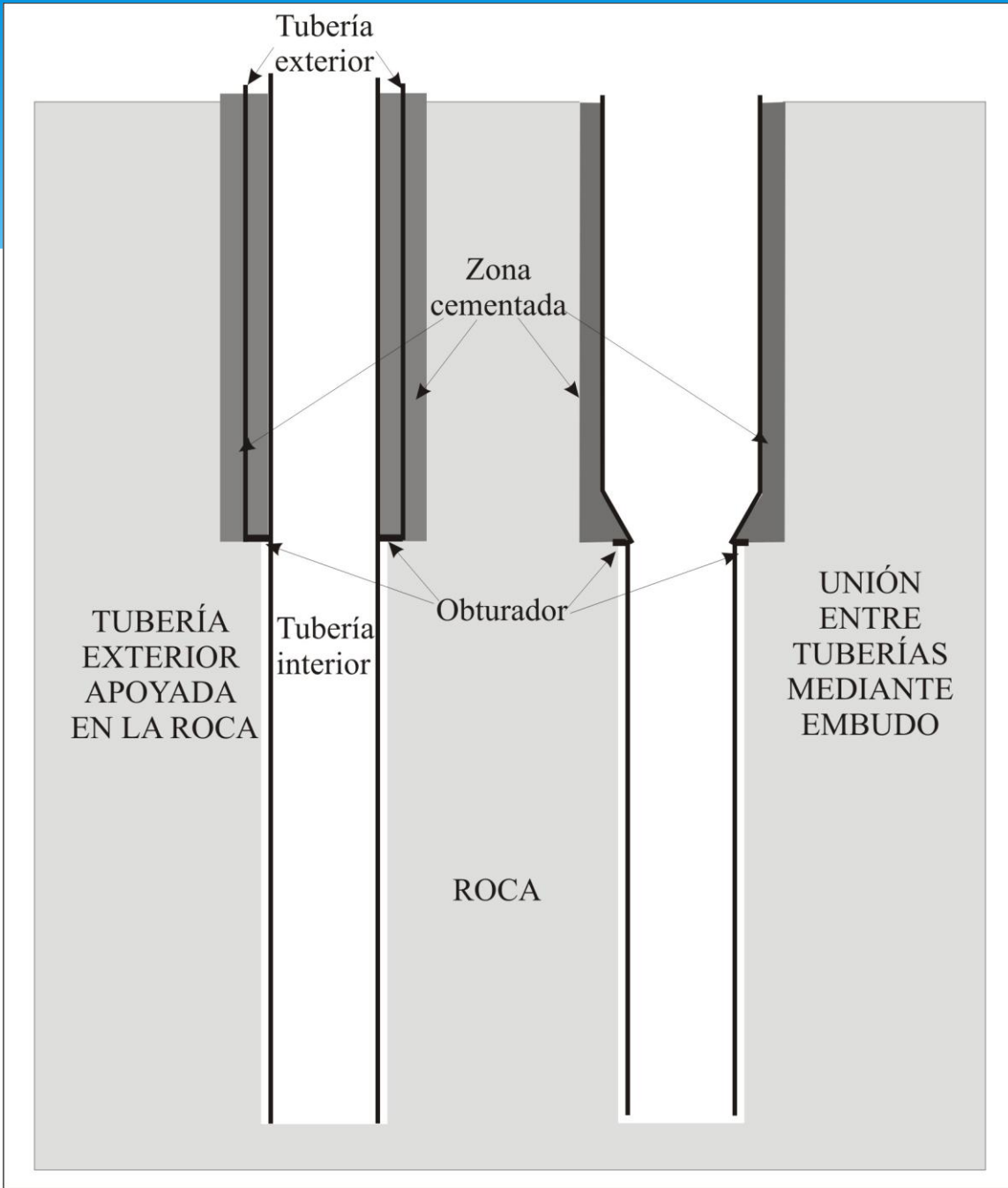
- a) Depósitos detríticos: cementación del espacio anular entre 10 y 15 m
- b) Calcareñas “senso estricto”: cementación entre 15 y 25 m
- c) Calizas o dolomías fisuradas (“grava”): cementación entre 20 y 30 m
