

Seminario

Saneamiento en el Desarrollo de la Infraestructura

Junio 2014

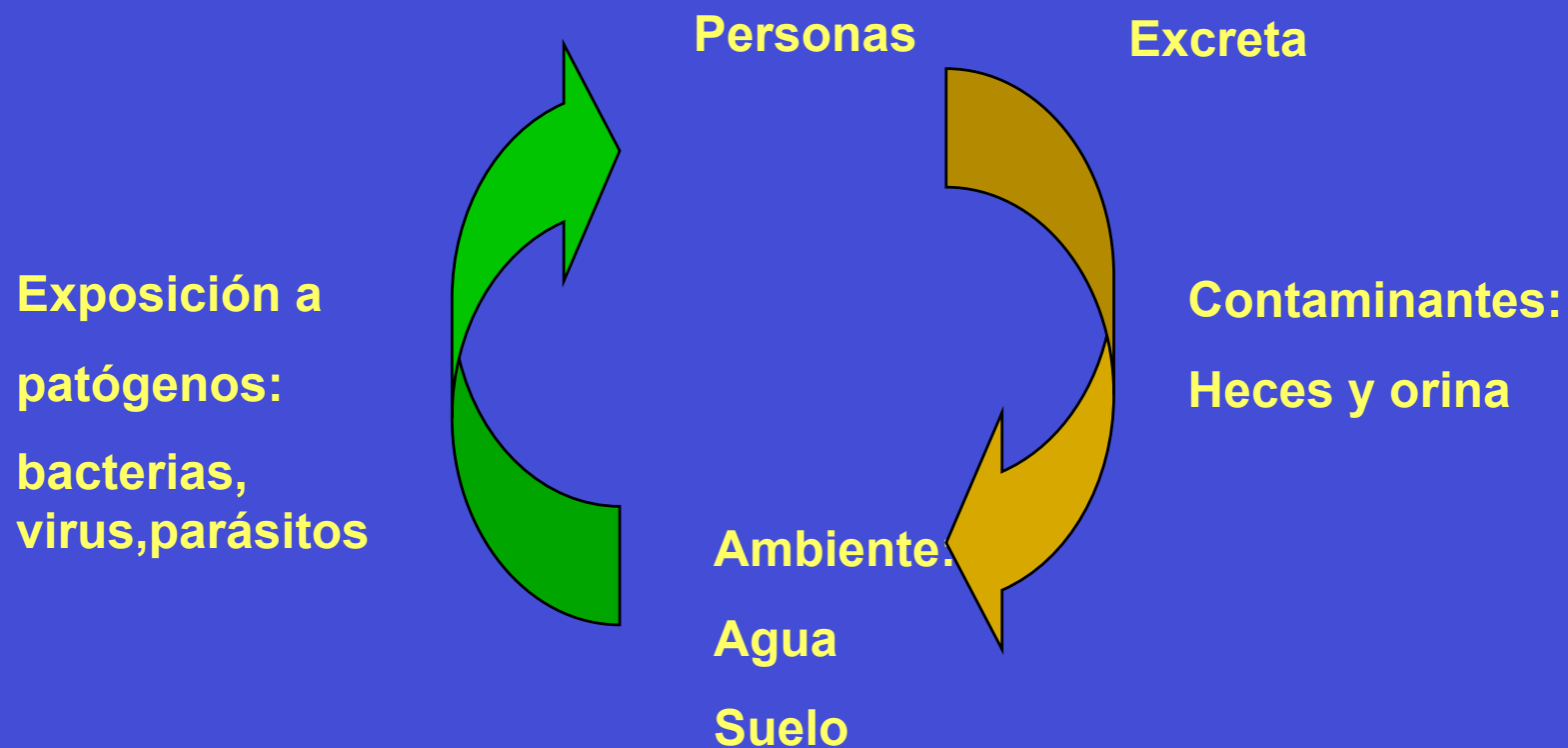
Sistemas de Agua y Saneamiento

Ing. Ana María Ingallinella

Agua y Saneamiento

Cuando hablamos de Agua y Saneamiento estamos hablando sobre cómo impedir la diseminación de enfermedades a través del agua.

Círculo de transmisión de enfermedades



Agua y Saneamiento

**Provisión
de agua
segura**

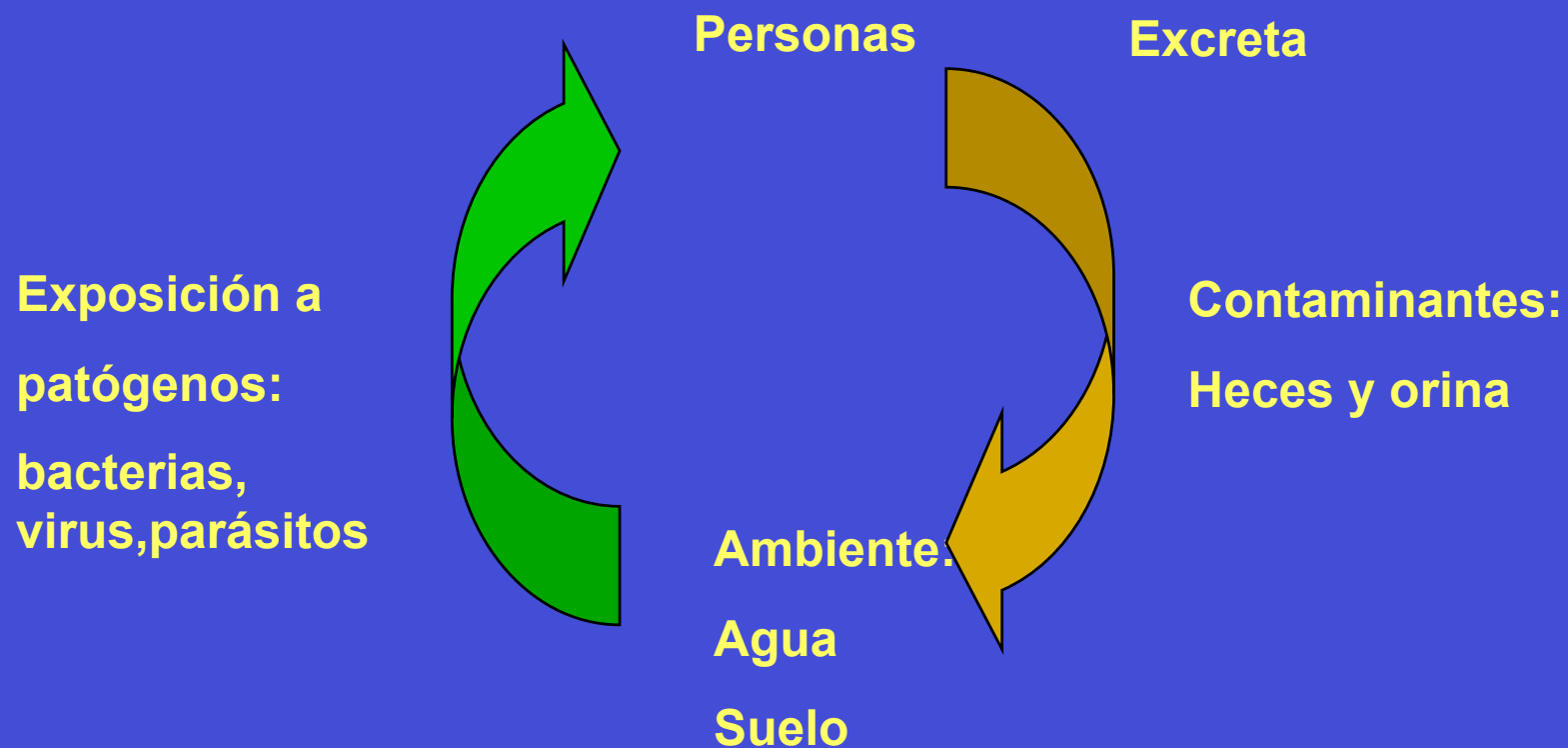


**Evacuación
segura de
excretas
humanas**



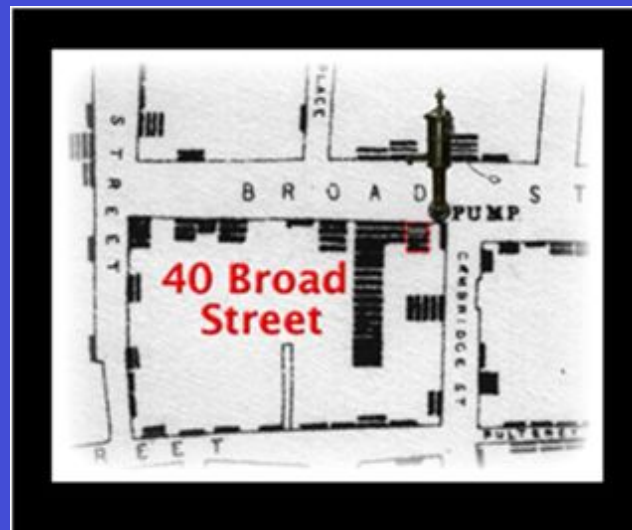
**Fuente – Tratamiento – *Distribución*
– Uso – *Recolección* – Tratamiento –
Cuerpo receptor (Fuente)**

Círculo de transmisión de enfermedades

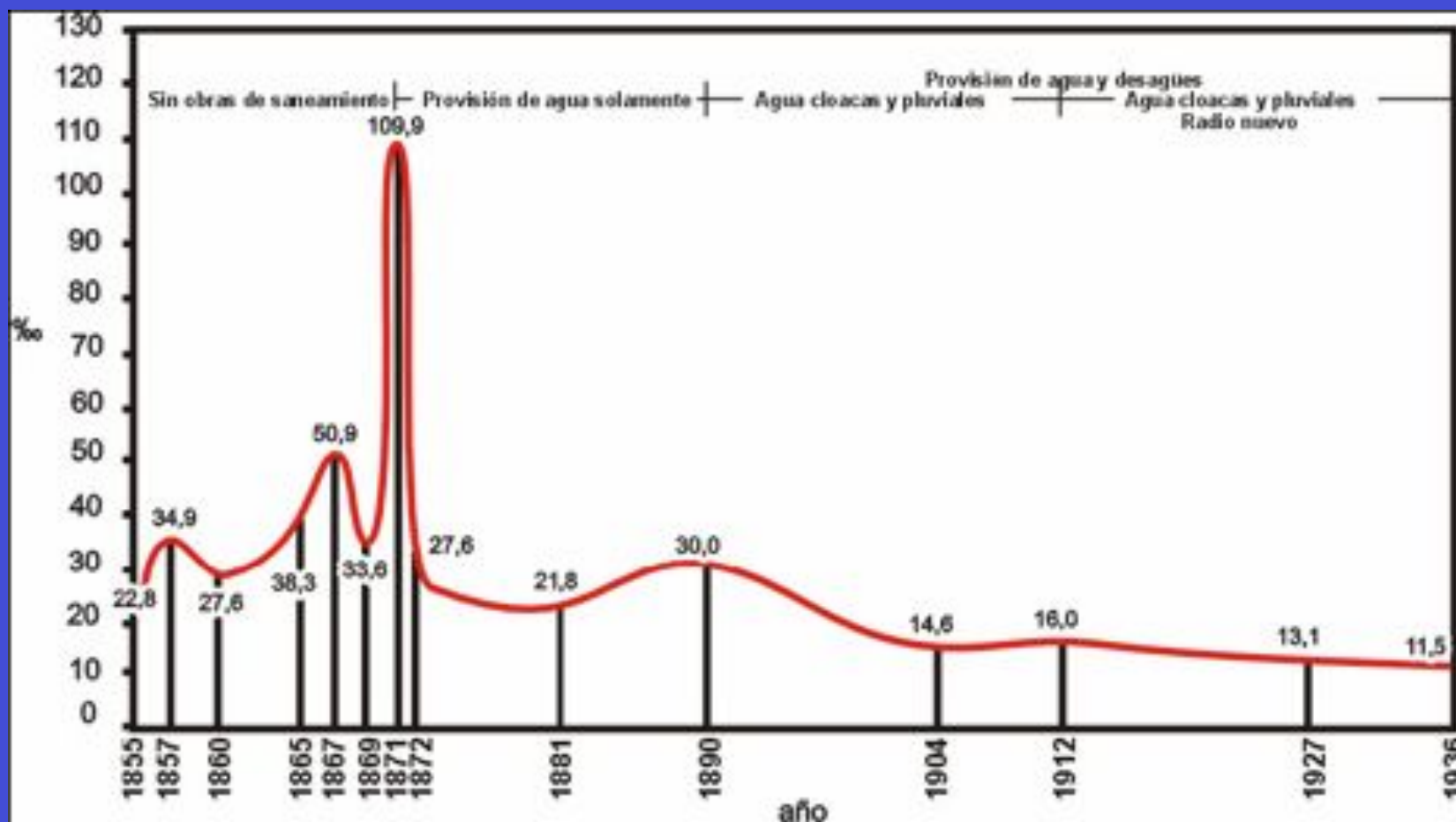


Agua y Saneamiento y Salud

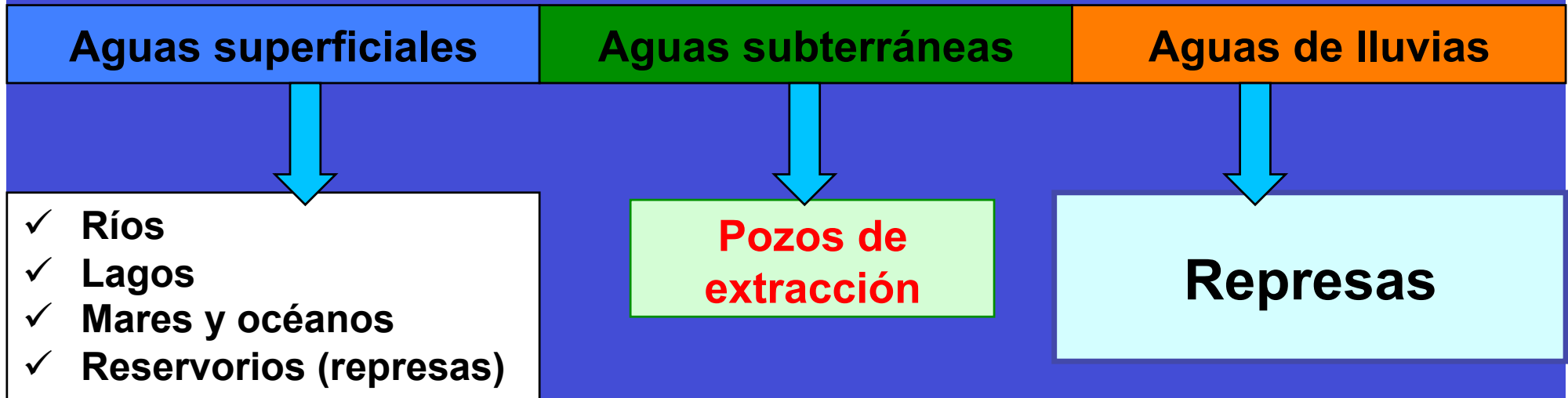
John Snow en 1854 fue el primero que relacionó casos de cólera en Londres con el consumo de agua contaminada con excretas humanas.



Evolución de la tasa de mortalidad por cada 100 habitantes luego de instalación de obras de agua y saneamiento en la ciudad de Buenos Aires



¿De dónde proviene el agua que usamos?

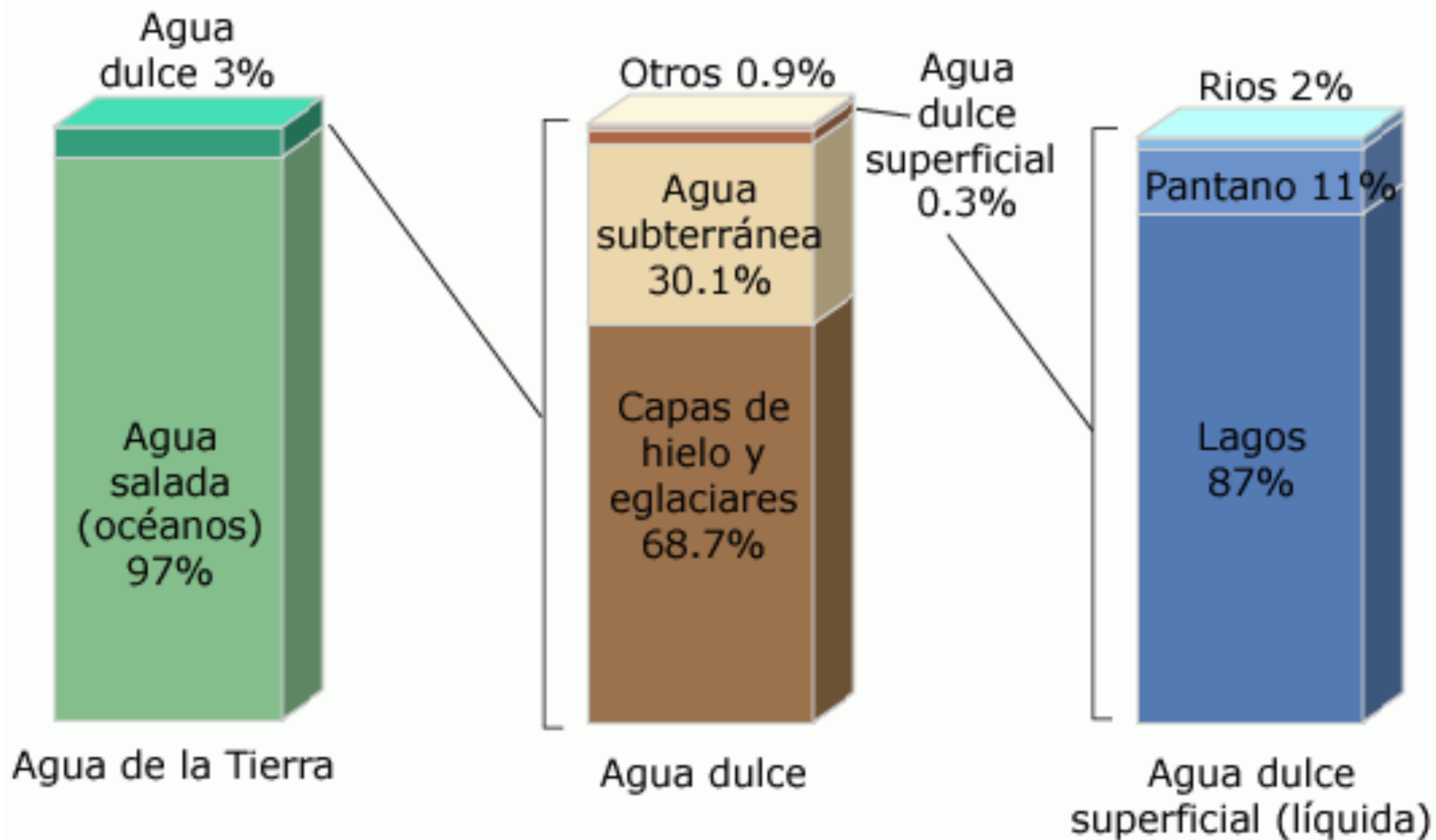


¿ Es escasa el agua ?



