

# Arsénico en Agua de Consumo Humano

## ¿Qué soluciones brinda el INTI?

### **Equipo responsable:**

M. Sofía Frangie, Sergio Corts, Ana Hernandez, Ariel Galli, Estela Planes, Diego Lelli, Vanina Martinez, Margarita Piccina, Roberto Ruiz Díaz, Cristian Salamone, Mariano Stratico, Virginia Gemini, Paula Samter, Alejandra Storino, Liliana Valiente.

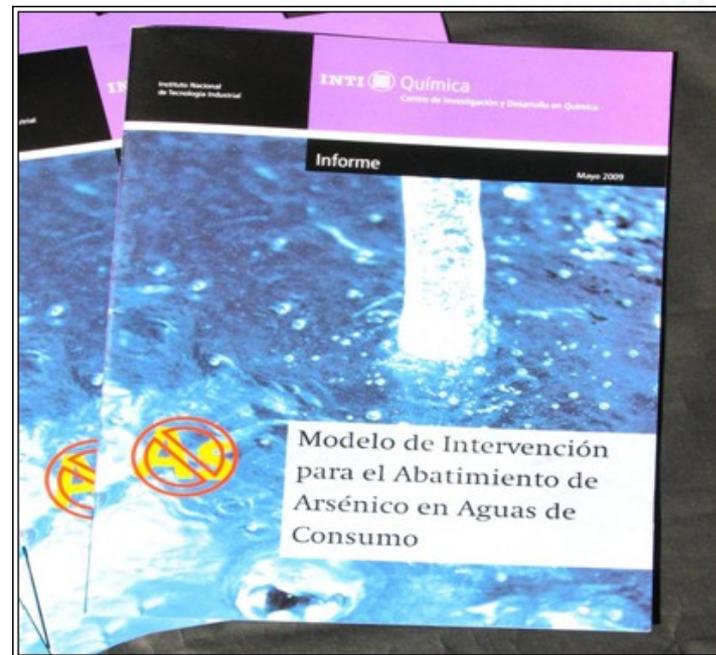
# Modelo de Intervención para el Abatimiento de Arsénico en Aguas de Consumo

## Objetivos:

- Desarrollar un plan de acción para la eliminación de arsénico en aguas de consumo que se adapte a diferentes contextos de poblaciones en riesgo.
- Diseñar un Dispositivo Rural para eliminación de Arsénico.

## Dirigido a:

- Municipios, Provincias, Localidades, Grupos poblacionales, ONGs, etc que quieren implementar un sistema de abatimiento de arsénico.



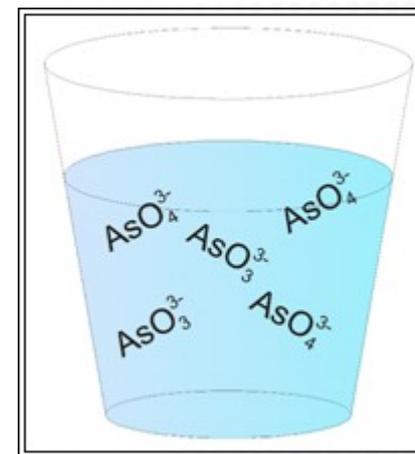
# ¿Qué es el arsénico?