- d) Calcareñas karstificadas: cementación entre 25 y 40 m
- e) Calizas karstificadas: cementación entre 40 y 55 m

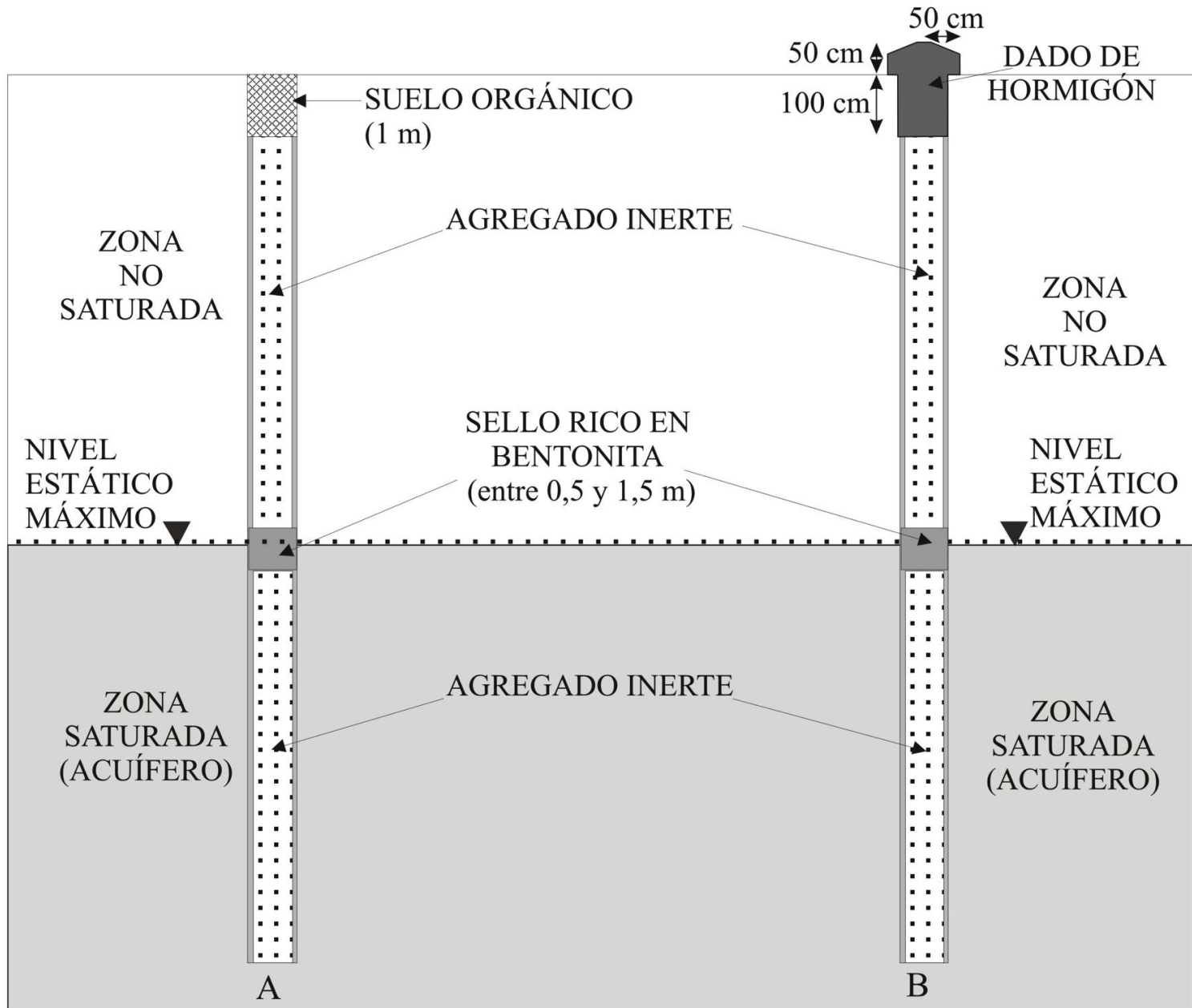
Si el nivel se encuentra a menor profundidad de las establecidas, la cementación se hará hasta el nivel freático.