La tierra ha sido denominado el planeta azul porque su superficie es en un 70 % agua

Distribución global del agua



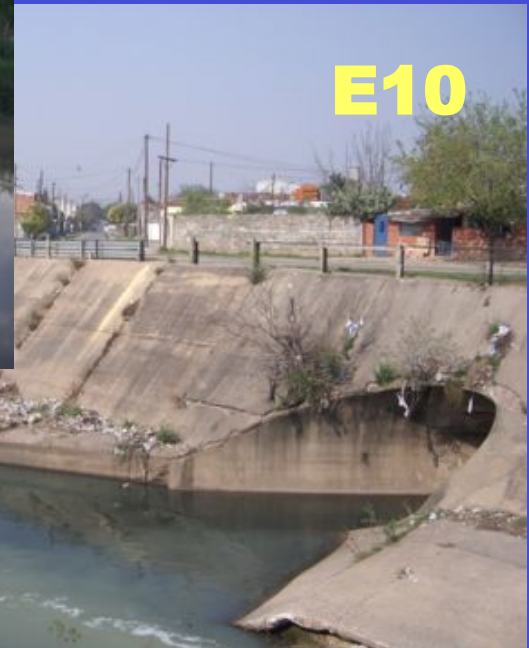
Contaminación de las aguas superficiales



Liquidos cloacales sin tratar



Desagues pluvio-cloacales



Camiones atmosféricos



Marinas



Agua de lastre

En 1991 fueron introducidas en el Río de la Plata larvas de los invasivos

Limnoperna fortunei, una especie de mejillones de agua dulce, originarios de China.

Ha colonizado las tomas de agua de las plantas siituadas sobre el Río Paraná obligando a complejizar el tratamiento de potabilización.



Descarga del lastre de un buque

Actividades agrícola-ganaderas

Feed lots

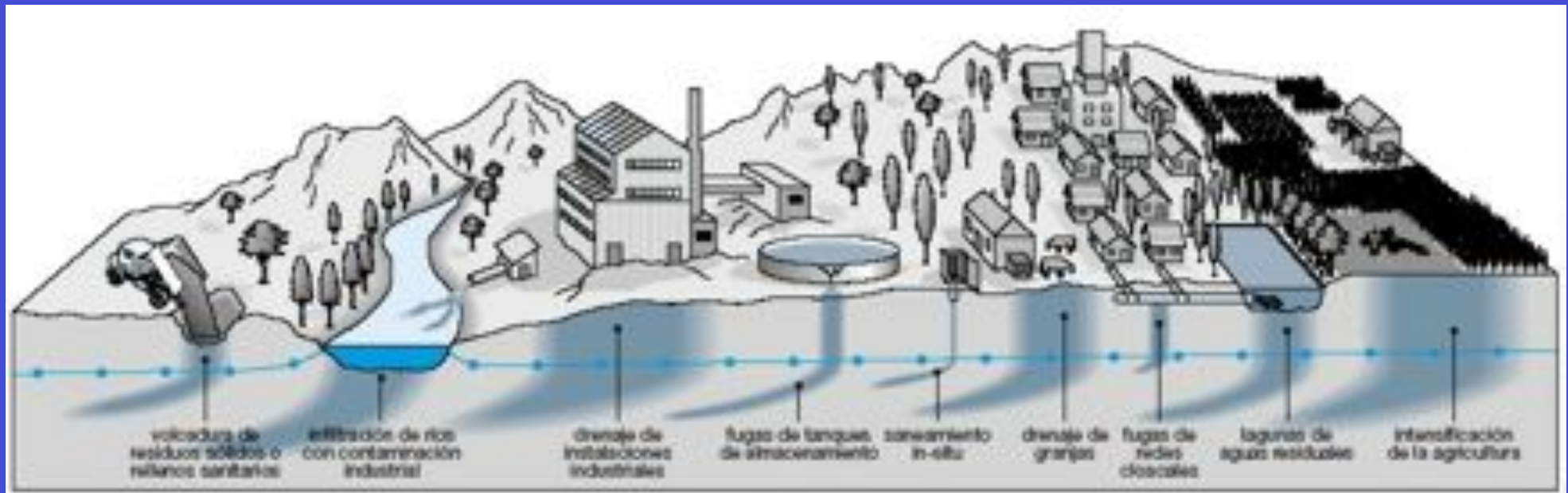
Criadero de cerdos

Criadero de pollos

Aplicación de agroquímicos en Cultivos



FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA



Pérdidas en tanques de combustibles



Pérdidas en conductos cloacales de



Principales aportes

Materia orgánica

Sustancias tóxicas

Nutrientes : nitrógeno y fósforo

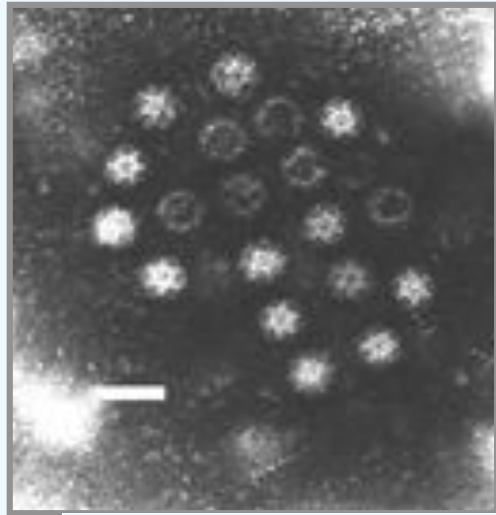
Microorganismos patógenos

Bacterias

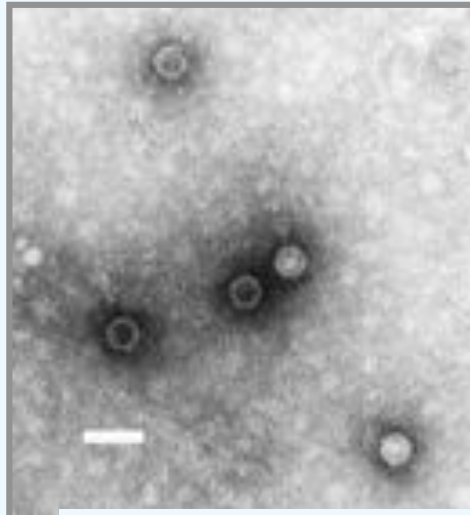


VIBRIÓN DELCÓLERA
(1,4 – 2,6 μm)

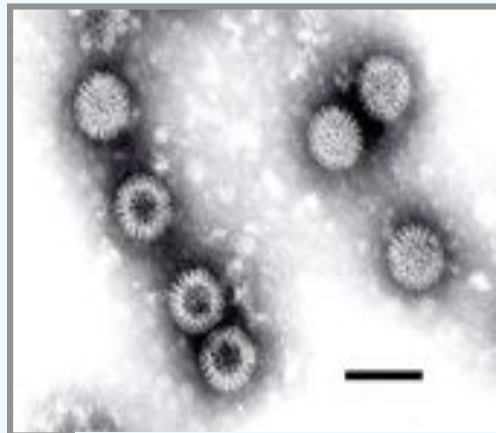
Virus



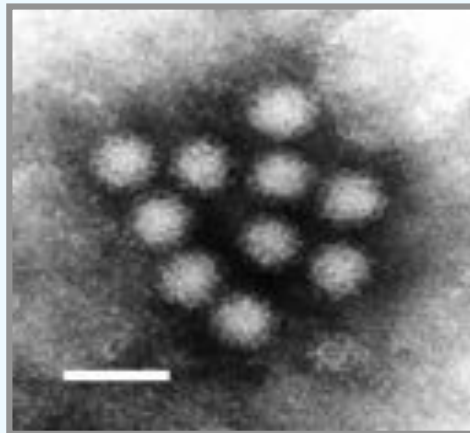
CALICIVIRUS



POLIOVIRUS



ROTAVIRUS



NORWALK

50 nm

0,000001mm

Parásitos

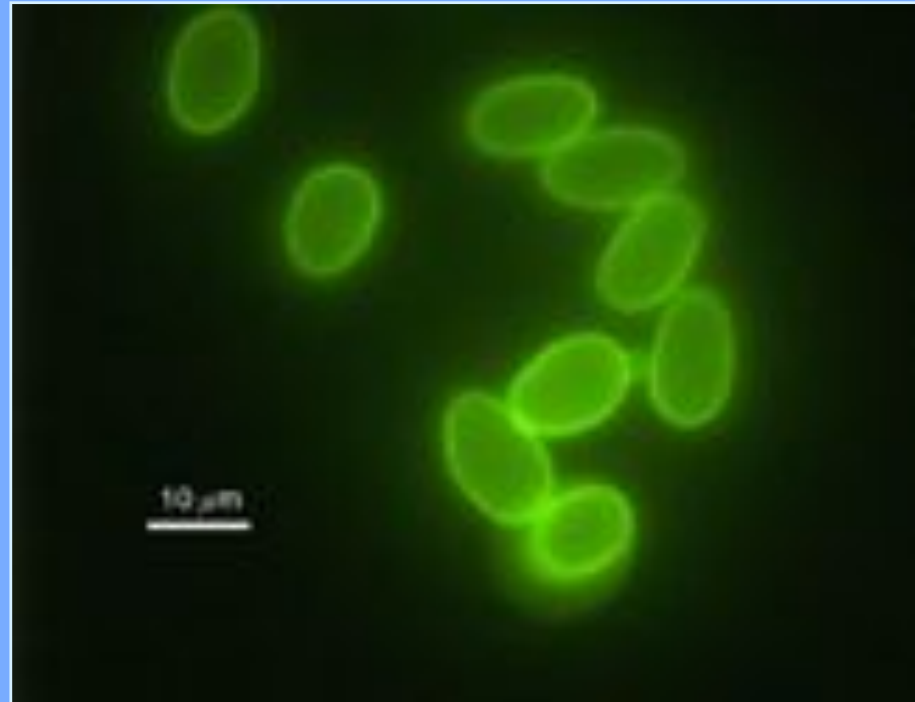


ENTAMOEBA HISTOLYTICA (10 - 40 μm)

GIARDIA LAMBIA



TOFOZOITO



QUISTE

Enfermedades de origen hídrico

Microorganismos	Enfermedad
Bacterias	Trastornos gastrointestinales
Virus	Poliomelitis, Hepatitis A
Parásitos	Giardiasis , Amebiasis

Qué significa provisión de agua segura?

Agua cuya calidad no afecte a la salud en cantidad suficiente para abastecer las necesidades básicas

Cuál de estas aguas es apta
para consumo humano?



Normas de Agua Potable Pcia. de Santa Fe

- ❑ Parámetros organolépticos
- ❑ Parámetros físico-químicos
- ❑ Sustancias tóxicas inorgánicas
- ❑ Sustancias tóxicas orgánicas y pesticidas
- ❑ Parámetros microbiológicos.

Ejemplos

- ❑ **Parámetro organoléptico : turbiedad, color**
- ❑ **Parámetros físico-químicos :cloruros, sodio, dureza (sales)**
- ❑ **Sustancias tóxicas inorgánicas: arsénico, fluoruros, cadmio, cromo**
- ❑ **Sustancias orgánicas tóxicas : hidrocarburos, pesticidas**
- ❑ **Parámetros microbiológicos: bacterias indicadoras de contaminación fecal**

Ejemplos

- ❑ **Turbiedad : 1 UNT**
- ❑ **Bacterias indicadoras: no debe contener**

Indicadores de contaminación fecal

BACTERIAS

**BACTERIAS
INTESTINALES**

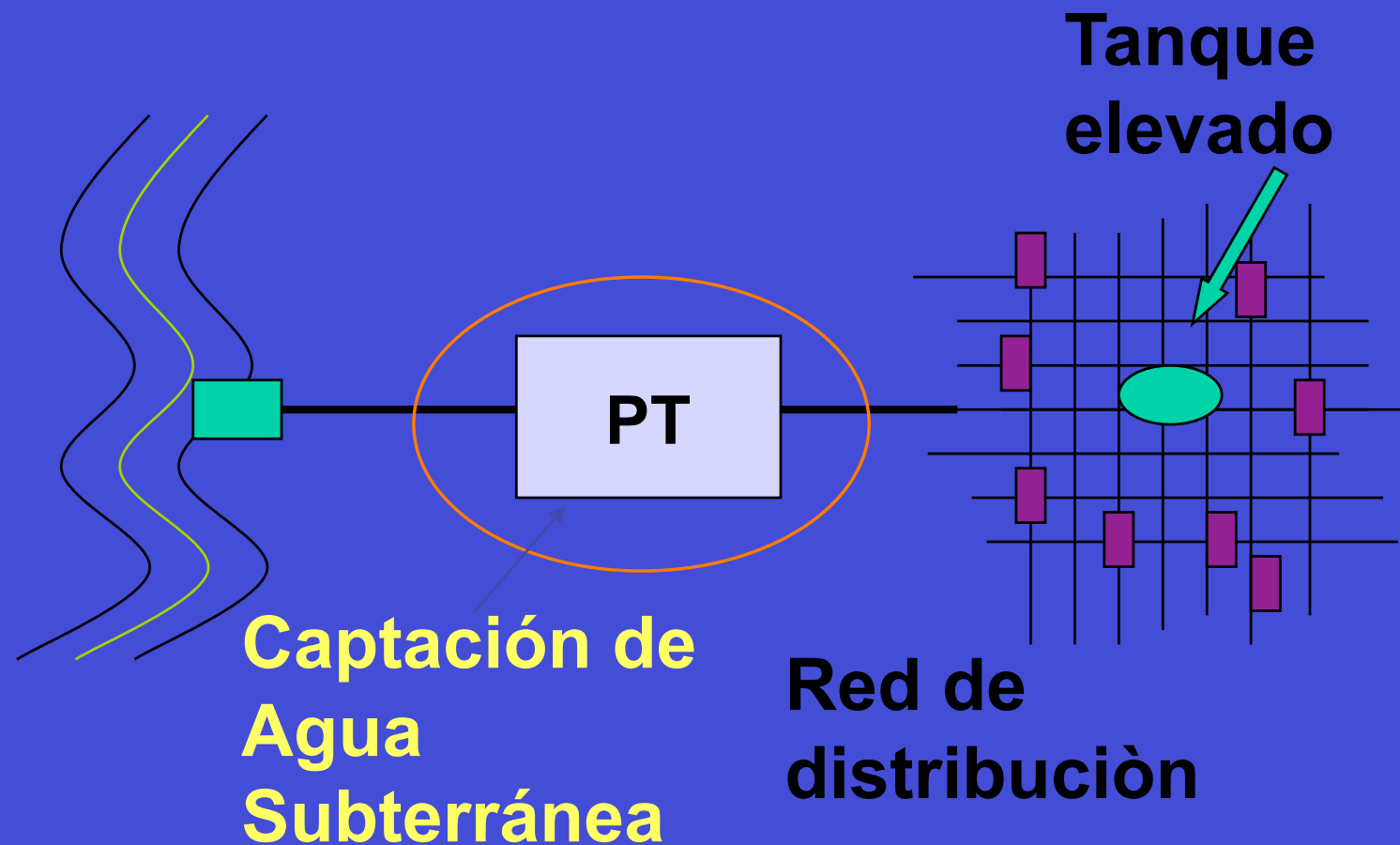
**BACTERIAS
PATÓGENAS**

**COLIFORMES GRUPO
FECALES COLIFORME**

Cuál de estas aguas es apta
para consumo humano?



Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable



Fuentes de agua

- Subterráneas
- Superficiales



Calidad de las aguas superficiales

**Color , Turbiedad,Bacterias,
Virus ,Parásitos**

Fuentes de agua superficial



Canal de riego



Canal de riego



Fuentes de agua-Lago



Toma y planta Acueducto Centro



Toma de agua en un río



TOMA DE AGUA EN UNA REPRESA



Obra de toma –Planta Rosario



TRATAMIENTO PARA AGUAS SUPERFICIALES

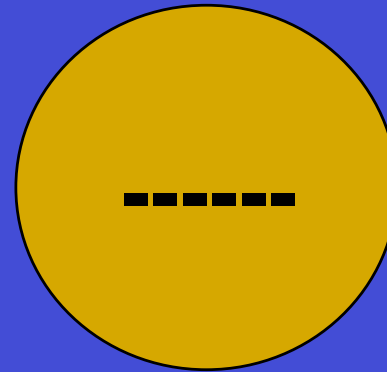
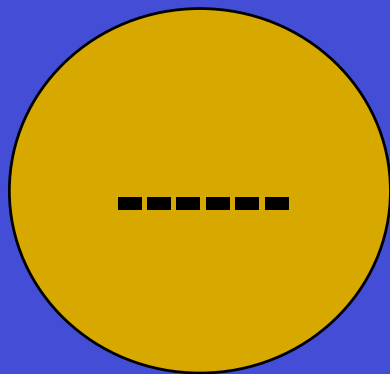
Qué tenemos que eliminar en las aguas superficiales?

- ❑ **Sólidos en suspensión de distintos tamaños**
- ❑ **Color: sustancias húmicas**
- ❑ **Microorganismos: diversos tipos**
- ❑ **Algas**

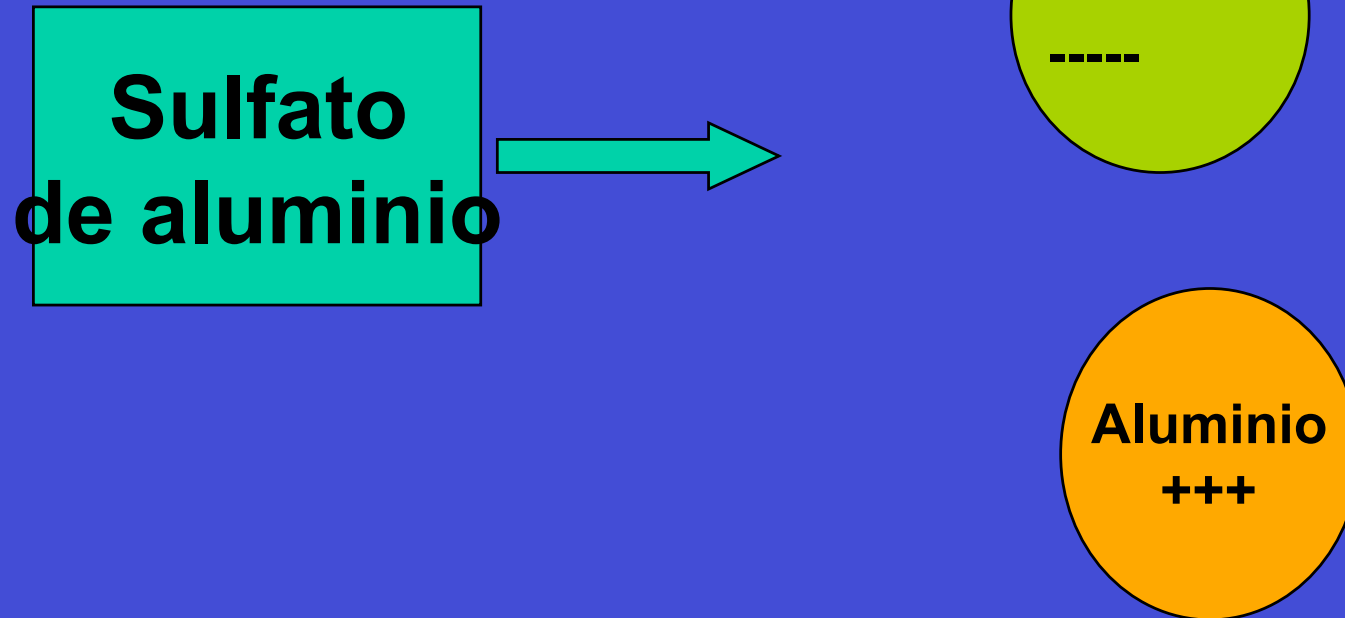
Procesos que comprenden

- ❑ **Remoción de partículas por sedimentación y filtración**
- ❑ **Desinfección**

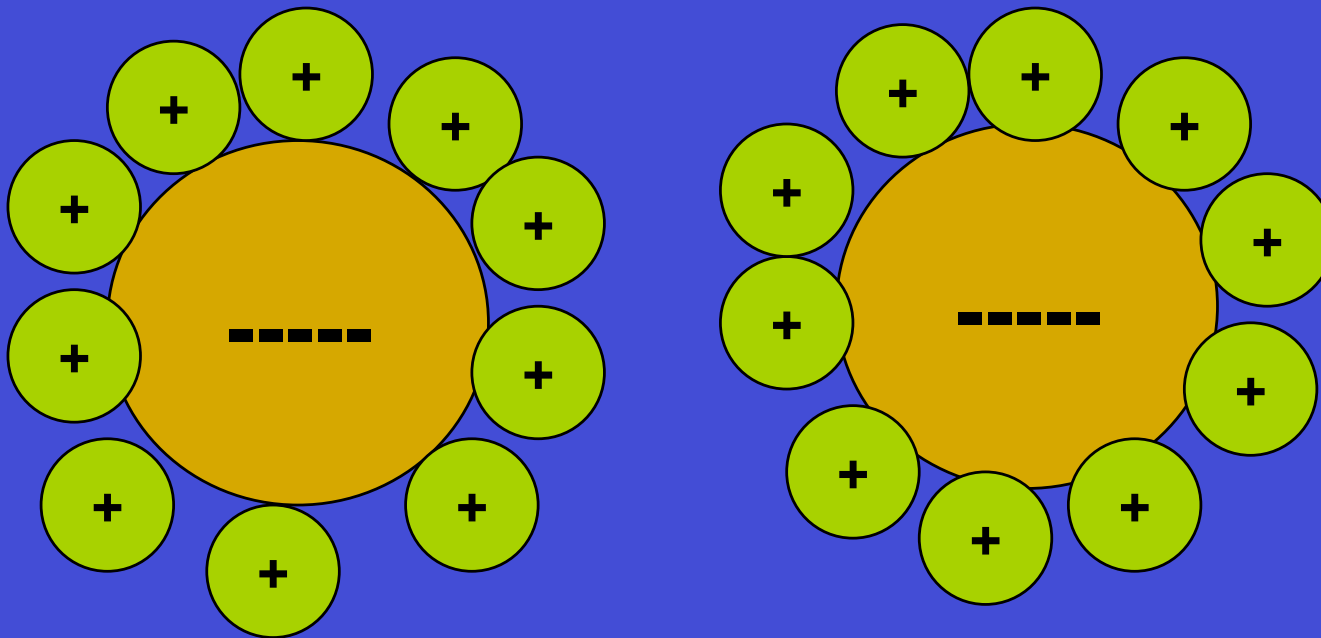
Por qué no sedimentan las
partículas coloidales ?