|                     |                      |                      |                         |                     |                       |                       |                     |                     |                     |                   |                      |                      |                      |                       |                     |                     |                     |
|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1<br>H<br>Hidrógeno |                      |                      |                         |                     |                       |                       |                     |                     |                     |                   |                      |                      |                      |                       |                     |                     | 2<br>He<br>Helio    |
| 3<br>Li<br>Litio    | 4<br>Be<br>Berilio   |                      |                         |                     |                       |                       |                     |                     |                     |                   |                      | 5<br>B<br>Boro       | 6<br>C<br>Carbono    | 7<br>N<br>Nitrógeno   | 8<br>O<br>Oxígeno   | 9<br>F<br>Fluor     | 10<br>Ne<br>Neón    |
| 11<br>Na<br>Sodio   | 12<br>Mg<br>Magnesio |                      |                         |                     |                       |                       |                     |                     |                     |                   |                      | 13<br>Al<br>Aluminio | 14<br>Si<br>Silicio  | 15<br>P<br>Fósforo    | 16<br>S<br>Azufre   | 17<br>Cl<br>Cloro   | 18<br>Ar<br>Argón   |
| 19<br>K<br>Potasio  | 20<br>Ca<br>Calcio   | 21<br>Sc<br>Escandio | 22<br>Ti<br>Titanio     | 23<br>V<br>Vanadio  | 24<br>Cr<br>Cromo     | 25<br>Mn<br>Manganeso | 26<br>Fe<br>Hierro  | 27<br>Co<br>Cobalto | 28<br>Ni<br>Níquel  | 29<br>Cu<br>Cobre | 30<br>Zn<br>Zinc     | 31<br>Ga<br>Gallio   | 32<br>Ge<br>Germanio | 33<br>As<br>Arsénico  | 34<br>Se<br>Selenio | 35<br>Br<br>Bromo   | 36<br>Kr<br>Kriptón |
| 37<br>Rb<br>Rubidio | 38<br>Sr<br>Stroncio | 39<br>Y<br>Itrio     | 40<br>Zr<br>Zirconio    | 41<br>Nb<br>Niobio  | 42<br>Mo<br>Molibdeno | 43<br>Tc<br>Tecnecio  | 44<br>Ru<br>Rutenio | 45<br>Rh<br>Rodio   | 46<br>Pd<br>Paladio | 47<br>Ag<br>Plata | 48<br>Cd<br>Cadmio   | 49<br>In<br>Indio    | 50<br>Sn<br>Estaño   | 51<br>Sb<br>Antimonio | 52<br>Te<br>Telurio | 53<br>I<br>Yodo     | 54<br>Xe<br>Xenón   |
| 55<br>Cs<br>Cesio   | 56<br>Ba<br>Bario    | 57<br>La<br>Lantano  | 72<br>Hf<br>Hafnio      | 73<br>Ta<br>Tantalo | 74<br>W<br>Wolframio  | 75<br>Re<br>Renio     | 76<br>Os<br>Osmio   | 77<br>Ir<br>Iridio  | 78<br>Pt<br>Platino | 79<br>Au<br>Oro   | 80<br>Hg<br>Mercurio | 81<br>Tl<br>Talio    | 82<br>Pb<br>Plomo    | 83<br>Bi<br>Bismuto   | 84<br>Po<br>Polonio | 85<br>At<br>Astatio | 86<br>Rn<br>Radón   |
| 87<br>Fr<br>Francio | 88<br>Ra<br>Radio    | 89<br>Ac<br>Actinio  | 104<br>Ku<br>Kuroliovio | 105<br>Ha<br>Hansio | 106                   | 107                   | 108                 | 109                 | 110                 | 111               | 112                  | 113                  |                      |                       |                     |                     |                     |



Estados de oxidación y especies frecuentes en agua

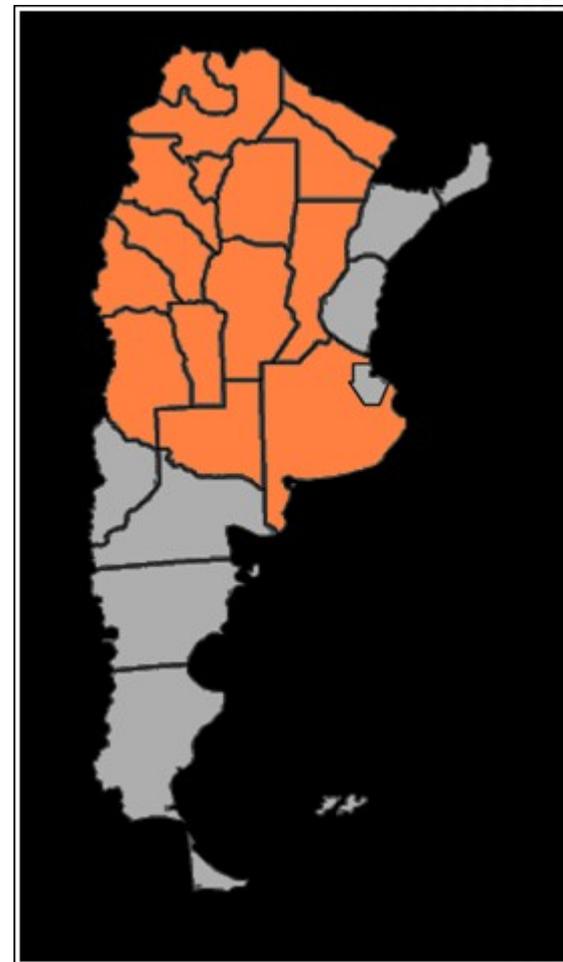
- As (III) → ión arsenito:  $\text{AsO}_3^{3-}$
- As (V) → ión arseniato:  $\text{AsO}_4^{3-}$