## 2.- Acuíferos cautivos o multicapa

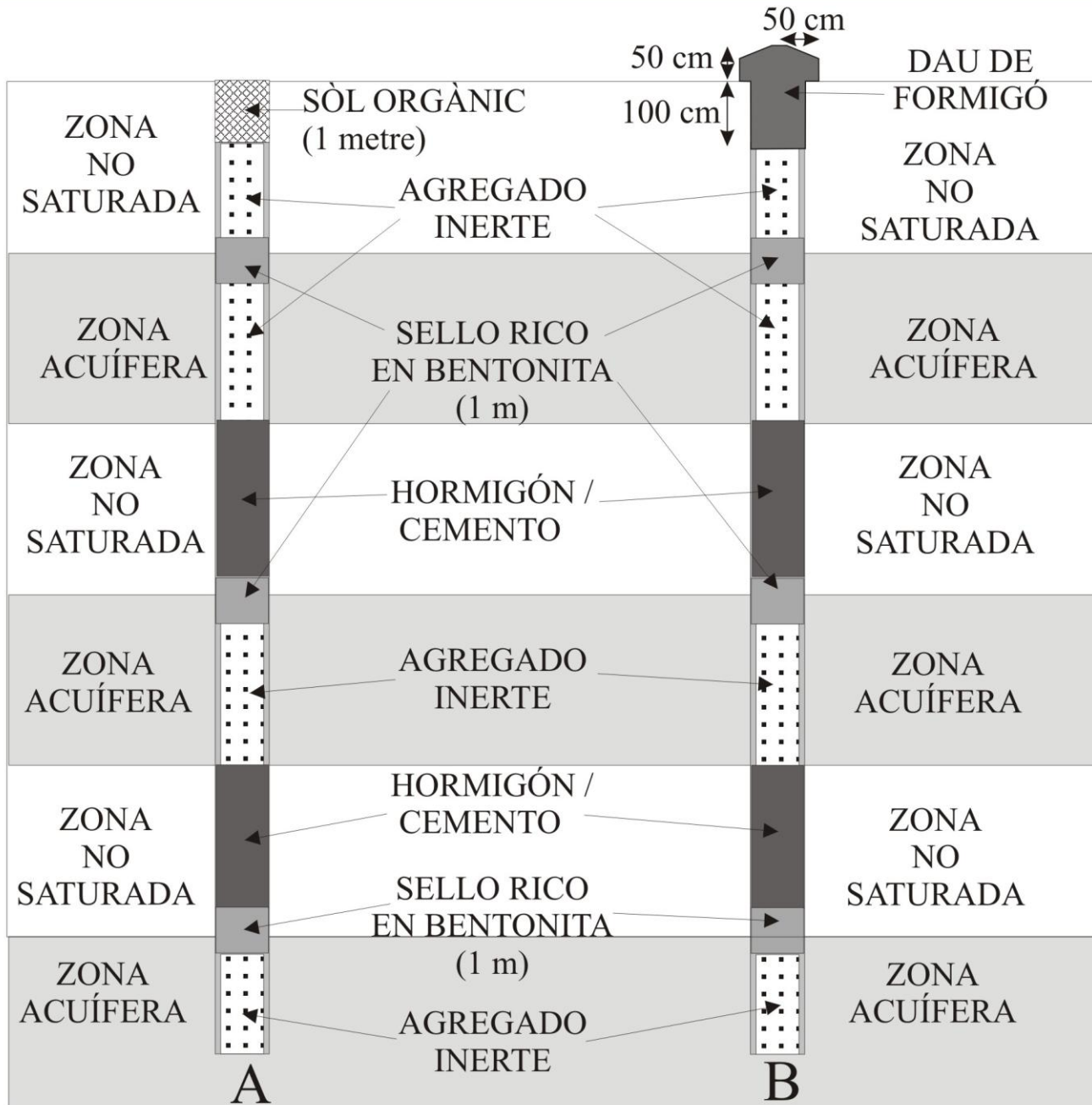