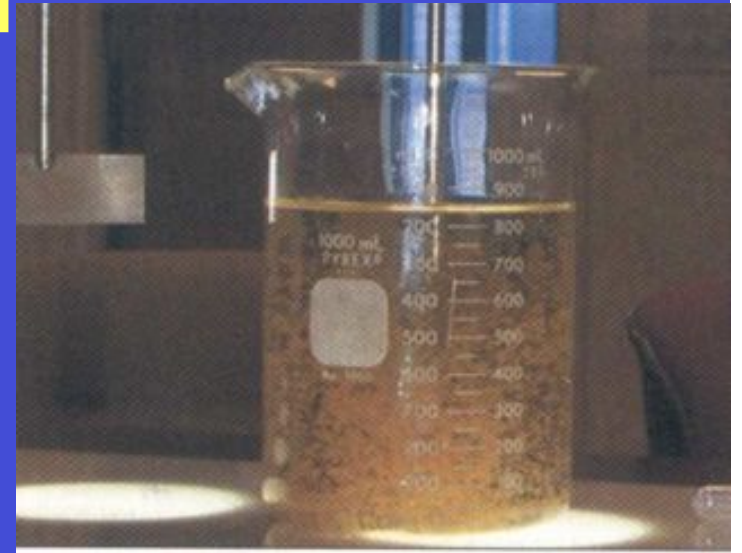
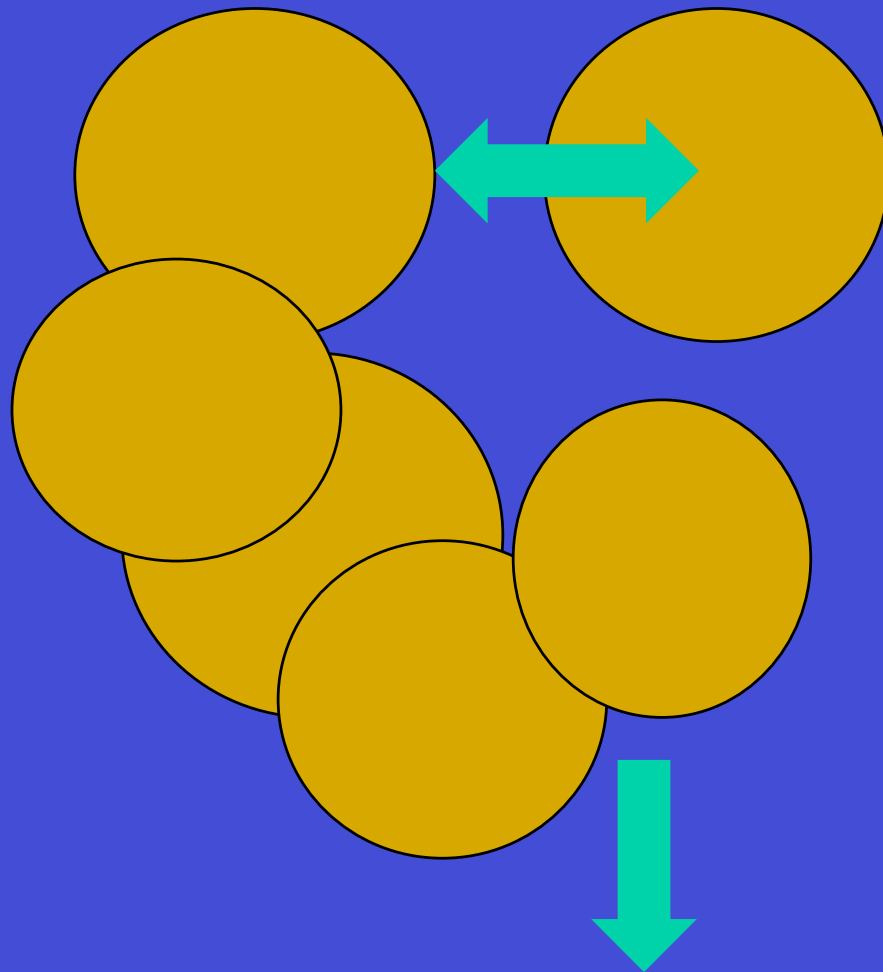
Qué ocurre cuando se agrega sulfato de aluminio?



Los iones positivos anulan las
cargas negativas de las
partículas de arcilla

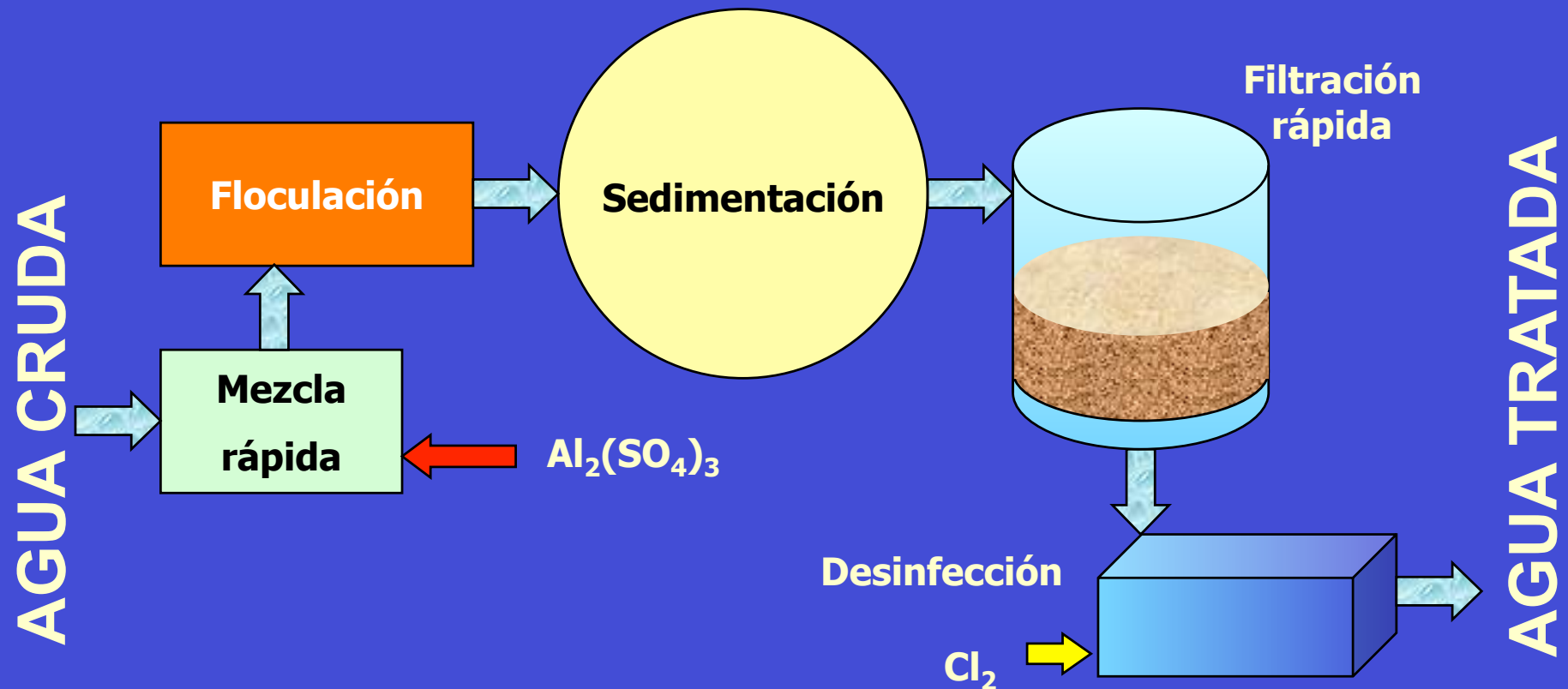


La partículas sin carga se
pueden unir

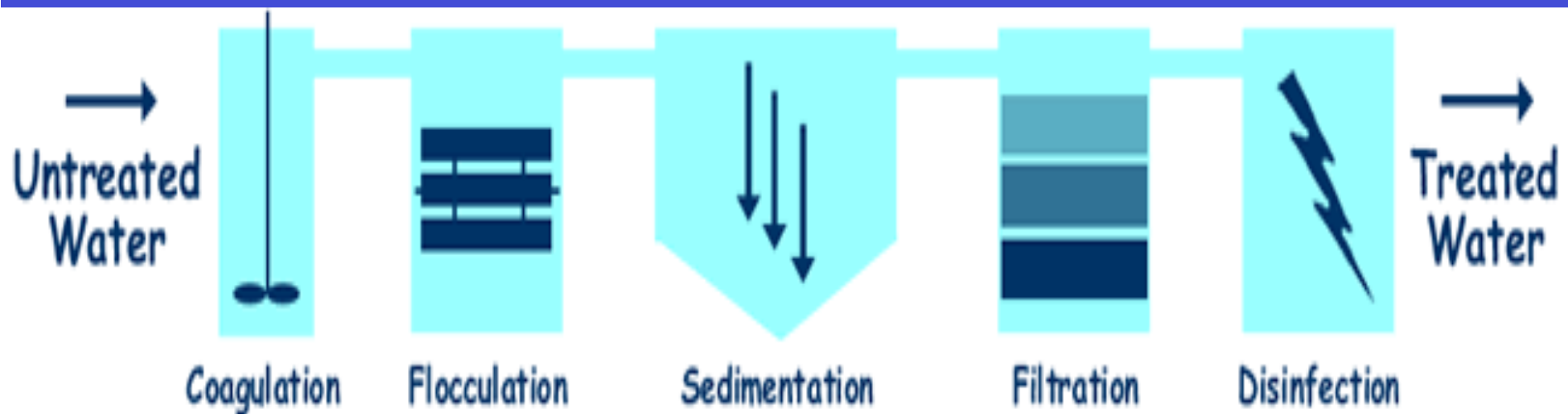


Flocs

Planta convencional para tratar aguas superficiales



Esquema de una planta de potabilización



Desarenadores



Desarenadores



Sedimentadores



Planta de Potabilizacion Belgrano Bernal, Buenos Aires



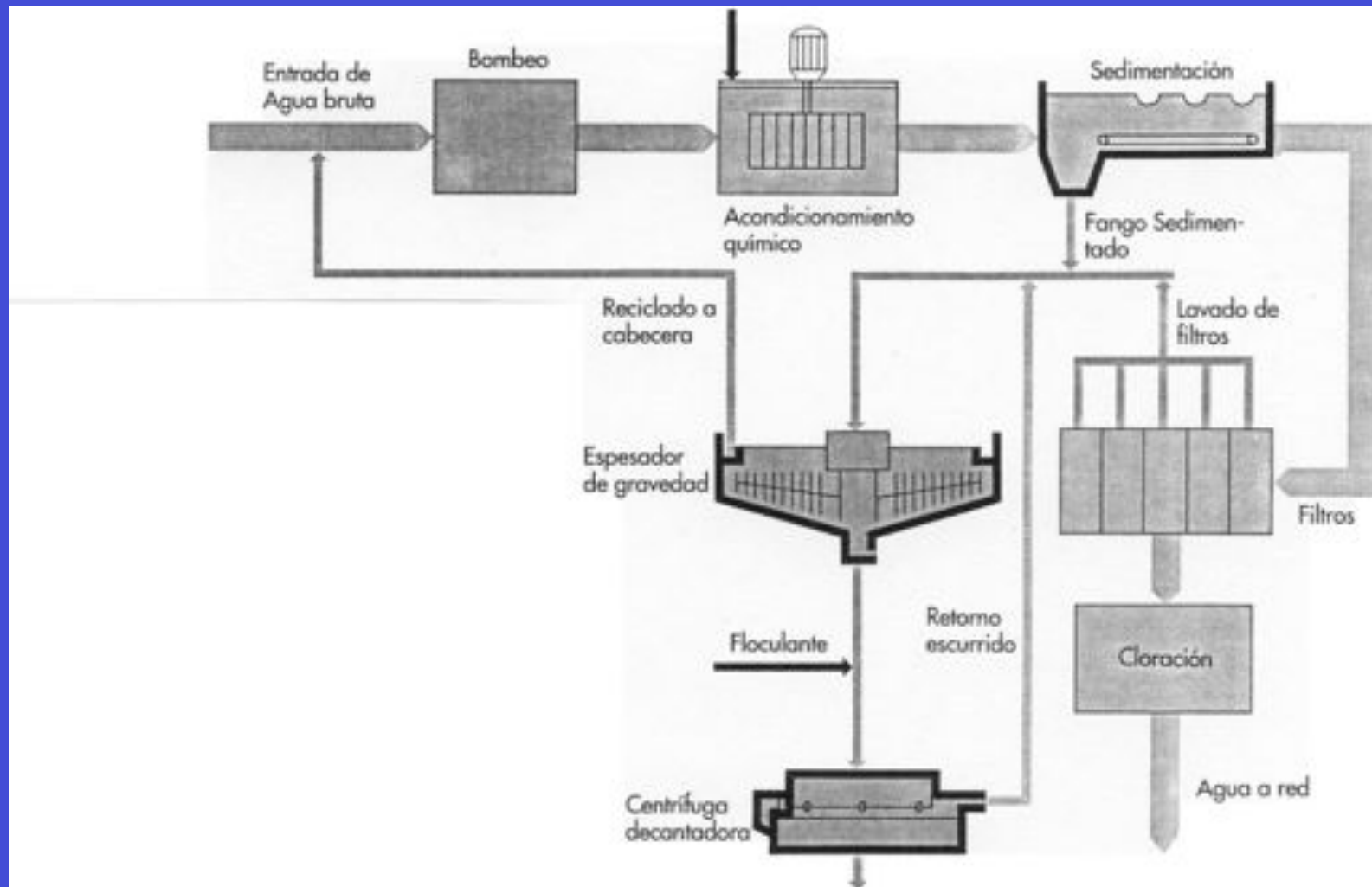
Planta compacta



Planta compacta



Tratamiento de barros generado



Cómo protegemos las fuentes de agua superficial?

- ❑ **Estudiando muy bien el sitio de ubicación de las tomas.**
- ❑ **Estableciendo zonas de protección donde se prohíbe la instalación de fuentes de contaminación.**
- ❑ **Estableciendo un programa de vigilancia de la calidad del agua de la fuente**

Calidad de Aguas Subterráneas

En general tienen buena calidad microbiológica

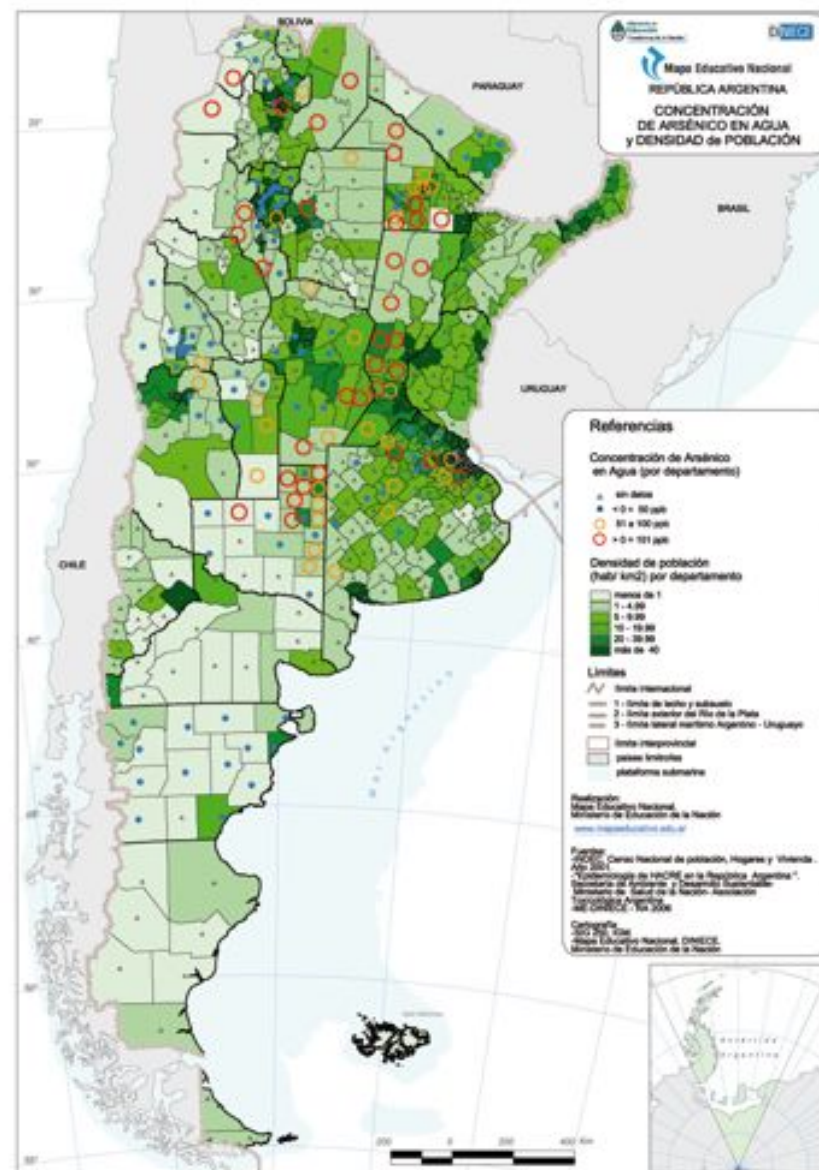
Sales que no afectan la salud , cloruros sulfatos, hierro y manganeso .