# Situación en Argentina

## Zonas parcial o totalmente afectadas:

- Córdoba
- La Pampa
- Santiago del Estero
- San Luis
- Santa Fe
- Buenos Aires
- Chaco
- Formosa
- Salta
- Jujuy
- Tucumán
- La Rioja
- San Juan
- Catamarca
- Mendoza



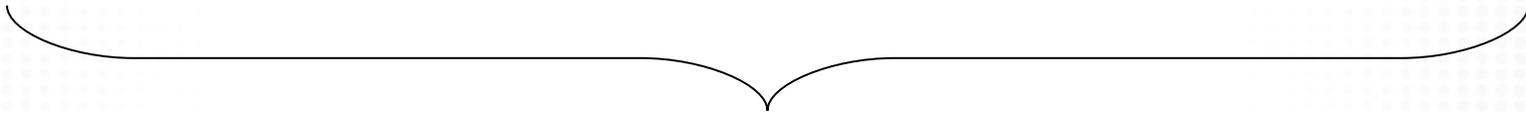
# Fuentes de contaminación

- **Natural:**

Disolución de minerales presentes en las formaciones geológica que constituyen los acuíferos.

- **Antrópica:**

Insecticidas, antiparasitarios de animales, industria de semiconductores, tratamiento de maderas, minería, etc.



Sobreexplotación de los acuíferos

# Efectos a la salud

## Hidroarsenicismo crónico regional endémico

### HACRE

- Principal vía de exposición: Por ingestión
- Efectos tóxicos: Clasificación grupo 1 según la IARC (International Agency for Research on Cancer)

# Límites máximos tolerables

## **Organización Mundial de la Salud (O.M.S.)**

En la publicación “Guías para la calidad de agua potable” 1993, se adopta como valor de referencia provisional 0.01 mg/l

## **Código Alimentario Argentino (C.A.A.)**

En 2007, adopta el valor de 0.01 mg/l y establece un plazo de 5 años para adecuarse.

# Modelo de Intervención

## Clasificación

- Según el tipo de solución:

### Centralizada

- Zonas urbanas
- Aprovechamiento generalmente por redes de distribución

### Particular

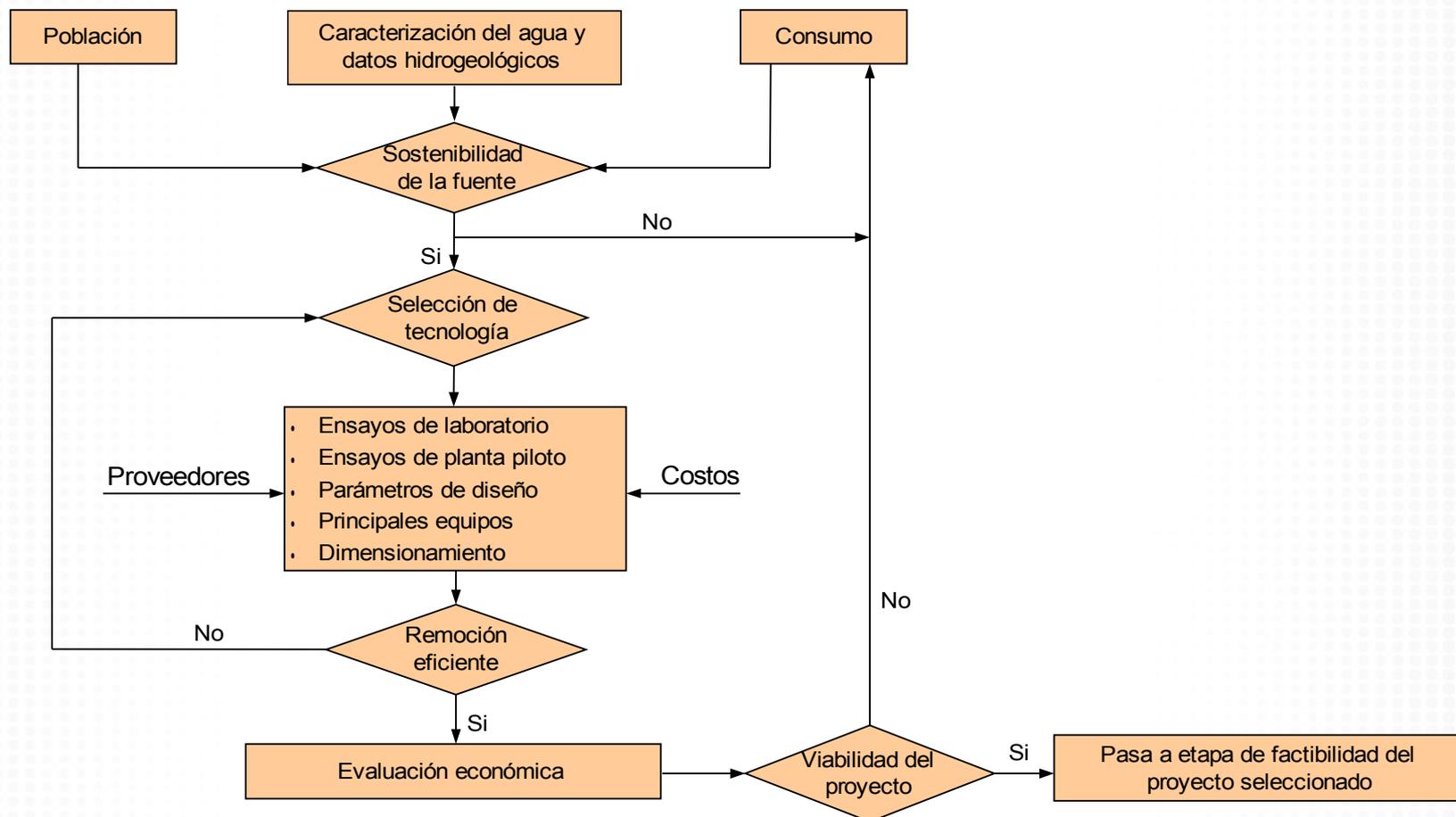
- Zona rural dispersa
- Abastecimiento con pozos particulares

# Modelo de Intervención

## Solución centralizada – Consideraciones básicas

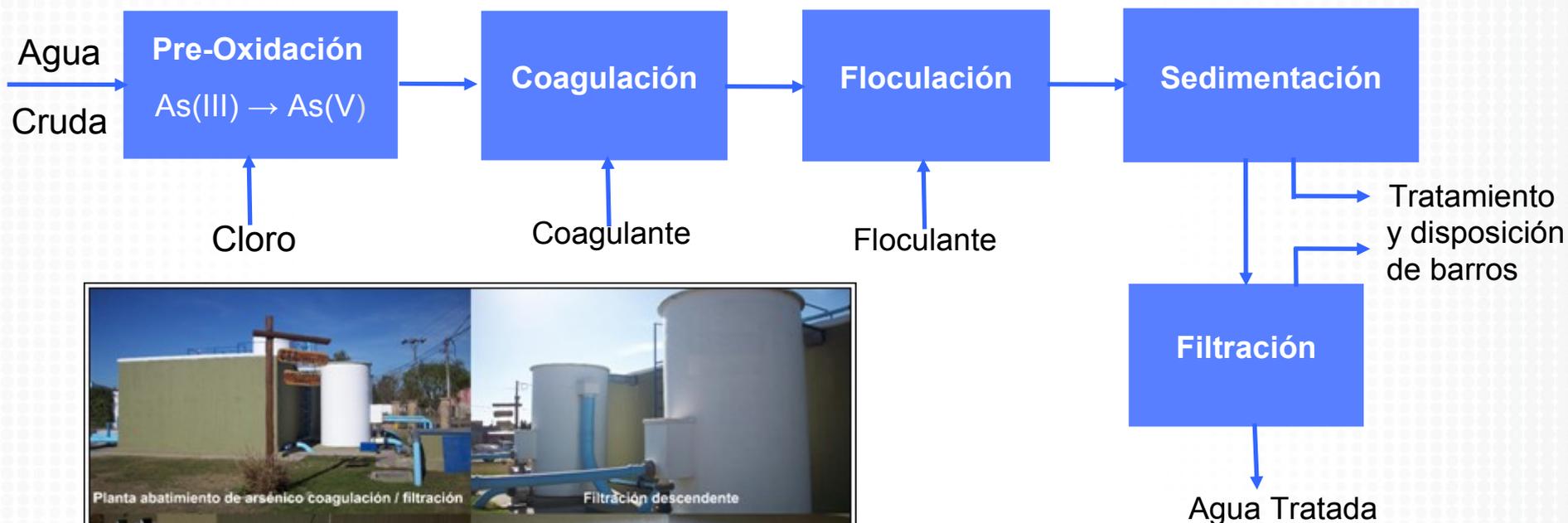
- Análisis de la situación actual de la población
- Estudio hidrogeológico
- Caracterización del agua
- Análisis poblacional
- Posibles tecnologías a emplear