Se explotará un solo acuífero y se cementarán, como mínimo, las zonas confinantes

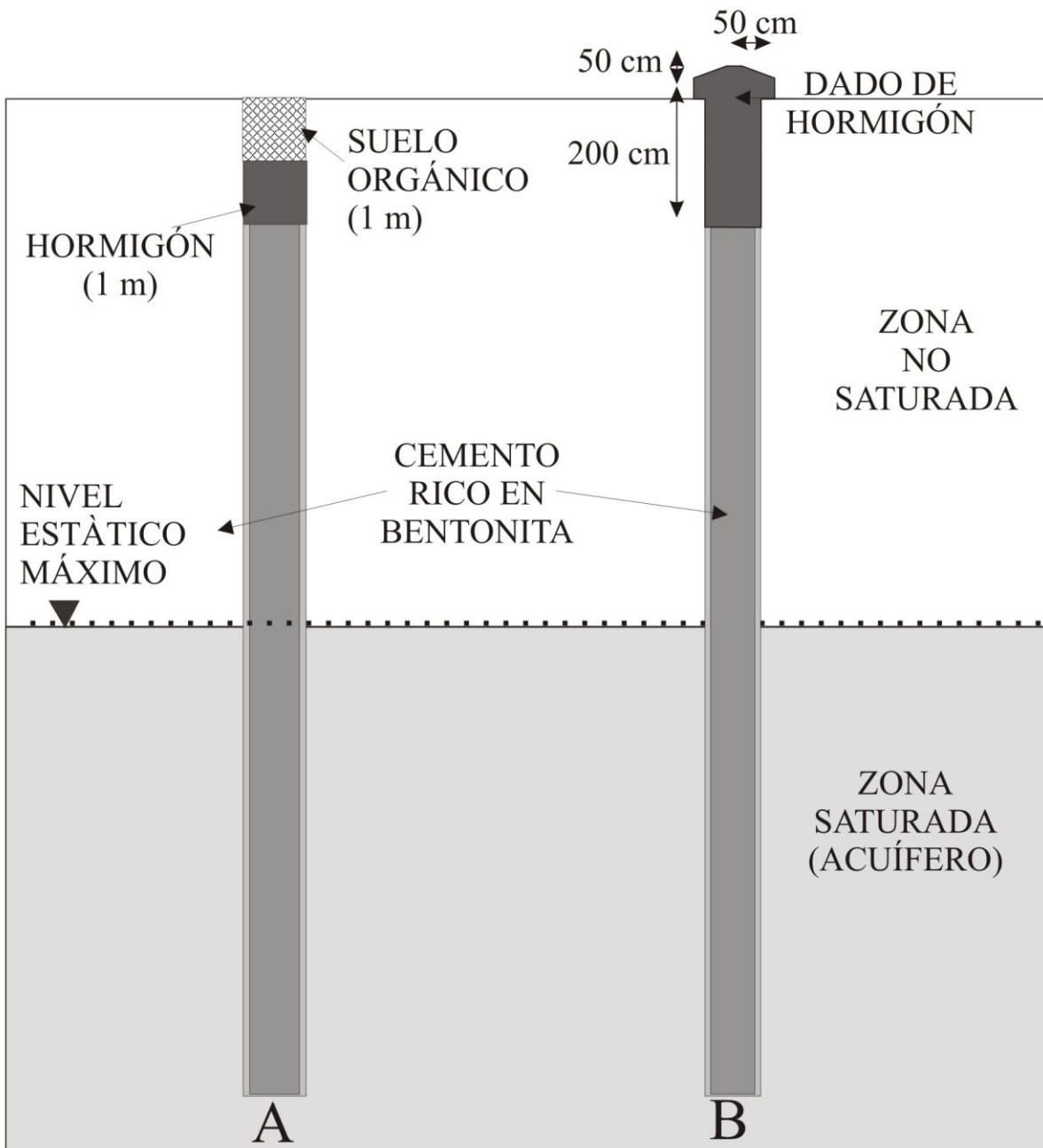