Sales tóxicas:arsénico, nitratos, fluoruros

Porqué hay que eliminarlos?

- ❑ **Arsénico: HACRE , Cáncer en organos internos**
- ❑ **Fluoruros: manchado de dientes, osteopetrosis**
- ❑ **Nitratos: metahemoglobinemia**
- ❑ **Hierro y Manganeso: problemas organolépticos.**
- ❑ **Sales: incrustaciones, sabores , hipertensión**

El arsénico en el país



Arsénico 60 a 200 $\mu\text{g/l}$
Flúor : 1,5 a 2,2 mg/l



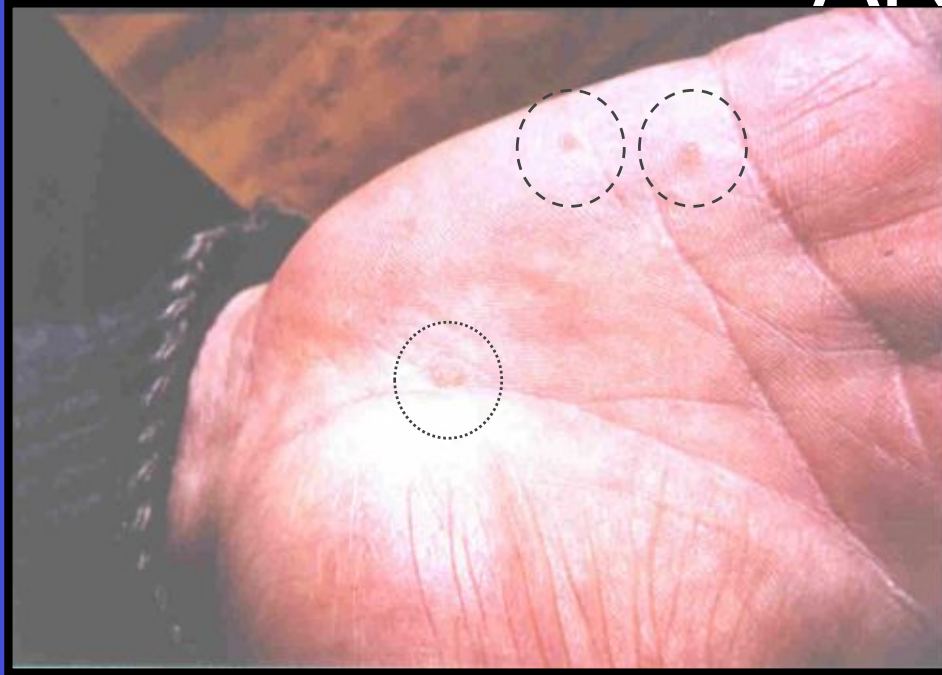
Problemas sanitarios originados por la presencia de flúor en aguas de bebida

❑ **Fluorosis dental**



❑ **Fluorosis esquelética**

PROBLEMAS OCASIONADOS POR LA PRESENCIA DE ARSENICO



Hiperqueratosis punteada palmar

**Enfermedad de Bowen
(confirmado por biopsia)**



Problemas ocasionados por la presencia de Fe y Mn en el agua para consumo

Afecta color y sabor agua

Mancha la ropa y los sanitarios

Reducción capacidad cañerías

Favorece biocorrosión en pozos

**CONSUME CLORO
DESPROTECCIÓN
SANITARIA!!!**



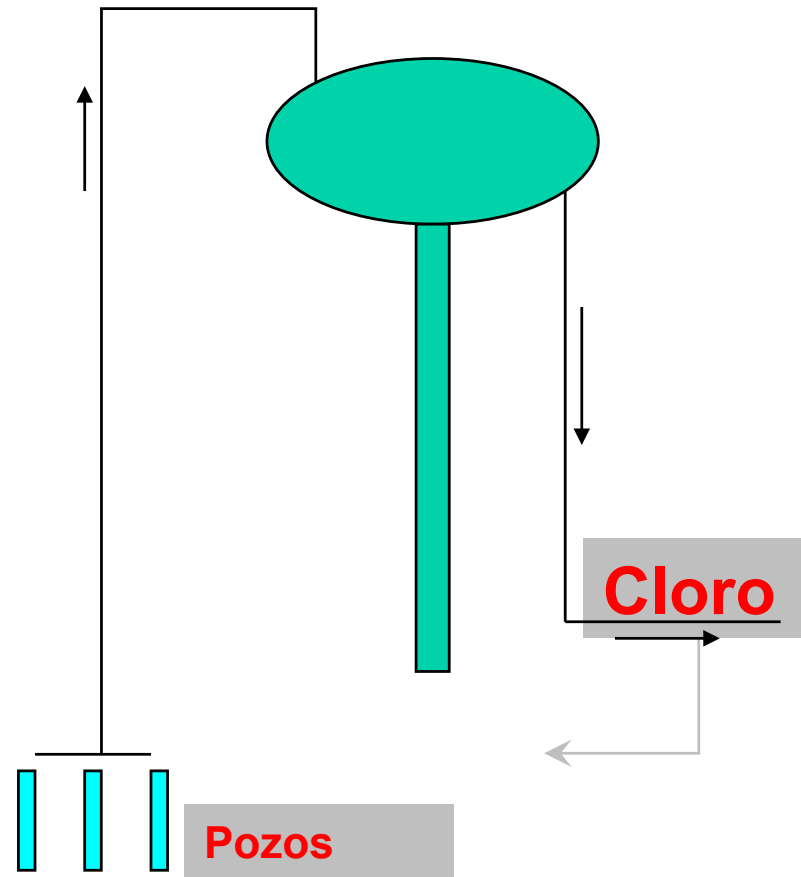
Zonas con hierro y manganeso



Que problemas ocasionan los nitratos?

- ❑ **Metahemoglobinemia: altera la capacidad de la hemoglobina para transportar oxígeno**
- ❑ **Más peligrosa en lactantes y embarazadas**

Aguas subterráneas



Tecnologías para tratar aguas subterráneas

Se basan en los siguientes procesos:

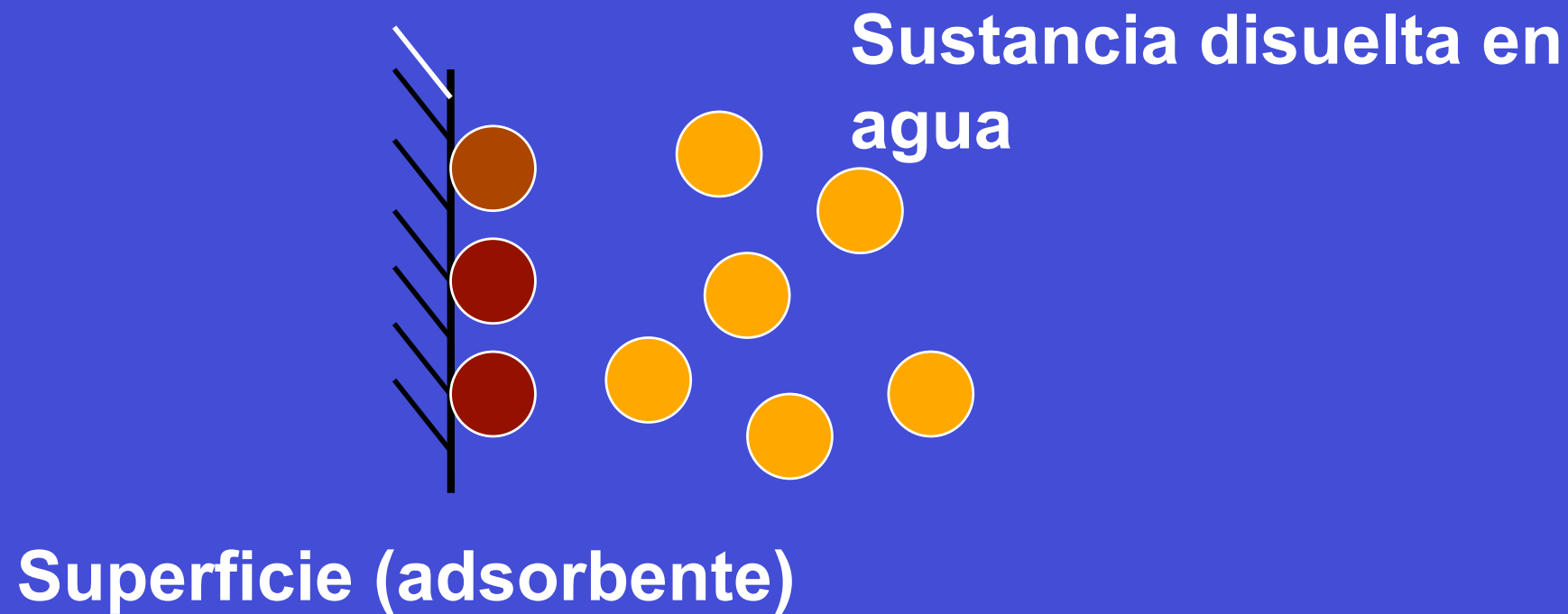
- **Adsorción**
- **Separación en membranas**
- **Precipitación química**
- **Procesos biológicos**

Tecnologías para tratar aguas subterráneas

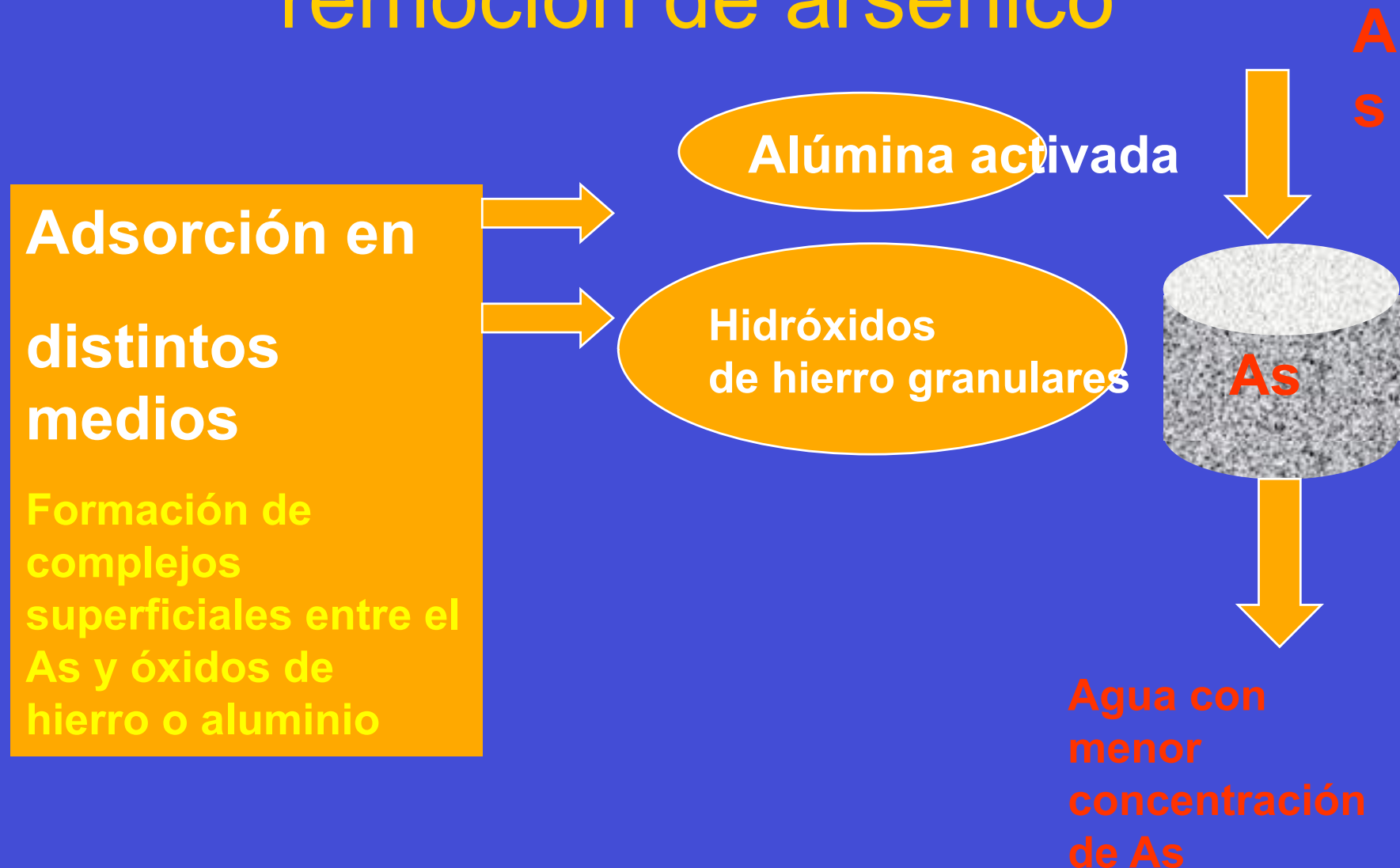
Se basan en los siguientes procesos:

- **Adsorción**
- **Separación en membranas**
- **Precipitación química**
- **Procesos biológicos**

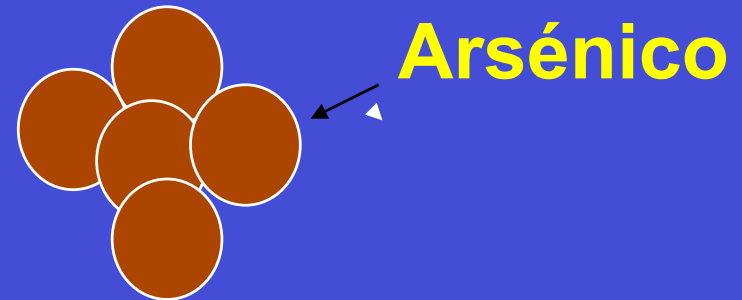
Adsorción (no absorción)



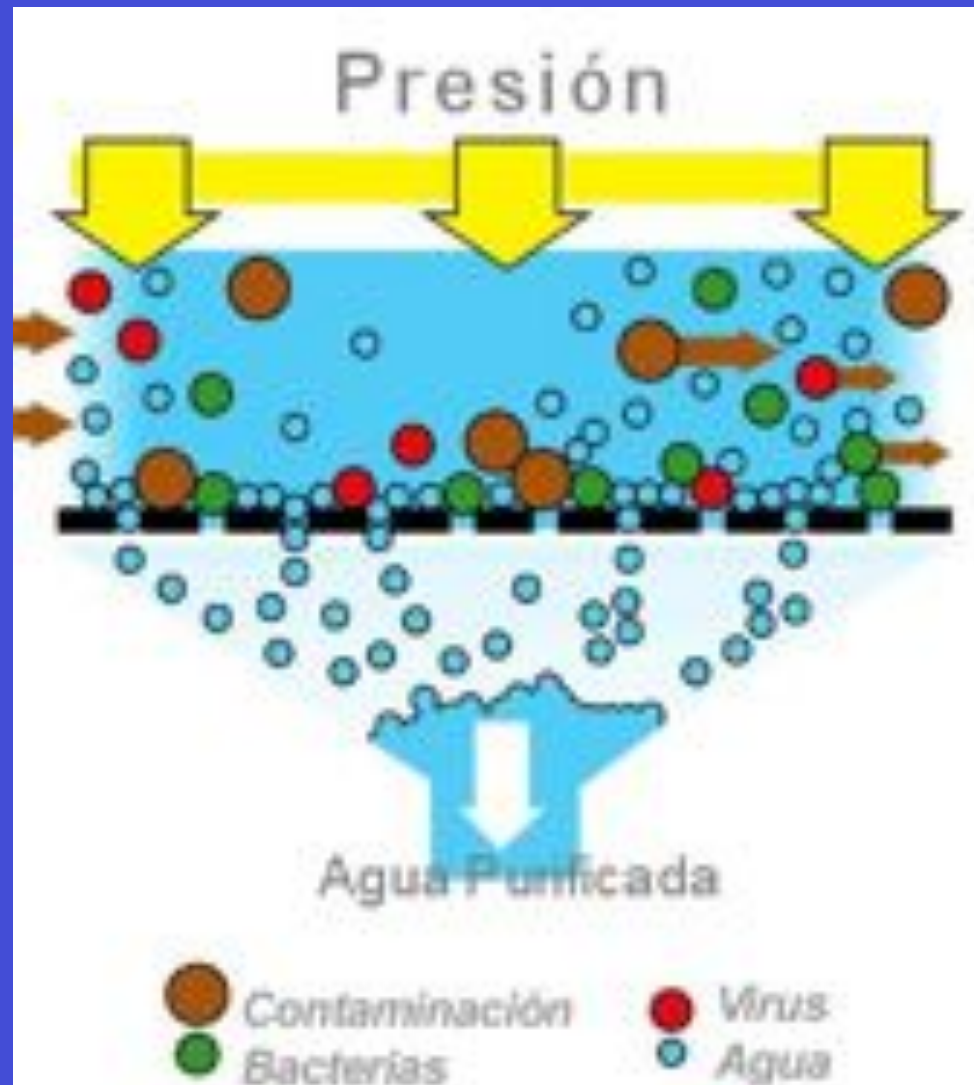
Procesos de adsorción para remoción de arsénico