# Modelo de Intervención etodología empleada



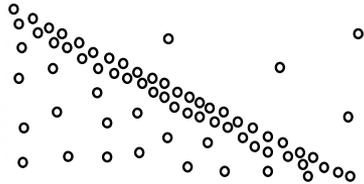
# Modelo de Intervención

## Tecnologías a emplear – Coagulación / Filtración



# Modelo de Intervención

## Tecnologías a emplear – Desalinización por ósmosis inversa



# Modelo de Intervención

## Tecnologías a emplear – Adsorción / Intercambio iónico



# Modelo de Intervención

## Clasificación de posibles situaciones

- Según el tamaño de la población

- Muy pequeñas: menores a 500 habitantes
- Pequeñas: entre 501 a 3.300 habitantes
- Medianas: entre 3.301 a 10.000 habitantes
- Grandes: entre 10.001 a 100.000 habitantes

- Calidad de agua

- Apta para consumo → Desinfección
- Arsénico
- Arsénico + nitratos
- Arsénico + fluoruros
- Arsénico + salinidad

# Modelo de Intervención

## Clasificación de posibles situaciones

- Cantidad de agua a tratar

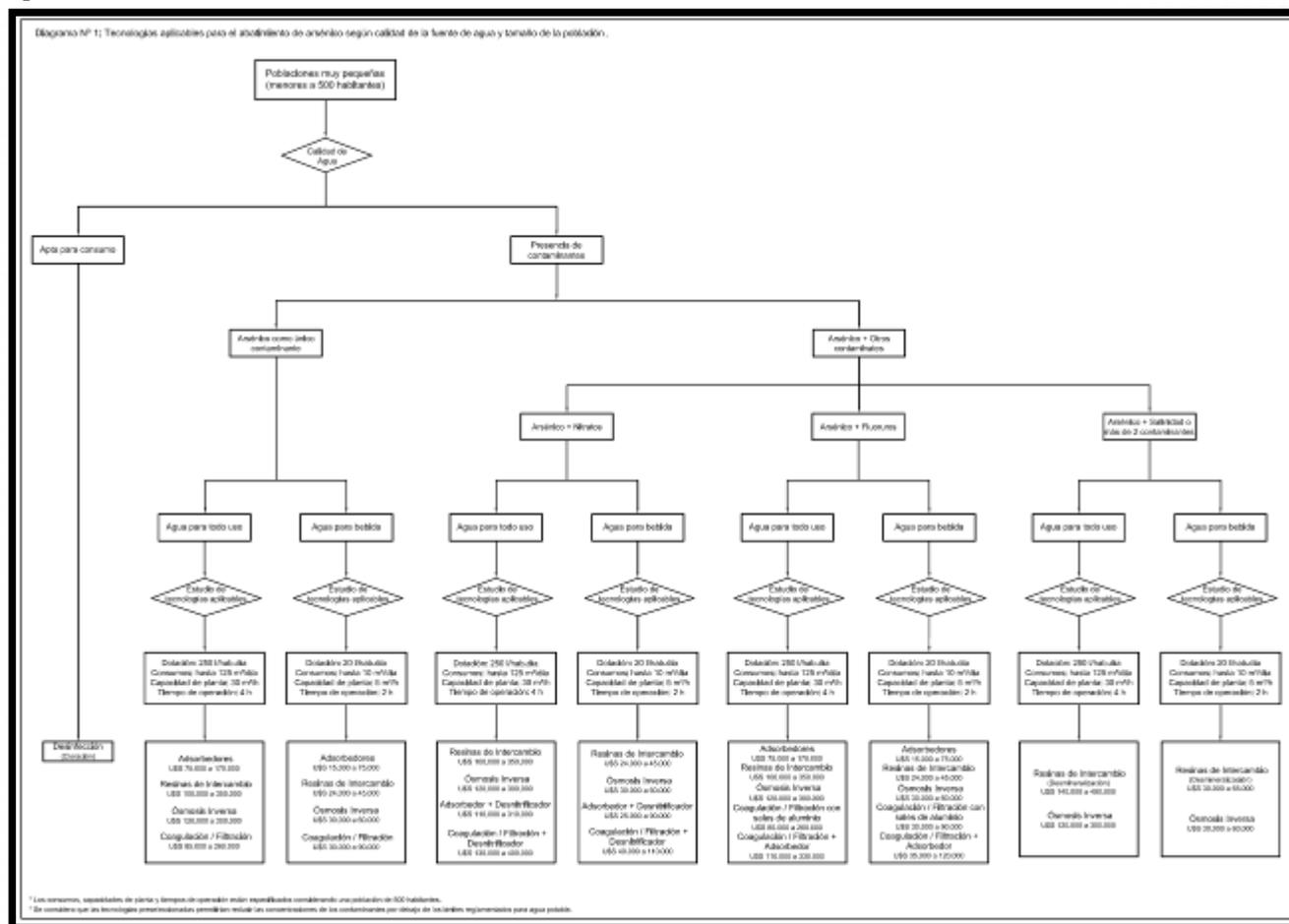
- Para todo uso
- Sólo para bebida

- Posibles tecnologías a emplear

- Adsorbedores
- Resinas de intercambio
- Ósmosis inversa
- Coagulación / Filtración

# Modelo de Intervención

## Clasificación de posibles situaciones



# Modelo de Intervención

## Solución particular – Clasificación

- Según la ubicación del dispositivo de tratamiento:

**Sistemas de Punto de  
Entrada (POE):**

**Sistemas de Punto de Uso  
(POU):**

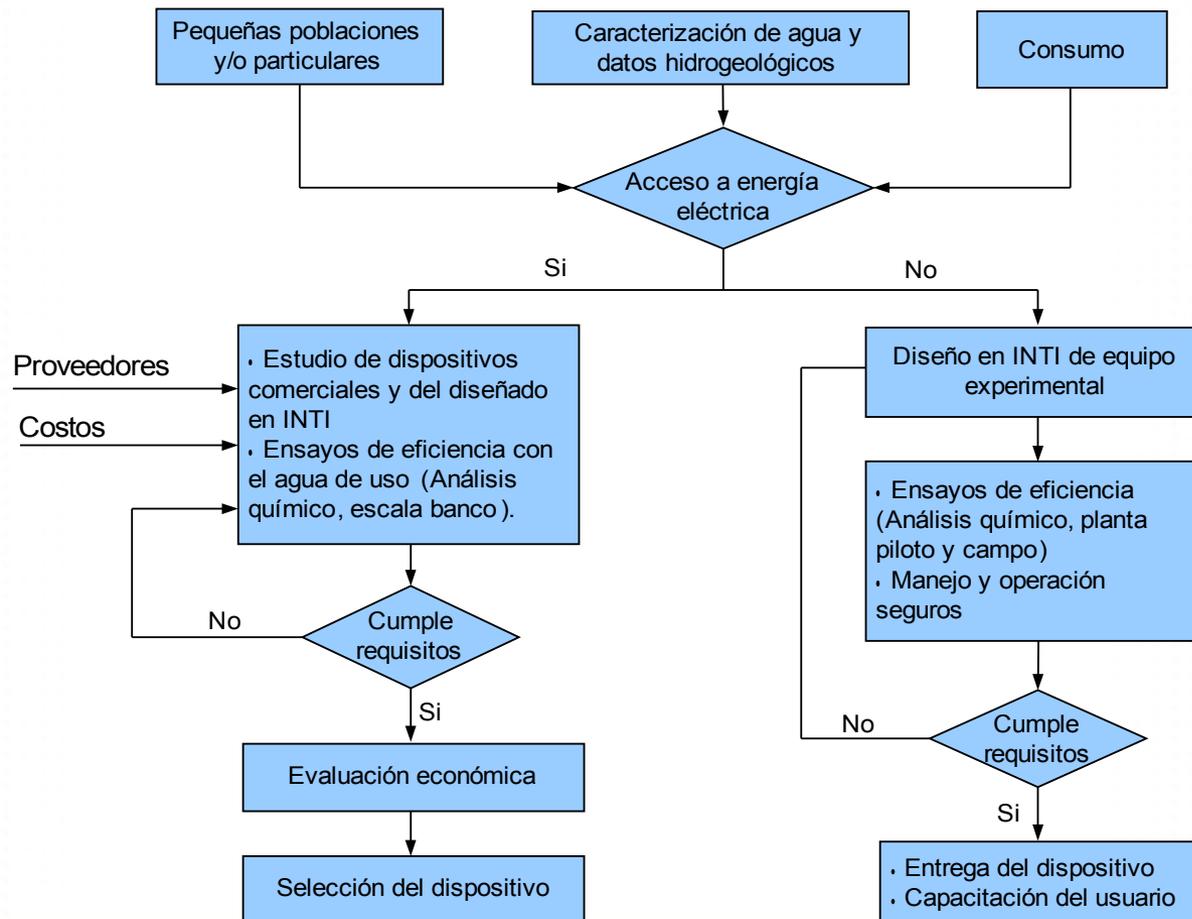
# Modelo de Intervención

## Solución particular – Consideraciones básicas

- Caracterización de agua
- Estudio hidrogeológico
- Posibles tecnologías a emplear
  - Disponibilidad de energía eléctrica:
    - Ósmosis inversa
    - Destilación
    - Adsorción / intercambio iónico
    - Coagulación / filtración
  - Carencia de energía eléctrica:
    - Prototipos realizados por universidades o instituciones públicas