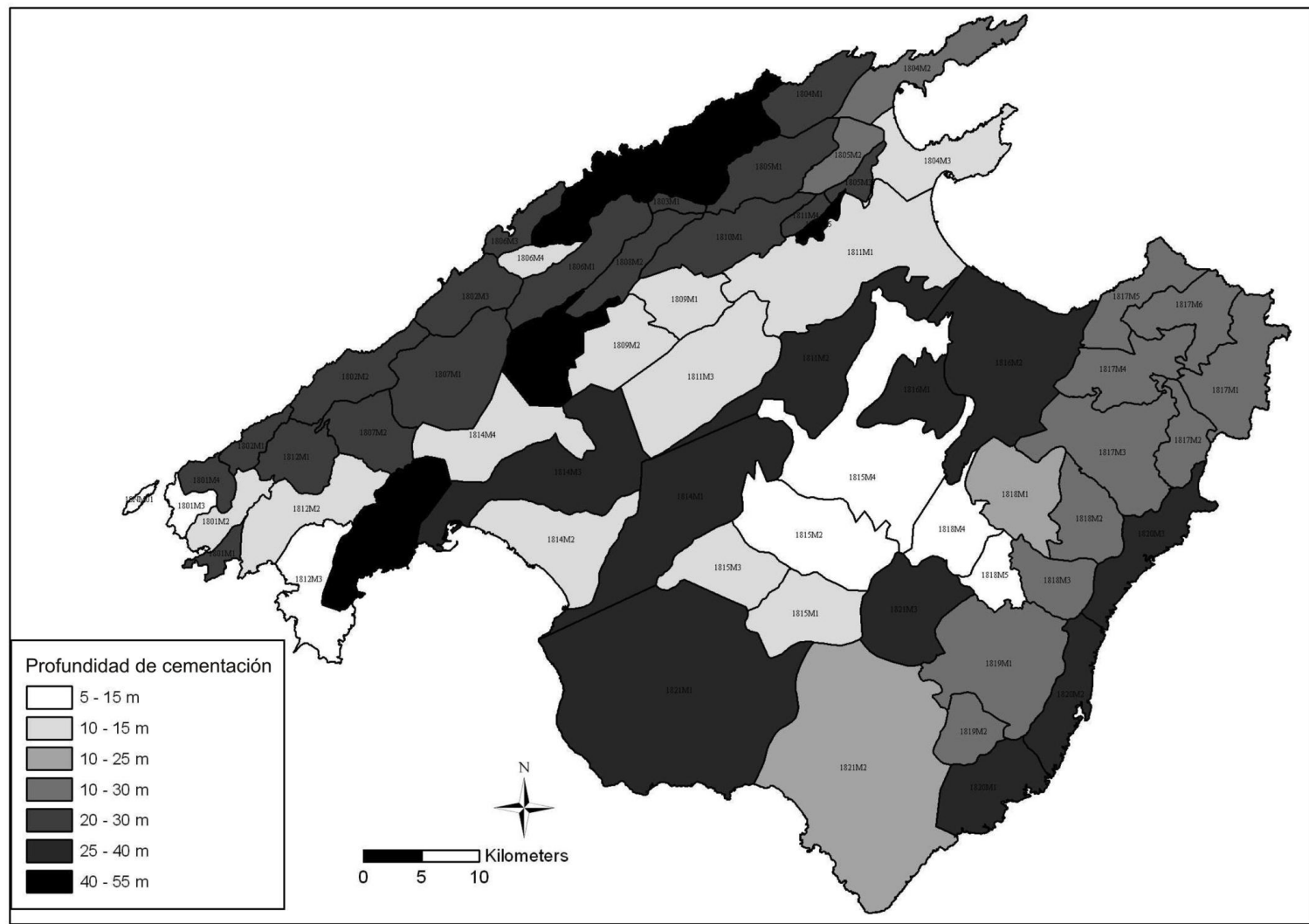


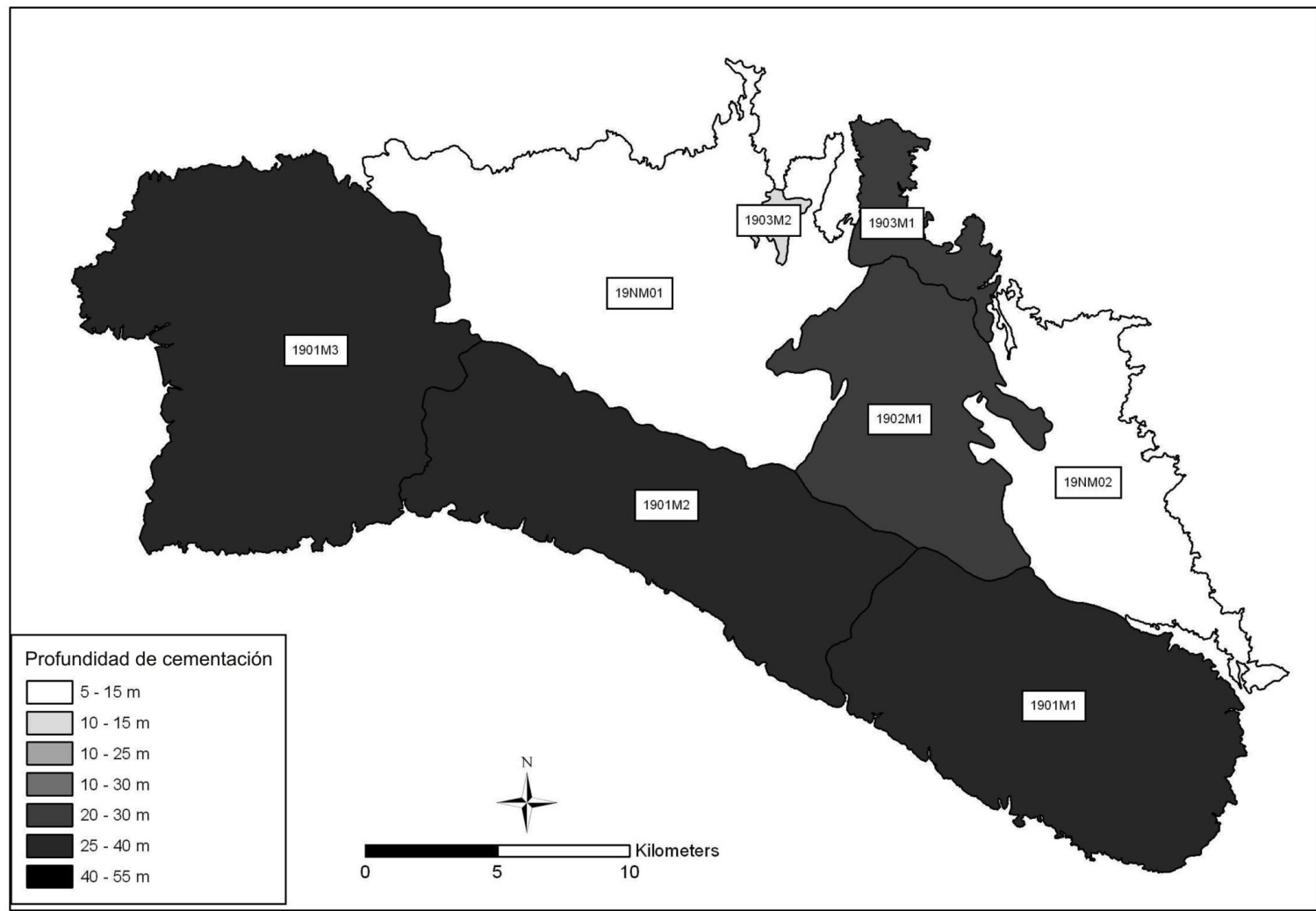