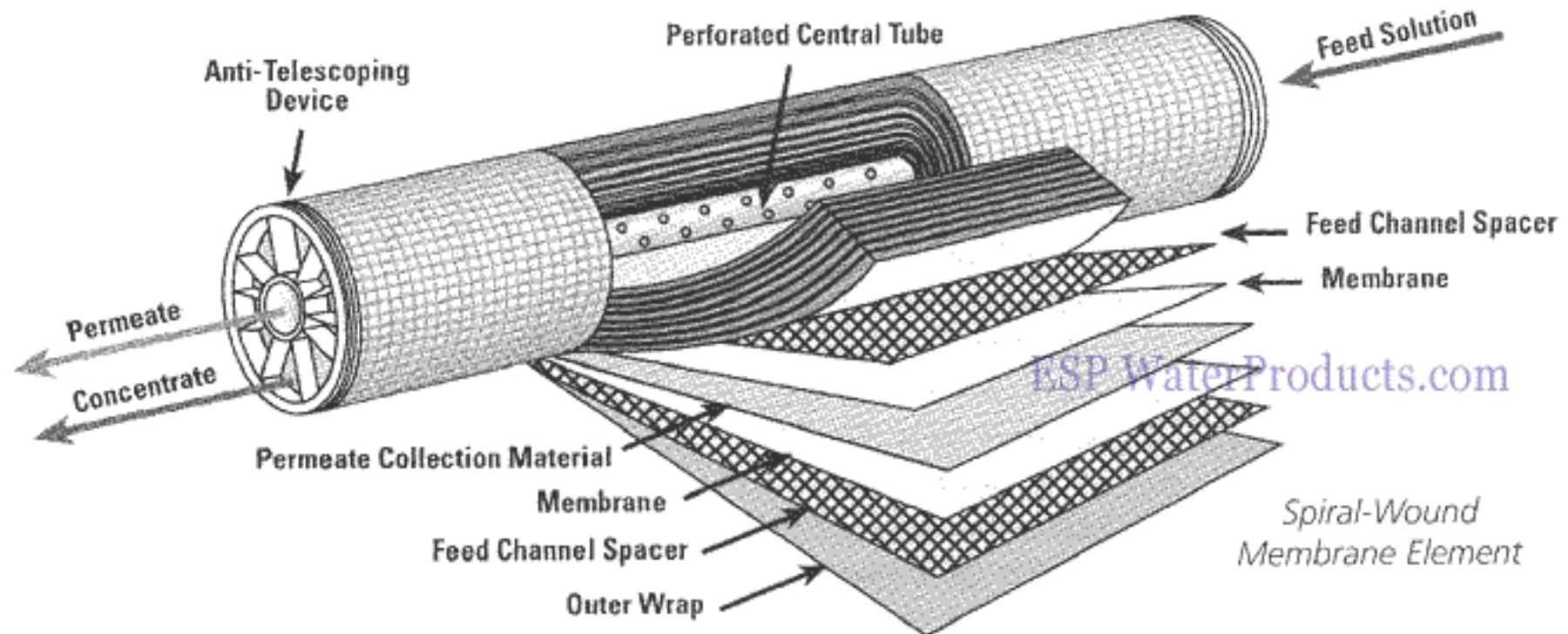
Hidróxido de hierro granular



OSMOSIS INVERSA



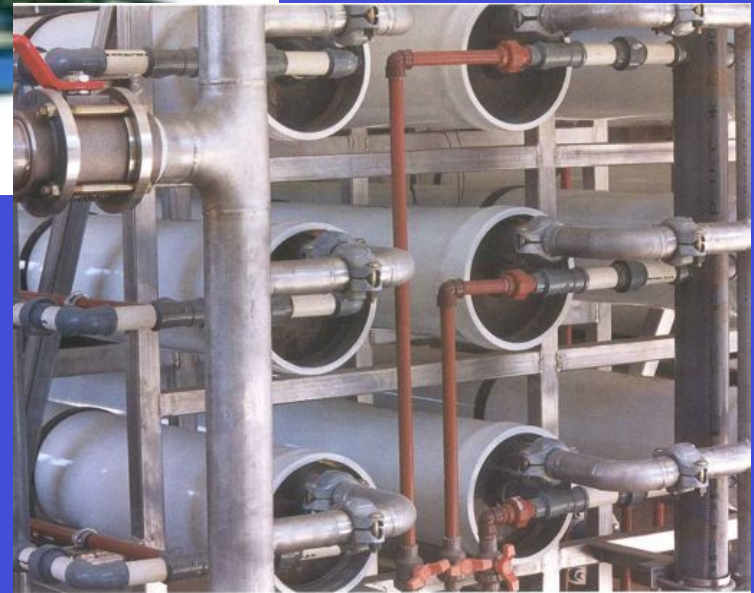
Osmosis Inversa



Planta de osmosis inversa

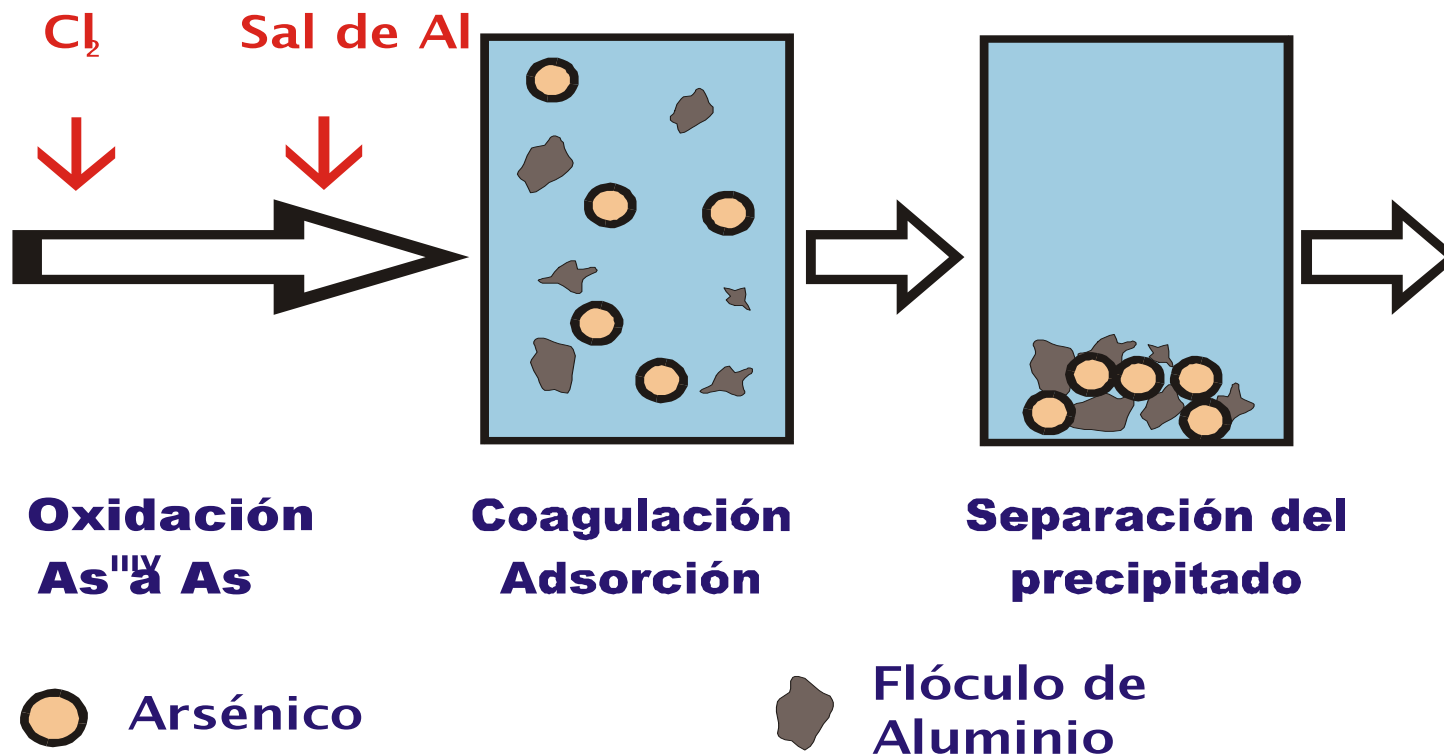


Ósmosis inversa

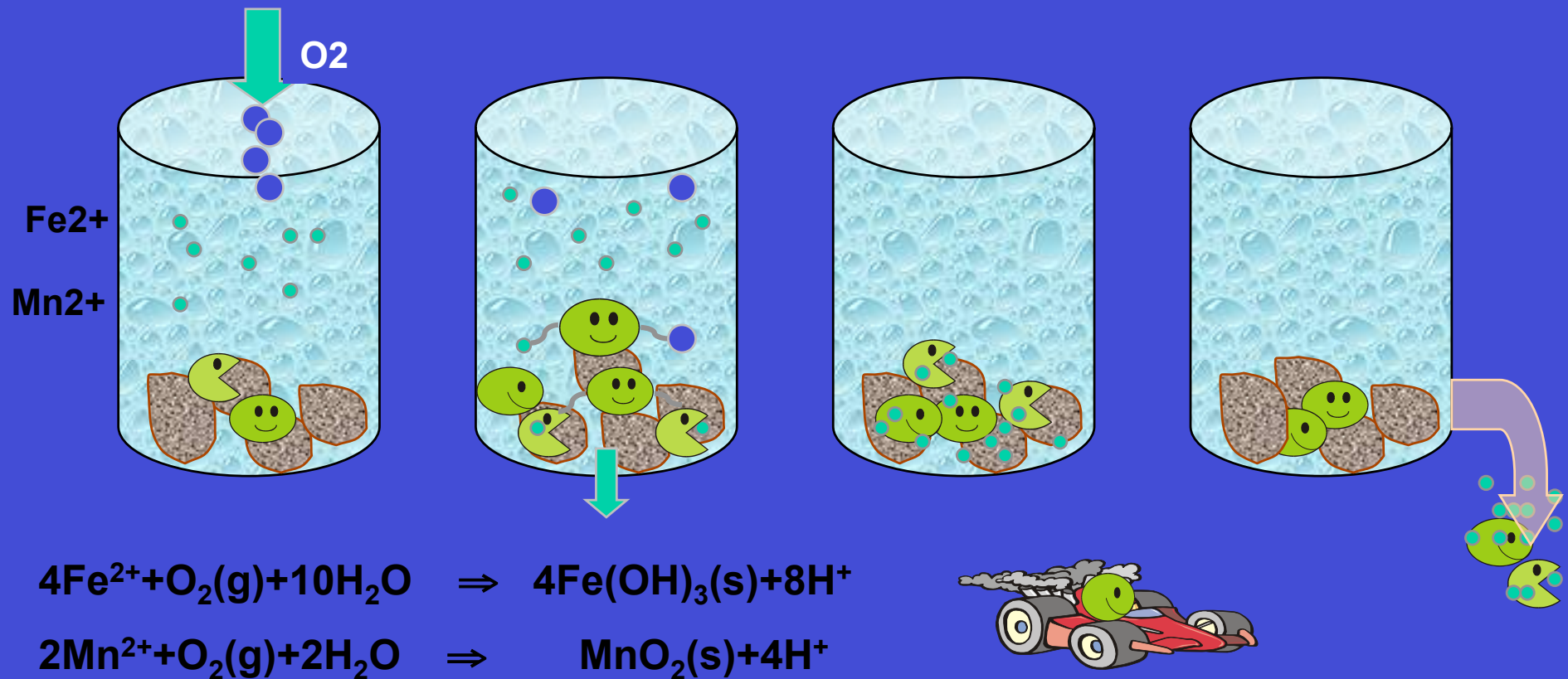


Coagulación – Adsorción

Eliminación de Arsénico por coagulación-adsorción



Remoción Biológica Fe y Mn



Remoción Biológica de Fe y Mn

VENTAJAS

- ❑ **No se necesitan reactivos químicos**
- ❑ **Costo operativo bajo**
- ❑ **Fácil de operar.**

Plantas instaladas (Arcis-UNR)

Localidad	Habitantes	Estado
Villa Cañas	10.000	En ampliación
López	1.000	En operación
Santa Isabel	4.600	Problemas de operación
Aldao	500	No comenzó a funcionar
Lezama	5.000	Bueno
Oriente	1.800	Bueno
Puan	15.000	No comenzó a funcionar
Viborata	500	No comenzó a funcionar
Carhue	10.000	No comenzó a funcionar
Coronel Moldes	8.000	En construcción

Plantas instaladas con BioCIS-UNR

Localidad	Población (habitantes)	Estado
Oro Verde (Entre Ríos)	1000	En operación
Florencia (Santa Fe)	5000	En operación
Libertador (Corrientes)	500	En operación
Penitenciaría (Corrientes)	1000	En operación
Las Toscas (Santa Fe)	10000	En operación
Villa Ocampo (Santa Fe)	5000	En operación
Avellaneda (Santa Fe)	5000	En construcción
Villa Ana (Santa Fe) acueducto para 9 poblaciones	10000	En construcción

Cómo protegemos las captaciones
de agua subterráneas?

Perímetros de Protección de Pozo (PPP)

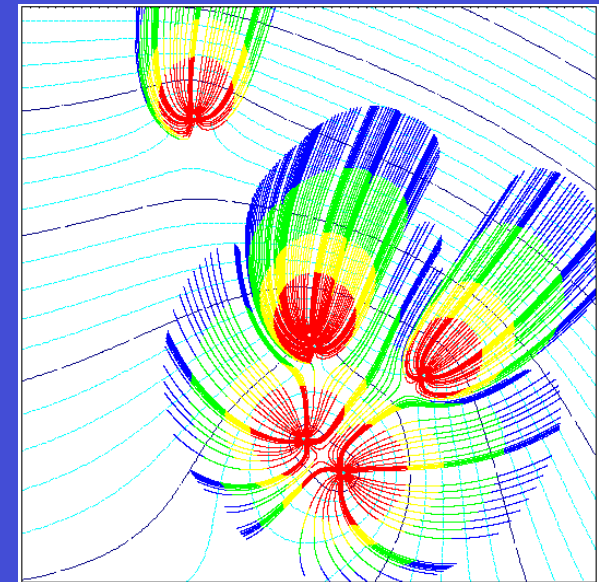
Son áreas definidas alrededor de una fuente de abastecimiento sea pública o privada

en donde se presta especial vigilancia a las actividades que pueden constituir una amenaza o peligro de contaminación de fuentes de agua.



Objetivos de los PPP

- ❑ **Delimitar zonas que den un tiempo para intervenir con medidas de prevención y/o remediación.**
- ❑ **Delimitar zonas en la cual el contaminante se atenúe antes del pozo.**
- ❑ **Ordenar el uso territorial en las cercanías de las obras de captación para su protección.**



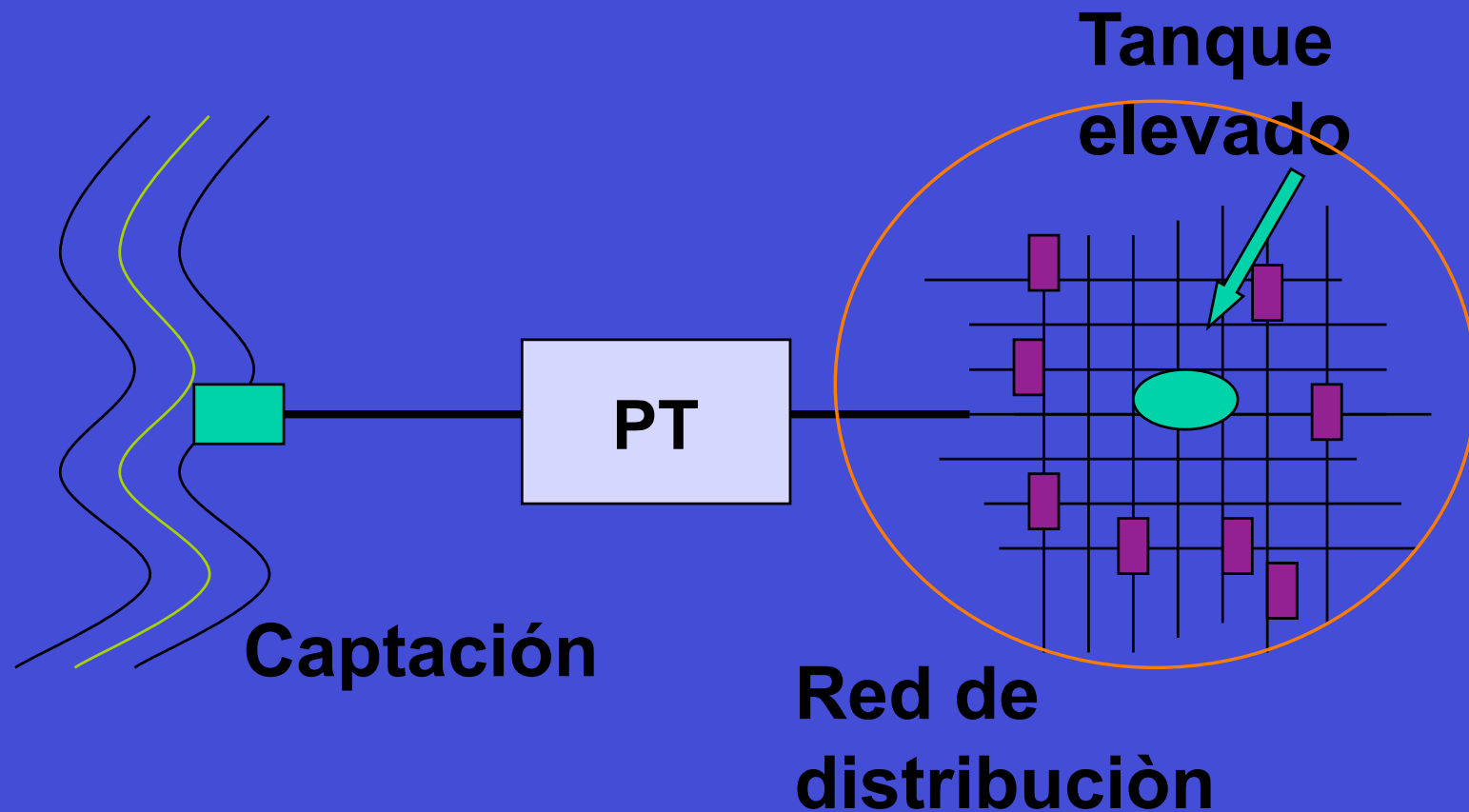


Zona operacional del pozo dimensionada y protegida en forma inadecuada, amenazada por riego agrícola con aguas residuales urbanas



Zona operacional del pozo en un área rural forestada, bien diseñada y mantenida.

Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable



CONTROL DE PERDIDAS

Perdidas físicas

Pérdidas comerciales

Pérdidas físicas

▣ Las pérdidas físicas

- Calidad de las obras y materiales, inspección de obras
- Envejecimiento natural de las válvulas y juntas, de las obras civiles
- Impactos de terceros (obras, vandalismo, etc ...)