# Modelo de Intervención

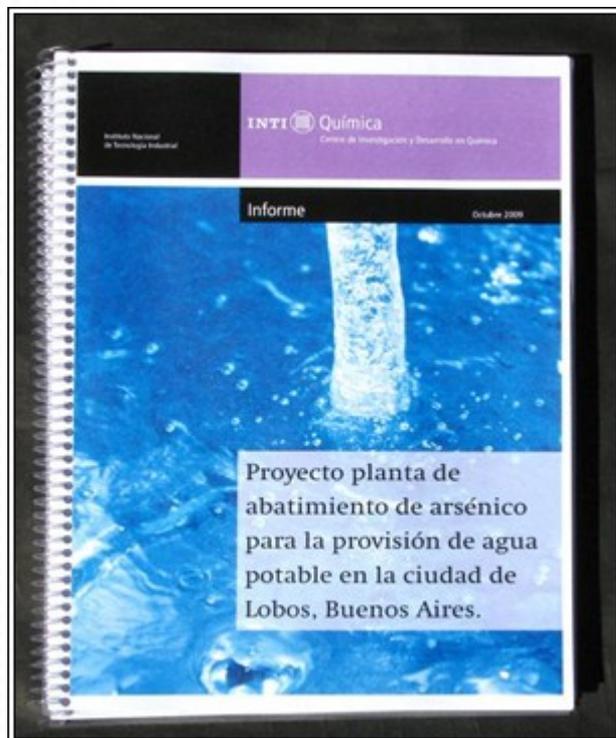
## Metodología empleada



# Aplicación Modelo de Intervención

## Experiencia Lobos, Pcia. de Buenos Aires

- Zona urbana:



Estudios preliminares para proyecto de planta de abatimiento de arsénico

- Zona rural:

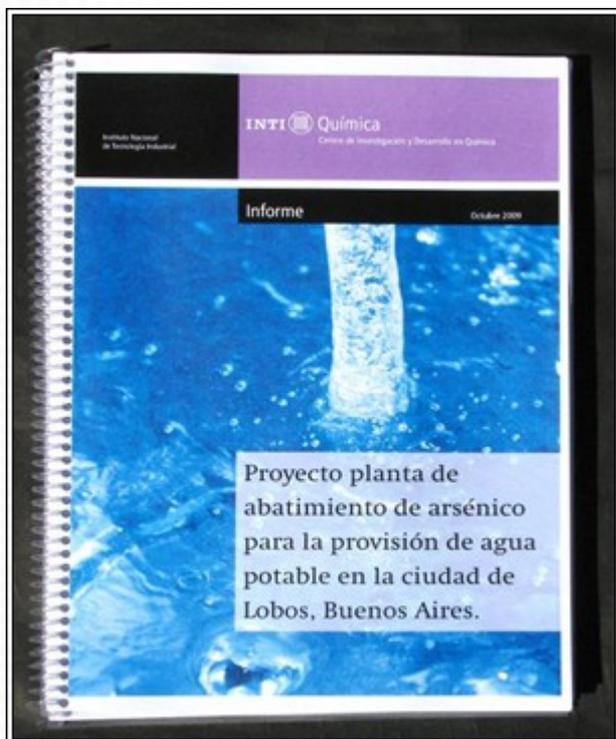


Diseño de dispositivo domiciliario para abatimiento de arsénico

# Aplicación Modelo de Intervención

## Experiencia Lobos, Pcia. de Buenos Aires

- Zona urbana:



Estudios preliminares para proyecto de planta de abatimiento de arsénico

- Proyección de la población: 45.000 habitantes a 20 años
- Cálculo de consumos y caudales
  - Para todo uso: 12.000 m<sup>3</sup> / día
  - Sólo para bebida: 1.000 m<sup>3</sup> / día
- Estimación económica planta coagulación / filtración
  - Para todo uso: USD 1.000.000
  - Sólo para bebida: USD 400.000
- Estimación económica planta ósmosis inversa
  - Para todo uso: **(No viable)**
  - Sólo para bebida: USD 480.000
- Estimación económica del sistema de distribución cuando la alternativa de tratamiento de agua está destinada para bebida.

# Aplicación Modelo de Intervención

## Experiencia Lobos, Pcia. de Buenos Aires

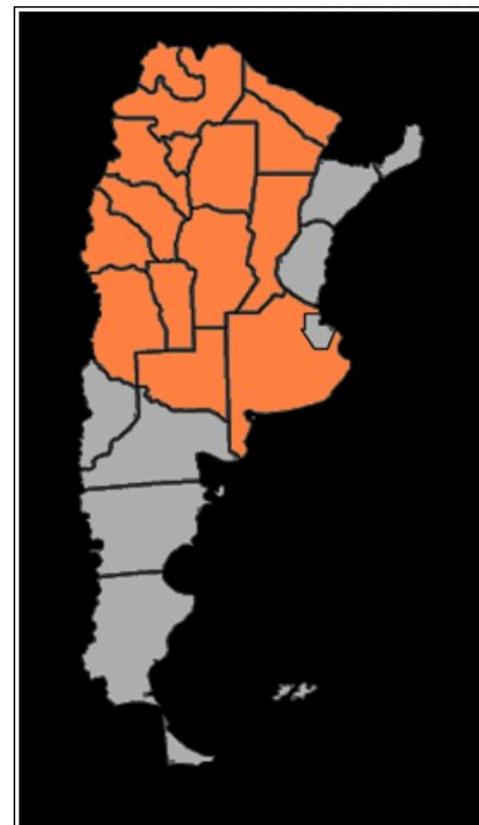
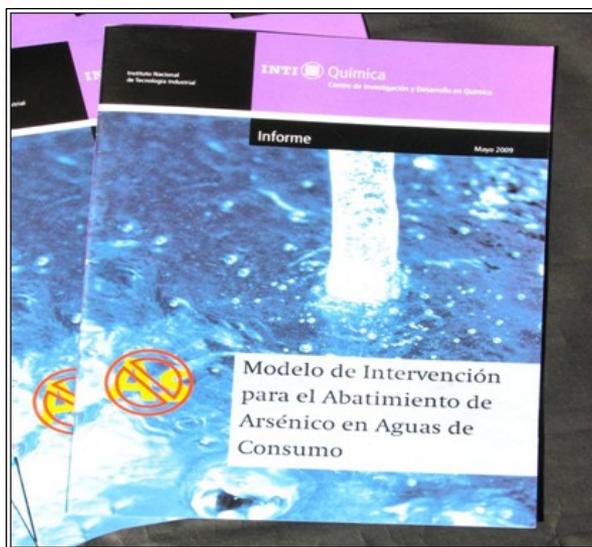
- Zona rural:



Diseño de dispositivo domiciliario  
para abatimiento de arsénico

- Capacidad a tratar: 40 litros
- Coagulante: Cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3$ )
- Dosis: 50 mg / l
- Nivel inicial de As: 0.1 mg/l (aproximado)
- Nivel final alcanzado: < 0.01 mg/l
- Tiempo total del ciclo: 1 hora  
aproximadamente

# A futuro.....



**Muchas gracias**