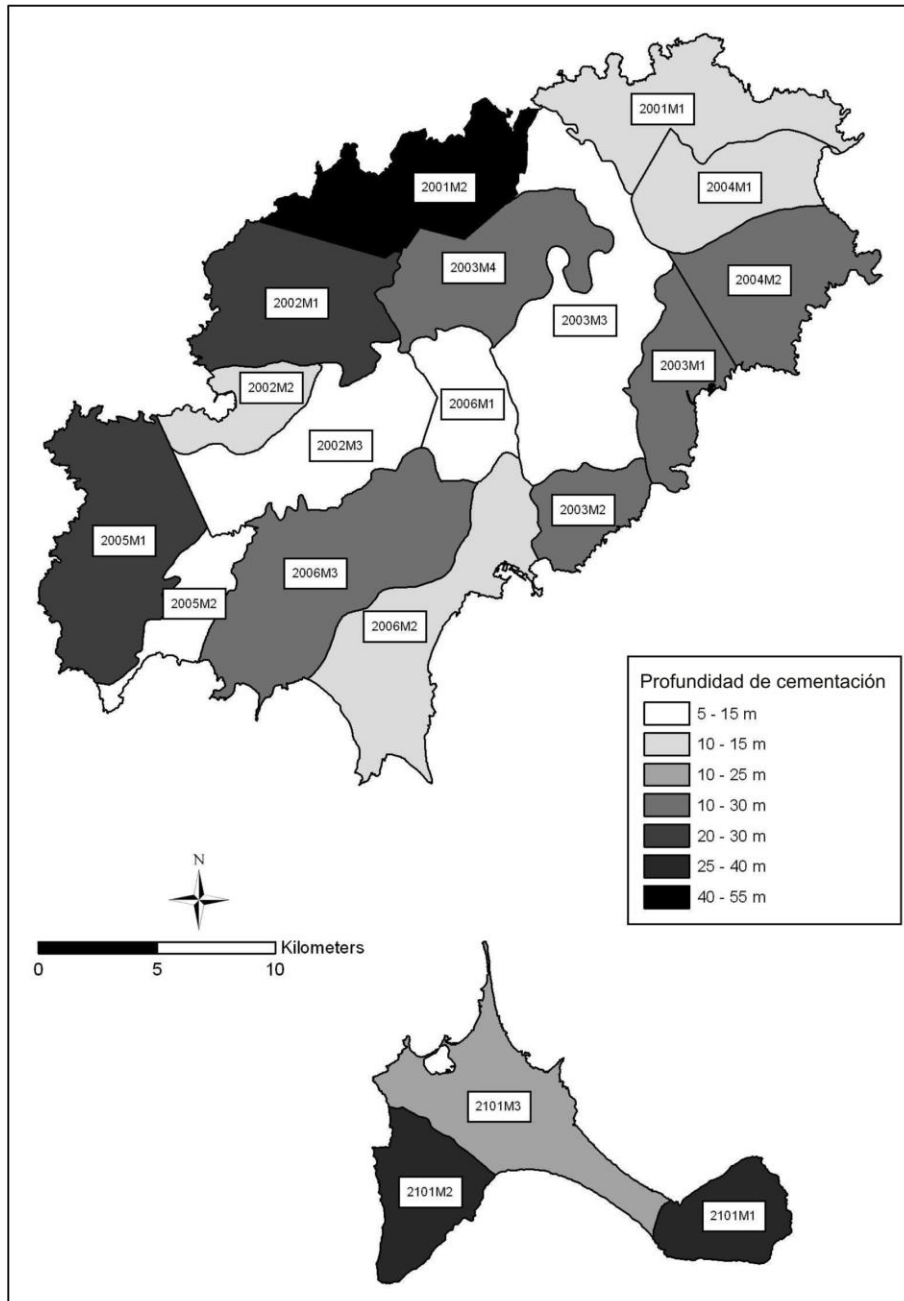












Situación actual: y ahora que?