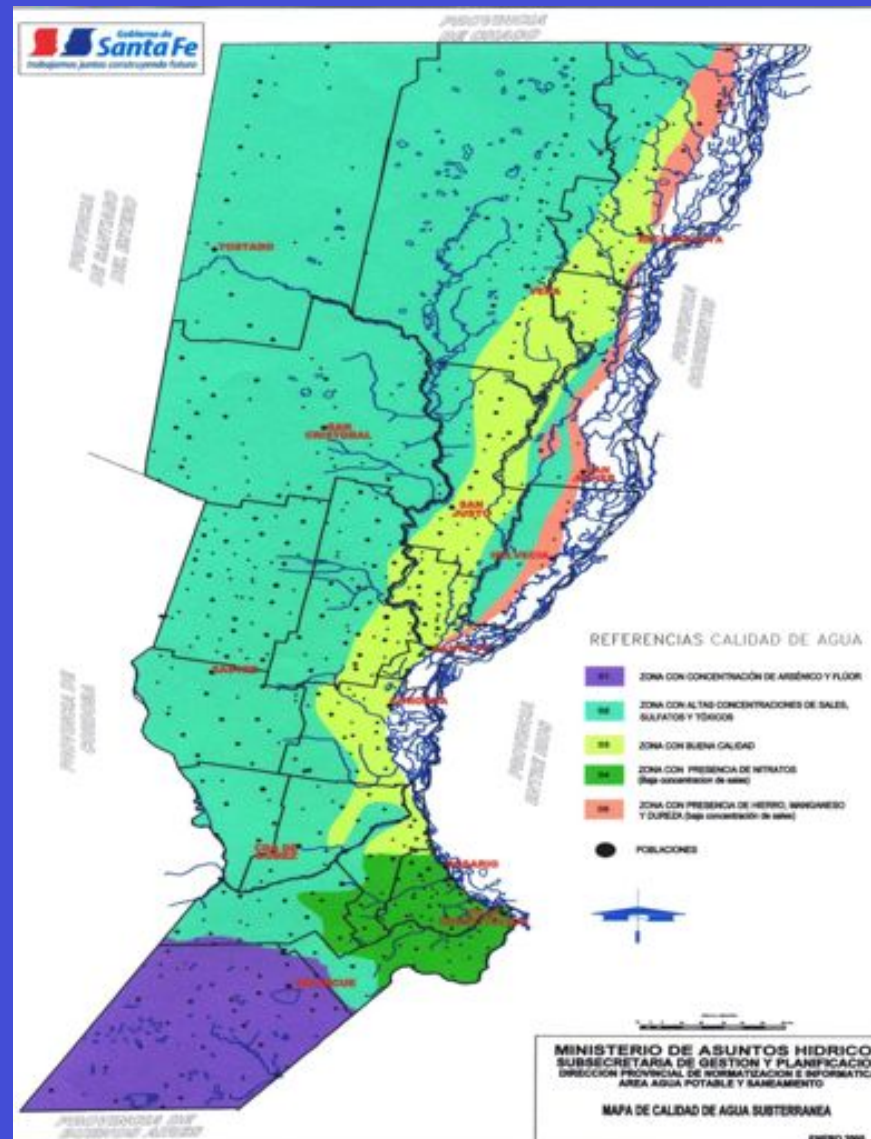
Pérdidas Físicas



**Producir más para
satisfacer la demanda**

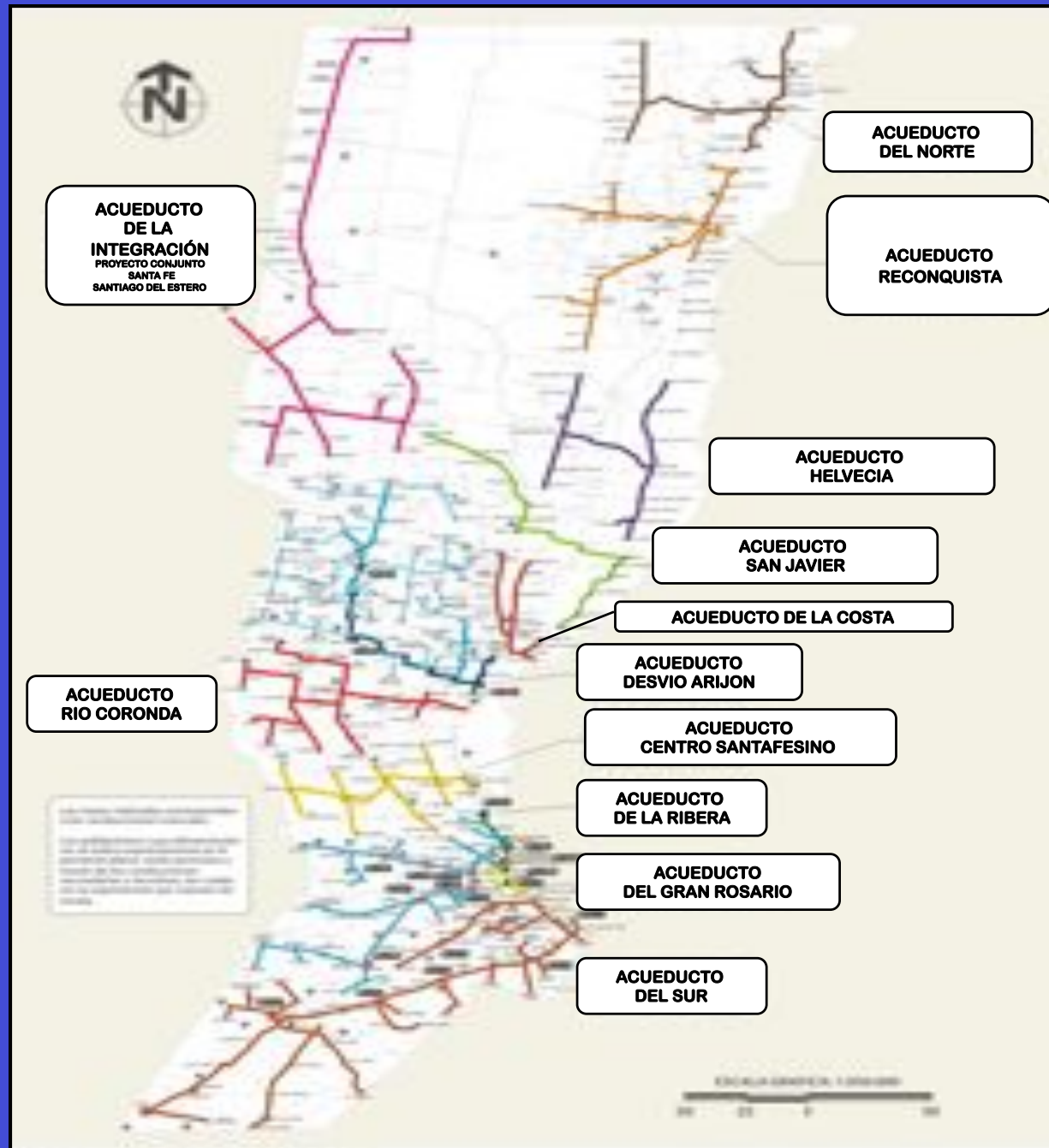
**Hay localidades que tienen
Pérdidas del orden del 50%!!!**

Calidad de Aguas Subterráneas en la Pcia. De Santa Fe



Plantas de Potabilización en la provincia de Santa Fe

Objetivo	Número de plantas
Remover arsénico, sales totales, fluoruros	91
Remover hierro y manganeso	4
Remover nitratos	2
Turbiedad ,color	8



Acueductos

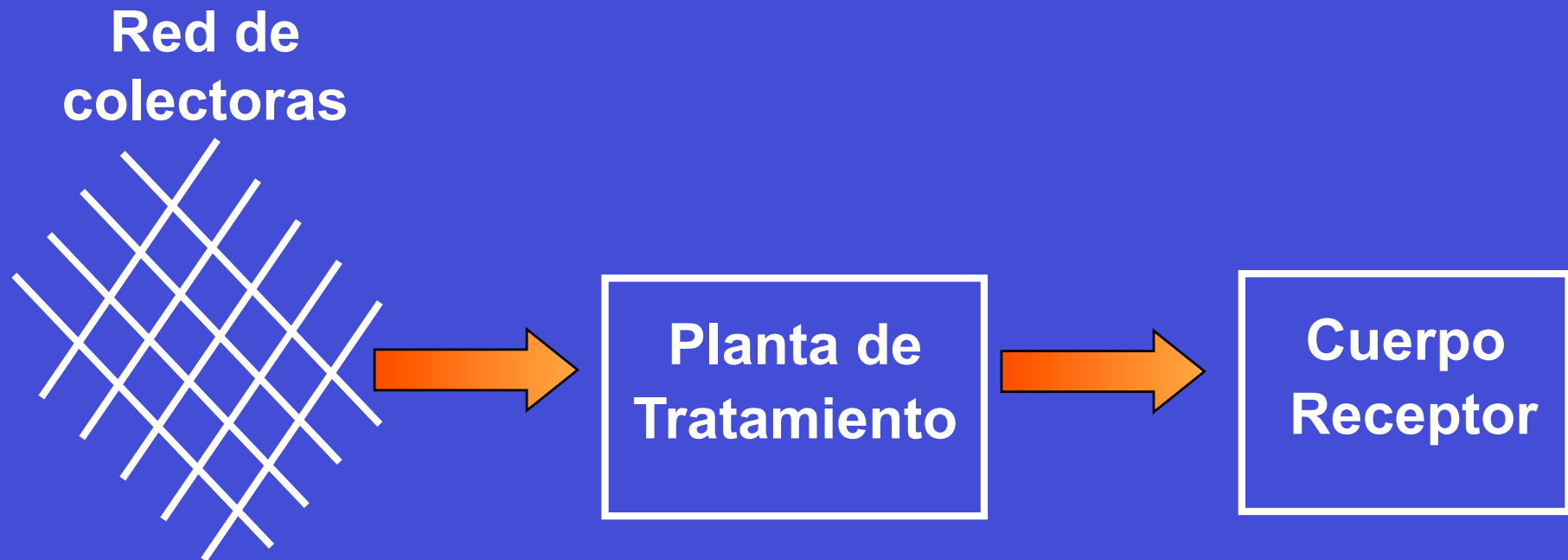
Sistemas de Líquidos Cloacales

Sistemas de líquidos cloacales

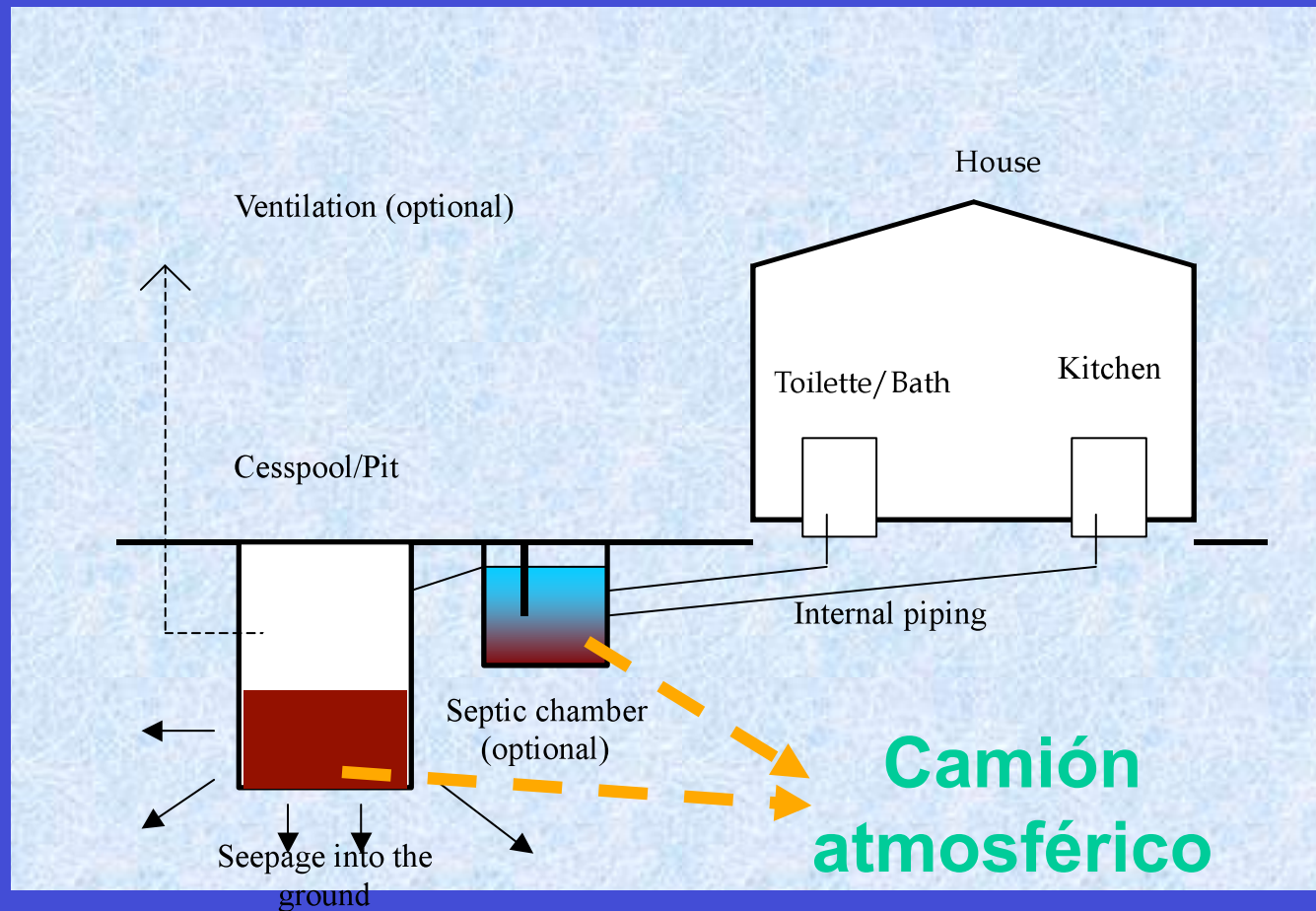
Sistemas Individuales

Sistemas centralizados

SISTEMAS CENTRALIZADOS



Sistemas individuales



**¿Qué
cantidad de
líquidos
cloacales se
generan
diariamente
en una
población?**

Rosario

- ❑ **1.000.000 hab.**
- ❑ **400.000.000 litros**

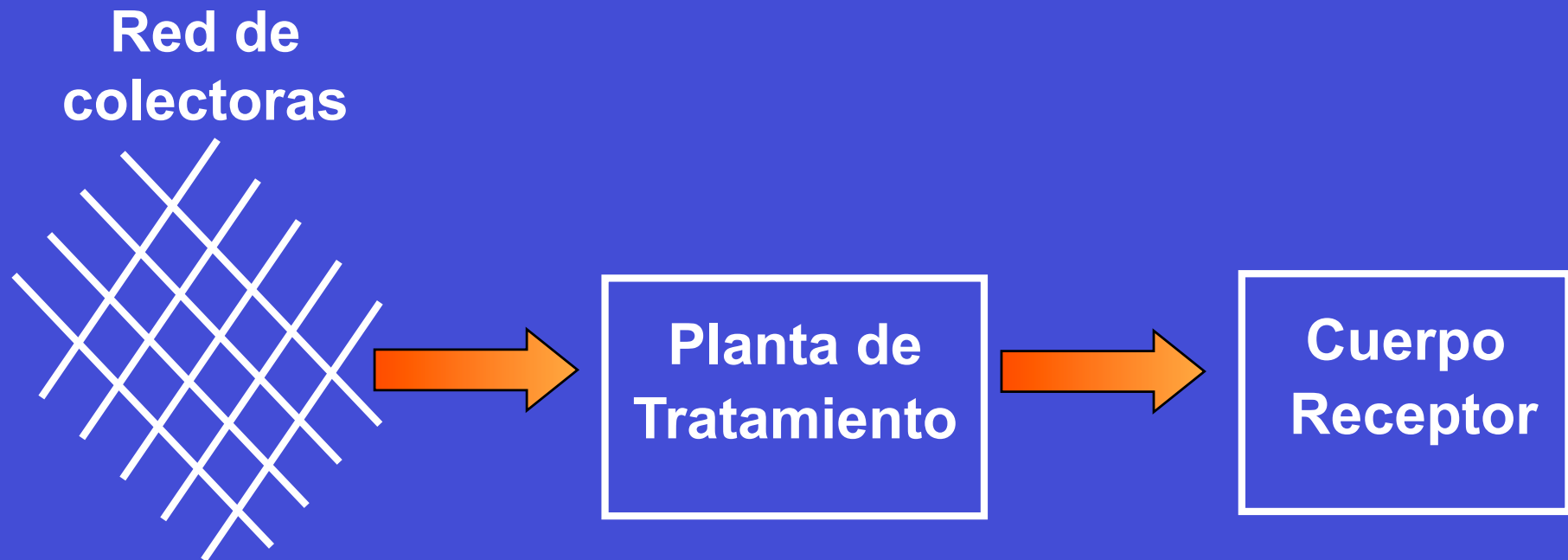
Casilda

- ❑ **30.000 hab.**
- ❑ **11.000.000 litros**

Alcorta

- ❑ **4.500 hab.**
- ❑ **250.000 litros**

SISTEMAS CENTRALIZADOS



Normas de vuelco –Anexo B Ley 11220

- ❑ Bacterias colifecales < 1000 NPM/100 ml
- ❑ Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) : 50 mg/L

Características de los líquidos cloacales

Físicas

- ✓ **Temperatura**
- ✓ **Olor:**
 - ✓ Amoníaco
 - ✓ Sulfuros
 - ✓ Escatol
 - ✓ Mercaptanos
- ✓ **Color**
Según su condición:
 - ✓ Fresco
 - ✓ Viejo
 - ✓ Séptico

Químicas

- ✓ **Materia Orgánica:**
 - ✓ Hidratos de carbono
 - ✓ Proteínas
 - ✓ Grasas
- ✓ **Materia inorgánica**
 - ✓ Principalmente cloruros, sulfatos y fosfatos de sodio, calcio, magnesio y potasio
- ✓ **Agentes tensioactivos:**
 - ✓ Sulfatos de alquilo lineales (biodegradables)

Características de los líquidos cloacales

Microbiológicas

- ✓ Bacterias entéricas (flora intestinal)
- ✓ Microorganismos patógenos:
 - ✓ Bacterias enteropatógenas
 - ✓ Parásitos
 - ✓ Virus

Procesos de tratamiento

PRIMARIOS



SECUNDARIOS
Procesos biológicos



TERCIARIOS

Objetivos

Remover sólidos gruesos y grasas

Objetivos

Remover materia orgánica

Objetivos

Remover nutrientes (N, P) y organismos patógenos

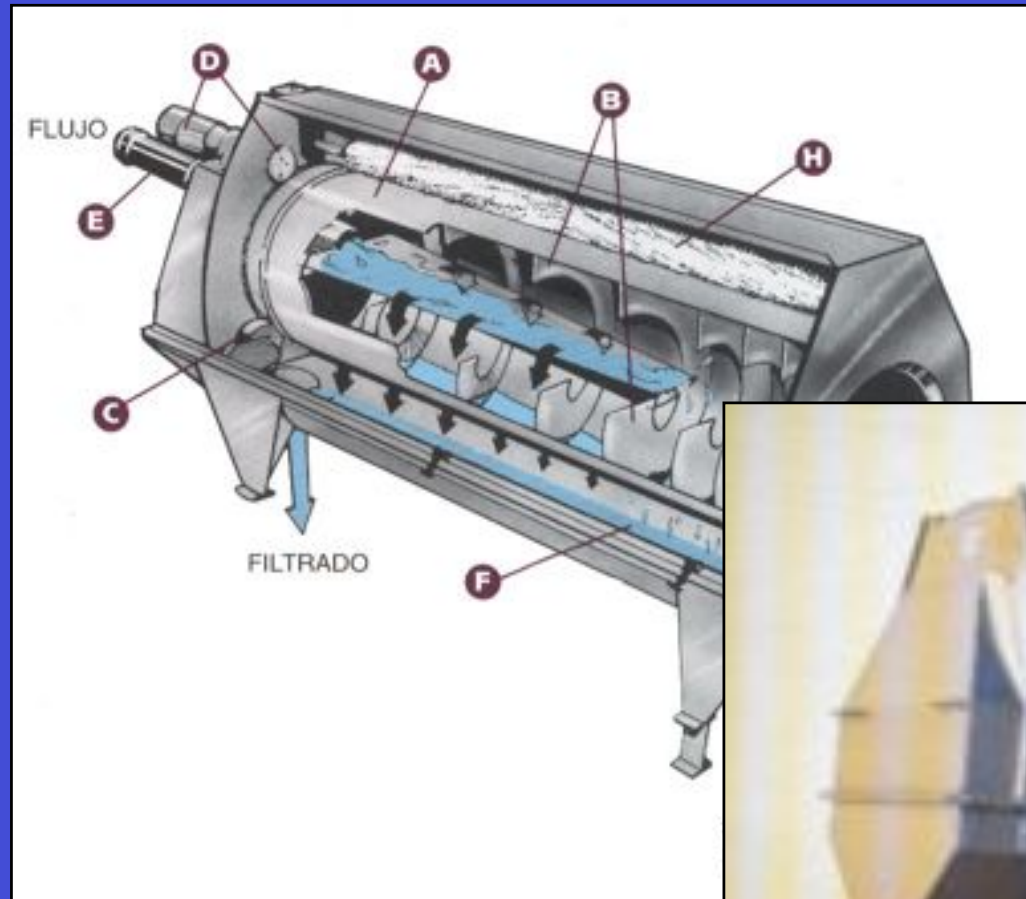
Tratamientos primarios - Rejas



Rejas



Tamices y cribas



Ciudad de Bahía Blanca

Tres tamices para 300.000 habitantes



Desarenadores



Tratamientos primarios- Sedimentadores



Sedimentador primario



Procesos biológicos de tratamiento

PROCESOS AEROBIOS

**MATERIA
ORGÁNICA**

**Bacterias
Aerobias**

Nuevas células

Dióxido de carbono

Agua

PROCESOS ANAEROBIOS

**MATERIA
ORGÁNICA**

**Bacterias
Anaerobias**

Metano

Sulfuros

Nuevas células

Tratamientos biológicos

Aeróbicos

Cultivo en suspensión

- ✓ Lagunas de estabilización
- ✓ Lodos activados

Cultivo Fijo

- ✓ Lechos percoladores
- ✓ Lechos de grava con plantas acuáticas (wetlands)
- ✓ Infiltración en el terreno
- ✓ Biodiscos

Anaeróbicos

- ✓ Cámaras sépticas
- ✓ Digestores anaeróbicos de lodos
- ✓ Filtros anaeróbicos de alta carga

Aeración



Aeración por difusión



Fine bubble surface pattern



California installation with flow rate

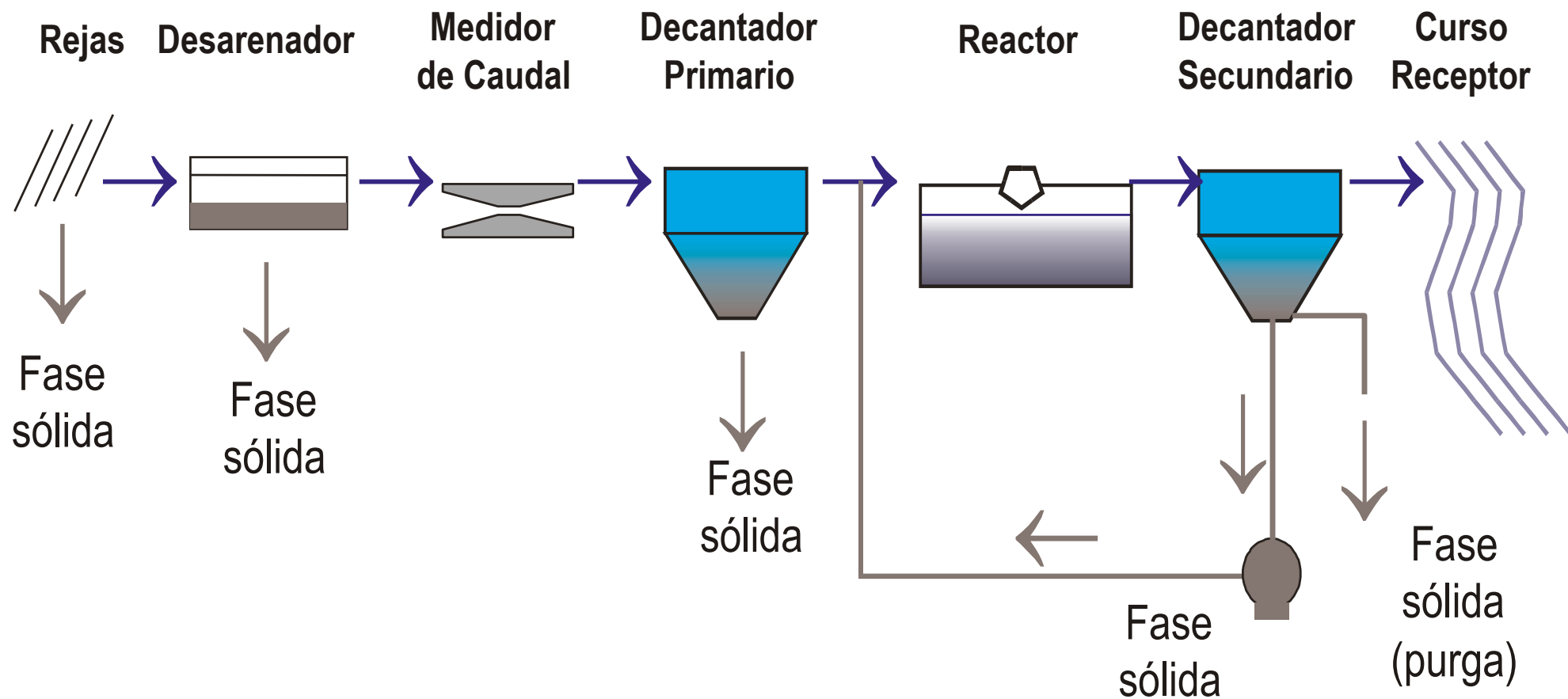
Planta de Lodos Activados



Planta de tratamiento para la ciudad de Tucumán



Esquema Lodos Activados



Otro tipo de tratamiento aeróbico



Lechos Percoladores



Otro tipo de tratamiento Lagunas de estabilización





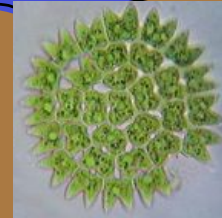
Luz solar

Oxígeno

Oxidación
de materia
orgánica

CO₂

Procesos Anaerobios



Lagunas de estabilización



Lagunas de estabilización



Lagunas de estabilización



Lagunas anaeróbicas



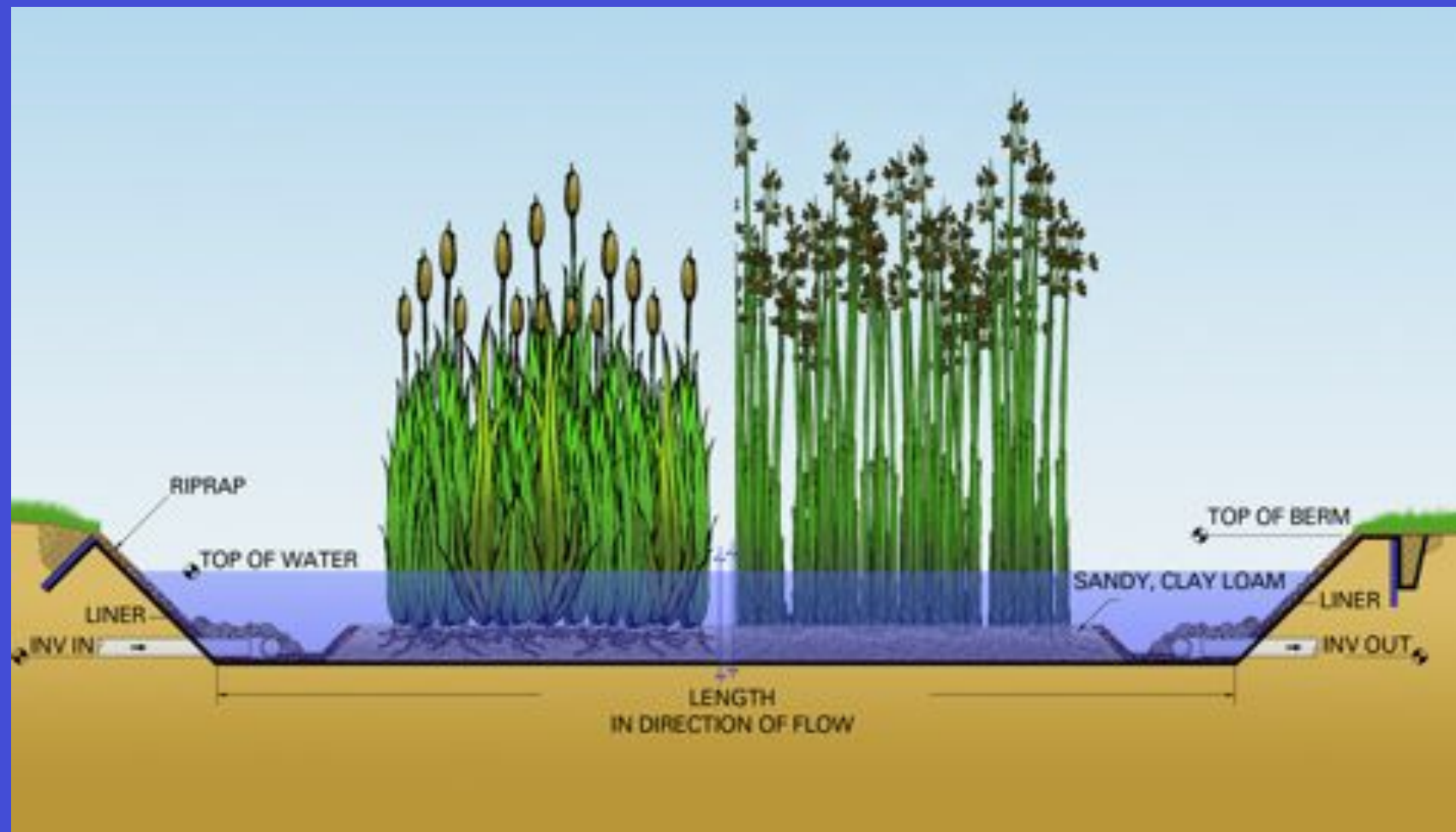
Lagunas de estabilización



Ventajas de las lagunas

- ❑ **Gran eficiencia en eliminación de huevos de helmintos.**
- ❑ **Mayor eficiencia en remoción de bacterias patógenas que en los procesos mecanizados.**
- ❑ **No requiere de atención especializada.**
- ❑ **Bajos costos de mantenimiento.**

Humedales construidos



Wetlands



Humedal con flujo superficial



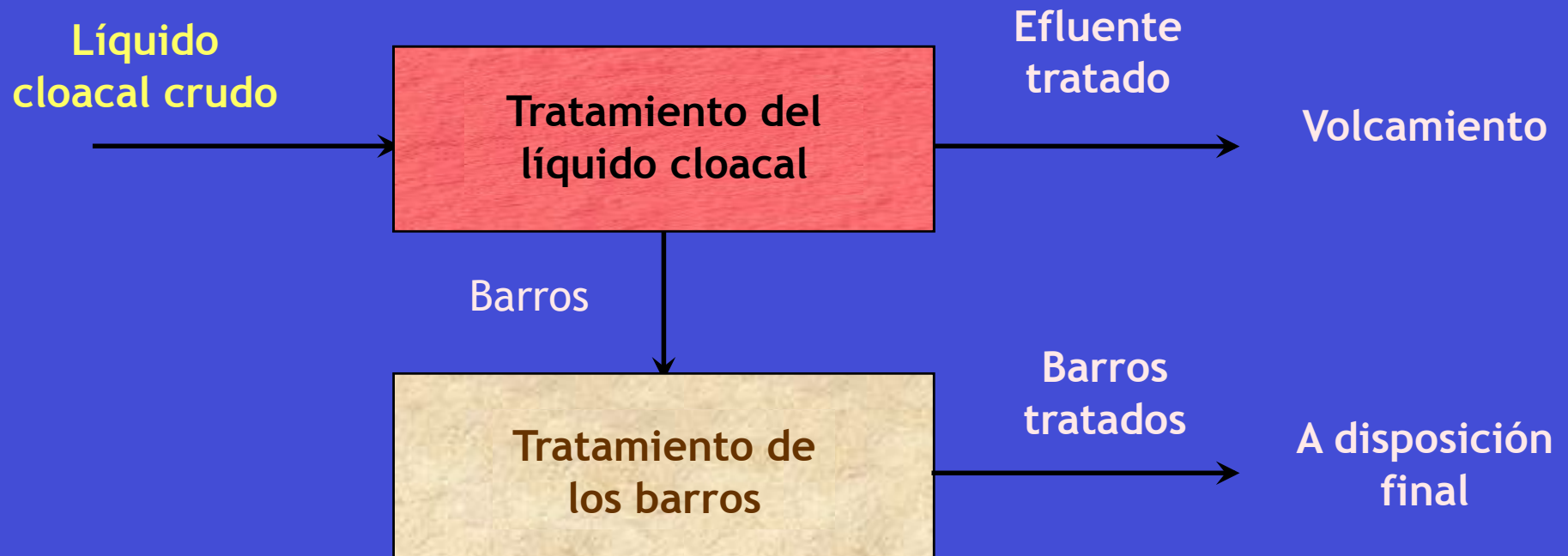
Desinfección mediante agregado de hipoclorito de sodio



Desinfección – Cámara de contacto



Tratamiento de lodos



Generación de lodos en los procesos de tratamiento

Lagunas de estabilización

0,04 m³/hab/año

Lechos percoladores

0,50 m³/hab/año

Barros activados

1,00 m³/hab/año

Digestores anaeróbicos para barros



Playas de secado



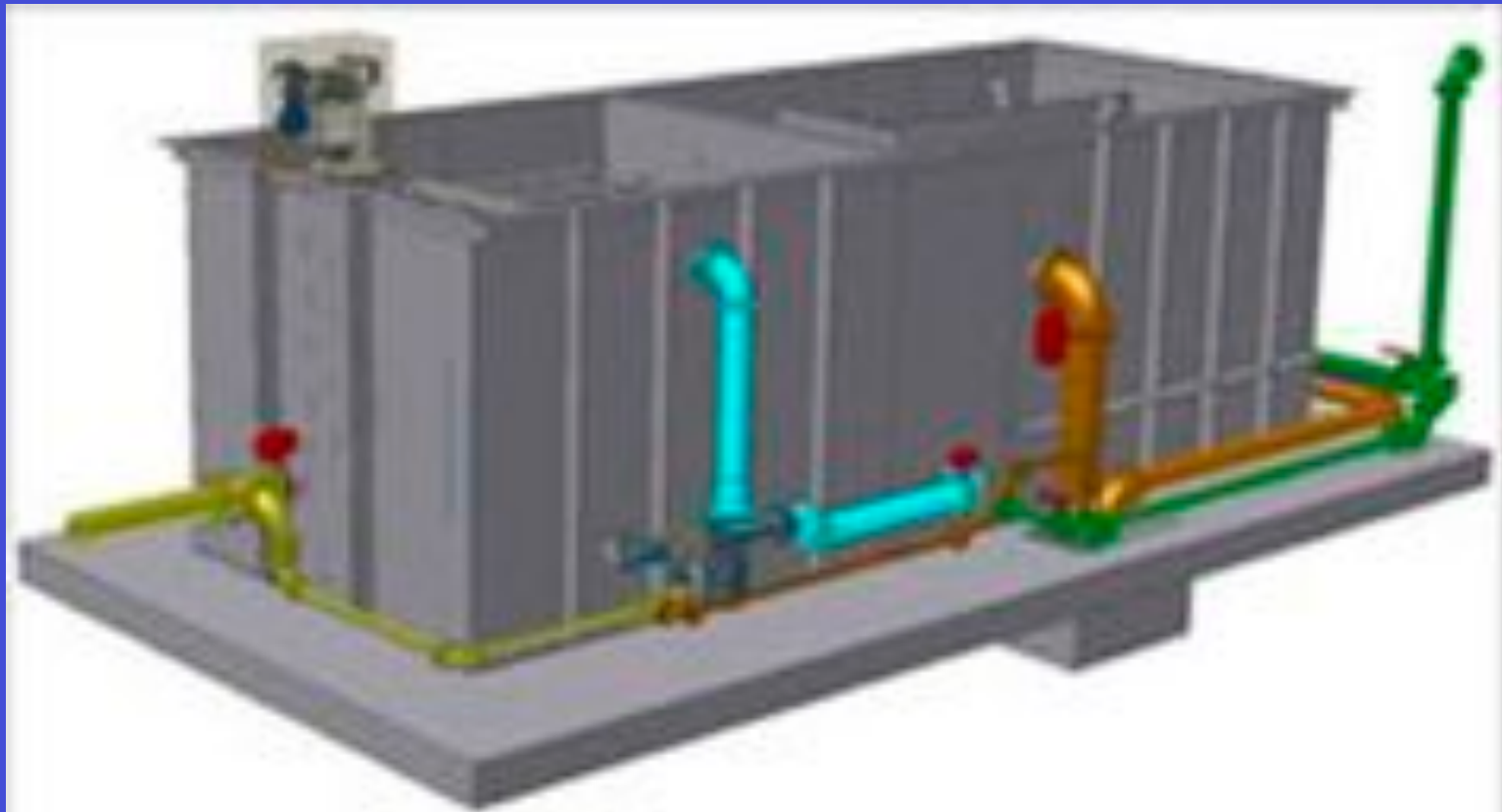
Playas de secado



Disposición Final ?



Plantas compactas



Camiones atmosféricos

- ❑ Siempre habrá un porcentaje de la población que no está conectado y por tanto hay que considerar
- ❑ Sitios de vuelco
- ❑ Tratamiento en forma separada o en conjunto con líquido que viene por las redes.

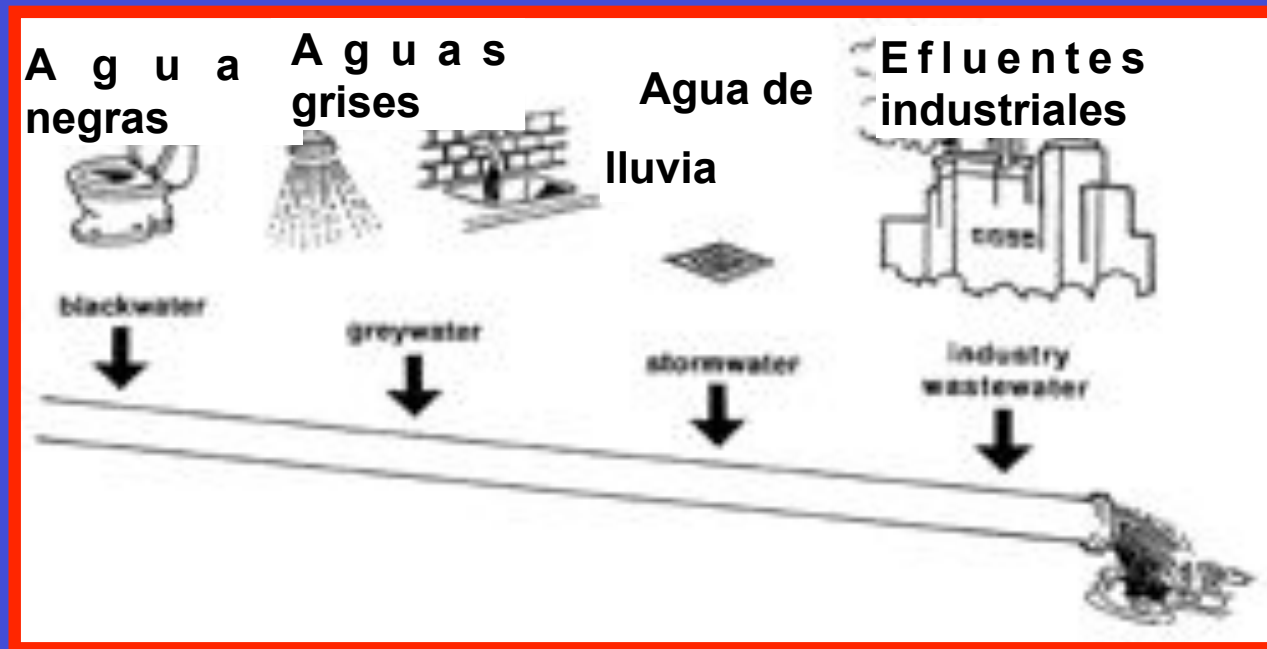
Aspectos a considerar en la planificación urbana

- ❑ **Terrenos necesarios para instalar una planta-Distancia a núcleos urbanos**
- ❑ **Establecer zonas alrededor de las plantas donde no se puedan construir viviendas.**
Existencia de planes directores de agua y cloacas
Considerar camiones atmosféricos.

Distintos enfoques

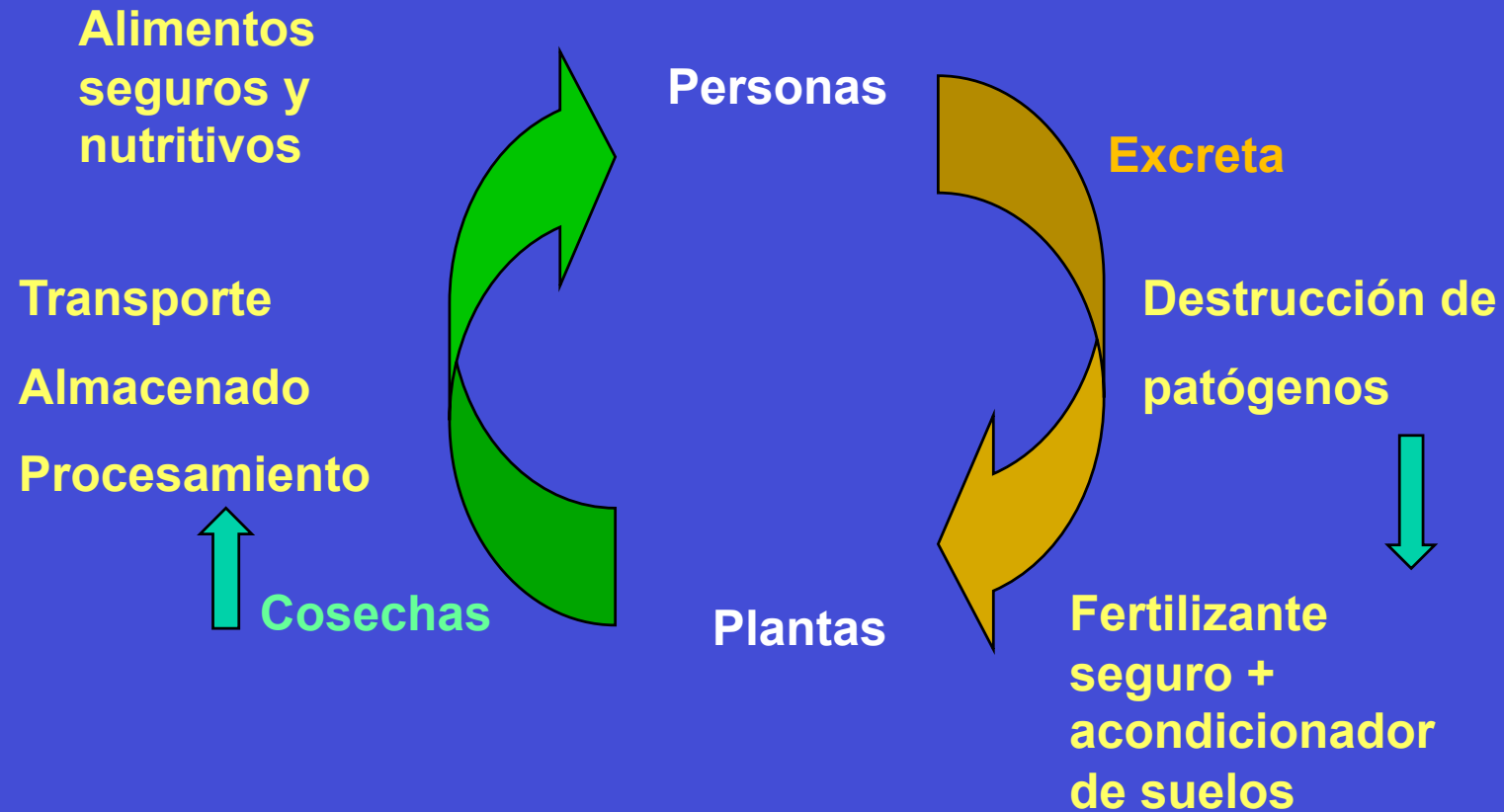
- ❑ **Enfoque tradicional, convencional**
- ❑ **Actualmente hay nuevos modelos, nuevos paradigmas, nuevas opciones que veremos a continuación.**

Flujo y descarga



**Pequeñas cantidades de material peligroso
contaminan grandes cantidades de agua**

SANEAR Y RECICLAR



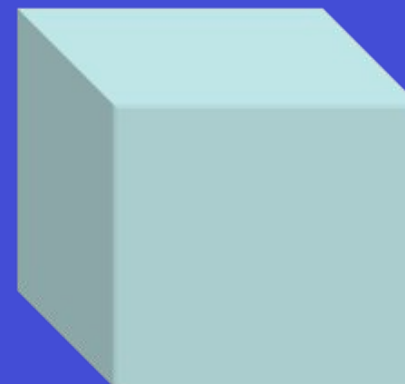
SANEAMIENTO CONVENCIONAL

Con el uso de inodoros convencionales nosotros mezclamos aprox 500 l de orina por persona y por año y 50 kg de heces con 30.000 litros de agua potable tomando como base un volumen de 12 litros por flush



 50 kg

 500 L



30.000 L

Para Ecosan

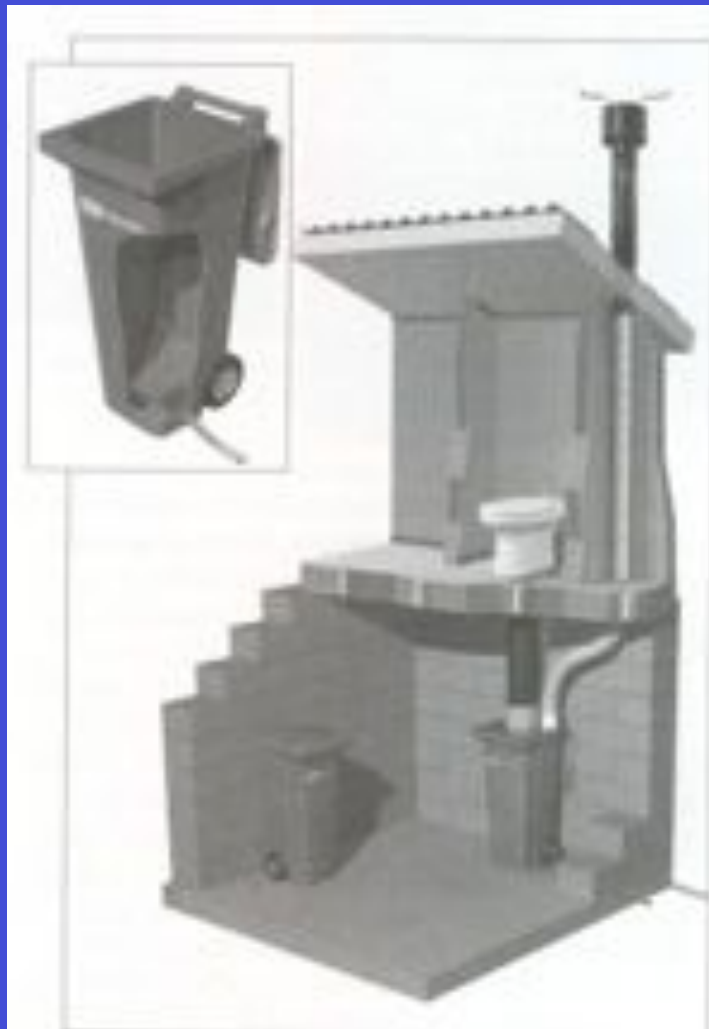
**La excreta humana es un
recurso, no un desperdicio**

Cómo se puede implementar
Ecosan ?

Inodoros con separación de orina



Colección de heces



EKOPORTEN



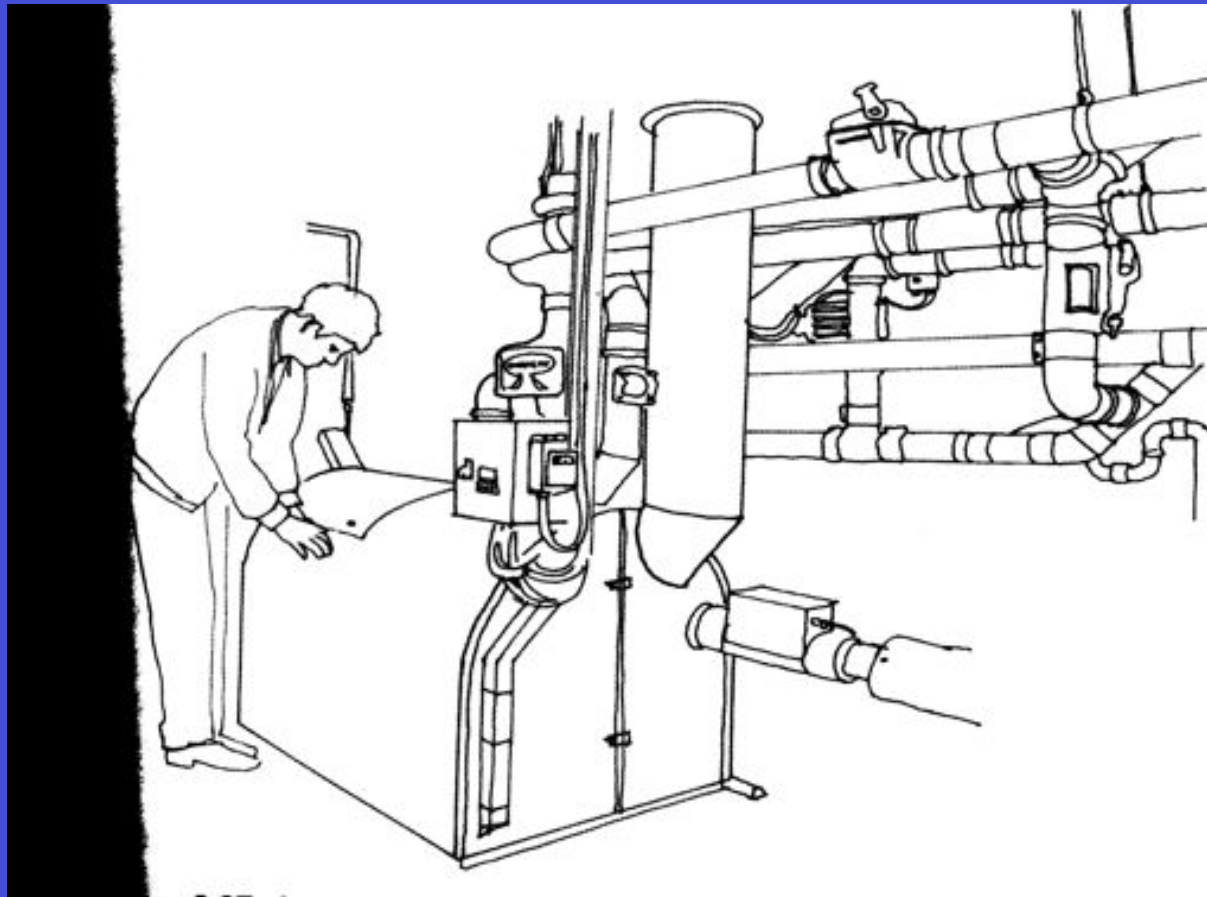
Ekoporten



EKOPORTEN



ESQUEMA EQUIPAMIENTO EKOPORTEN



EKOPORTEN



EKOPORTEN

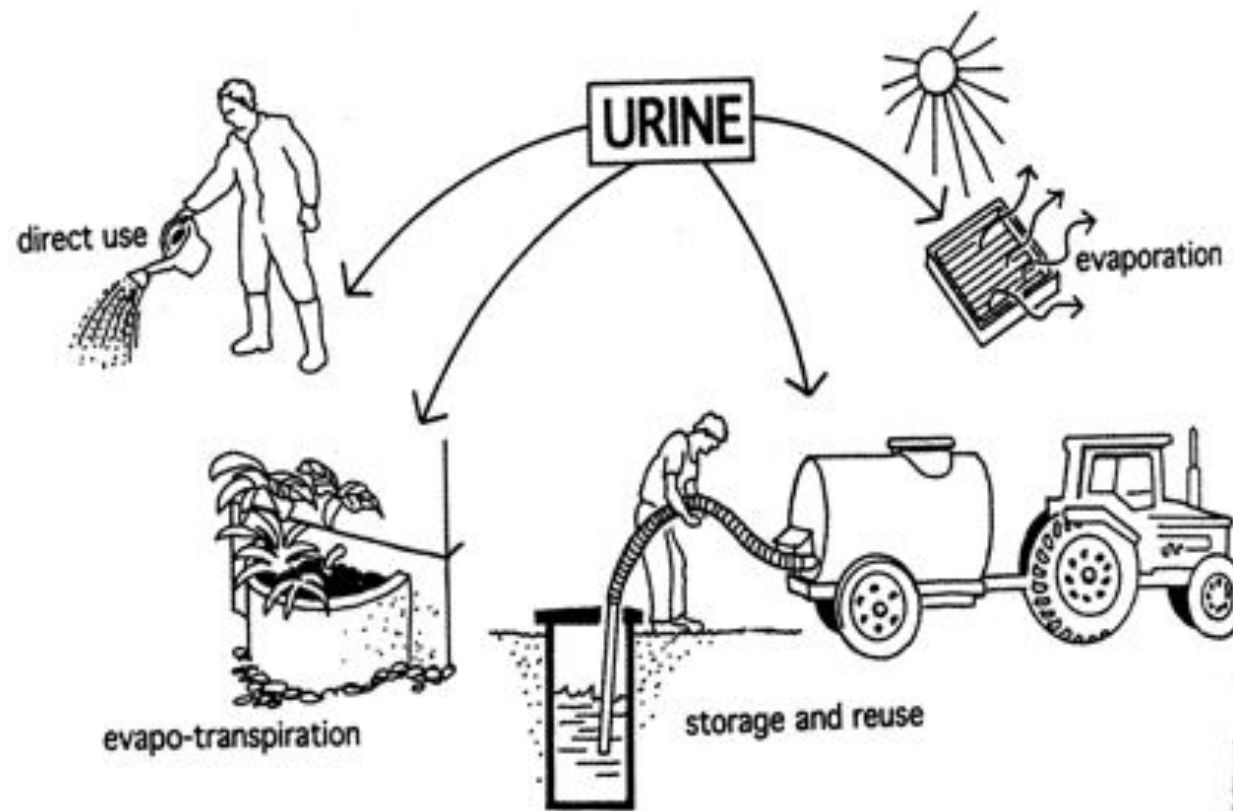


Compost de las heces



¿Qué se hace con la orina?

USOS DE LA ORINA



Tanque para almacenamiento de orina





Qué se hace con las aguas grises?

**Se tratan y se pueden reutilizar
para riego o recarga de acuíferos**

**Para su tratamiento se pueden
utilizar cualquiera de los procesos
biológicos aeróbicos que se utilizan
para tratar líquidos cloacales**

Jardín de aguas grises



Jardín de aguas grises



Paisajismo



Riego paisajístico



Reuso en edificios

- Las aguas grises de las duchas y las bañeras se puede utilizar para inodoros en las jurisdicciones europeas y australianas y en algunas jurisdicciones de los Estados Unidos.
- Este sistema puede proporcionar una reducción estimada del 30% en el uso del agua para la familia promedio.

❑ Usos de agua no potable

- Descarga sanitaria
- Lavado de pisos
- Riego de jardines
- Lavado de vehículos
- Reserva de incendio



ETER PETROBRAS: 300 m³/d
 Pré-tratamento + RAC + FBAS + FT areia + FT
 carvão + Cloro

**Agua
Gris**

**Efluente
Anaeróbico**

**Efluente
aerobio**

**Efluente
filtrado**

**Efluente
clorado**

**Taza
sanitario**



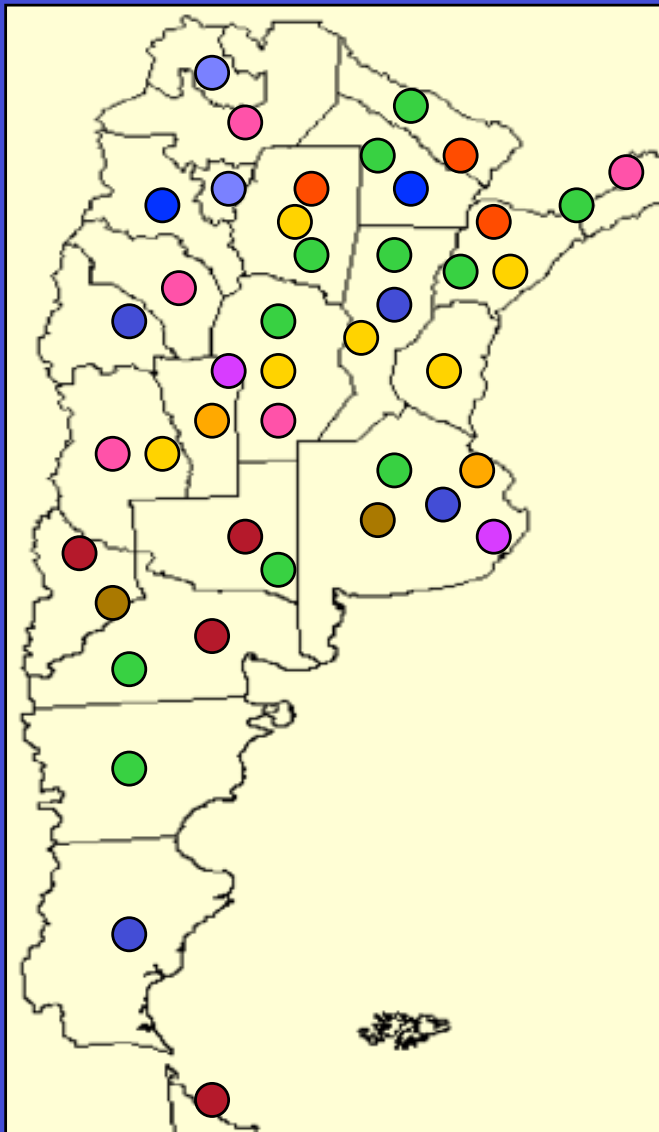
Organismos del sector

**1964 -SNAP - Servicio Nacional de Agua Potable
Dependiente de Ministerio de Salud**

**1988 -COFAPYS- Consejo Federal de Agua
Potable y Saneamiento**

**1995-ENOHSA- Ente Nacional de Obras Hídricas
y Saneamiento**

Situación actual de los servicios



Actualmente, como resultado de la descentralización del año 1980 y de la participación de empresas privadas desde la década del '90, en todo el país y en cada provincia y aún en cada municipio, el **modelo de operación es diferente:**

- ❖ **Dependencias provinciales,**
- ❖ **Dependencias municipales,**
- ❖ **Empresa nacional**
- ❖ **Empresas provinciales,**
- ❖ **Empresas municipales,**
- ❖ **Cooperativas de usuarios**
- ❖ **Empresas privadas concesionarias**

Entes reguladores

Regulan y controlan la calidad de los servicios .

Reciben los reclamos de los usuarios.

**Están agrupados en AFERAS –Asociación de
Entes Reguladores de Agua y Saneamiento**

ENOHSA

La Misión del ENOHSA es organizar, administrar y ejecutar Programas de Infraestructura que deriven de las políticas nacionales del sector Agua Potable y Saneamiento básico, en toda la extensión del territorio País.

**Ministerio de Planificación Federal, Inversión
Pública y Servicios
Secretaría de Obras Públicas**

AIDIS -Asociación Argentina de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Subsecretaría de Recursos Hídricos depende de Secretaría de Obras Públicas del Ministerio de Planificación

OBJETIVOS

Ejecutar la política nacional de prestación de los servicios públicos y de abastecimiento de agua potable, evaluación y saneamiento básico.

Asistir al señor Secretario de Obras Públicas en la supervisión del ENTE NACIONAL DE OBRAS HIDRICAS DE SANEAMIENTO (ENOHSA).

Ministerio de Salud

Existía una Dirección de Saneamiento Ambiental y Direcciones similares en las distintas provincias que desaparecieron.

Actualmente existe la Secretaría de Determinantes de Salud y Relaciones Sanitarias de la que depende una Subsecretaría de Relaciones Sanitarias e Investigación y de ésta depende una Dirección Nacional de Determinantes de Salud e Investigación y de ésta el Departamento de Salud Ambiental.

Organismos del sector en la Provincia

Necesidades

- ❑ **Ley de Agua y Saneamiento que fije presupuestos mínimos de calidad de los servicios.**
- ❑ **Creación de un organismo rector a nivel nacional para la aplicación de la ley.**

Muchas gracias !!

