

# **Generalidades sobre Agua Purificada**

# Agua Purificada

## Sistemas de producción y aplicaciones.



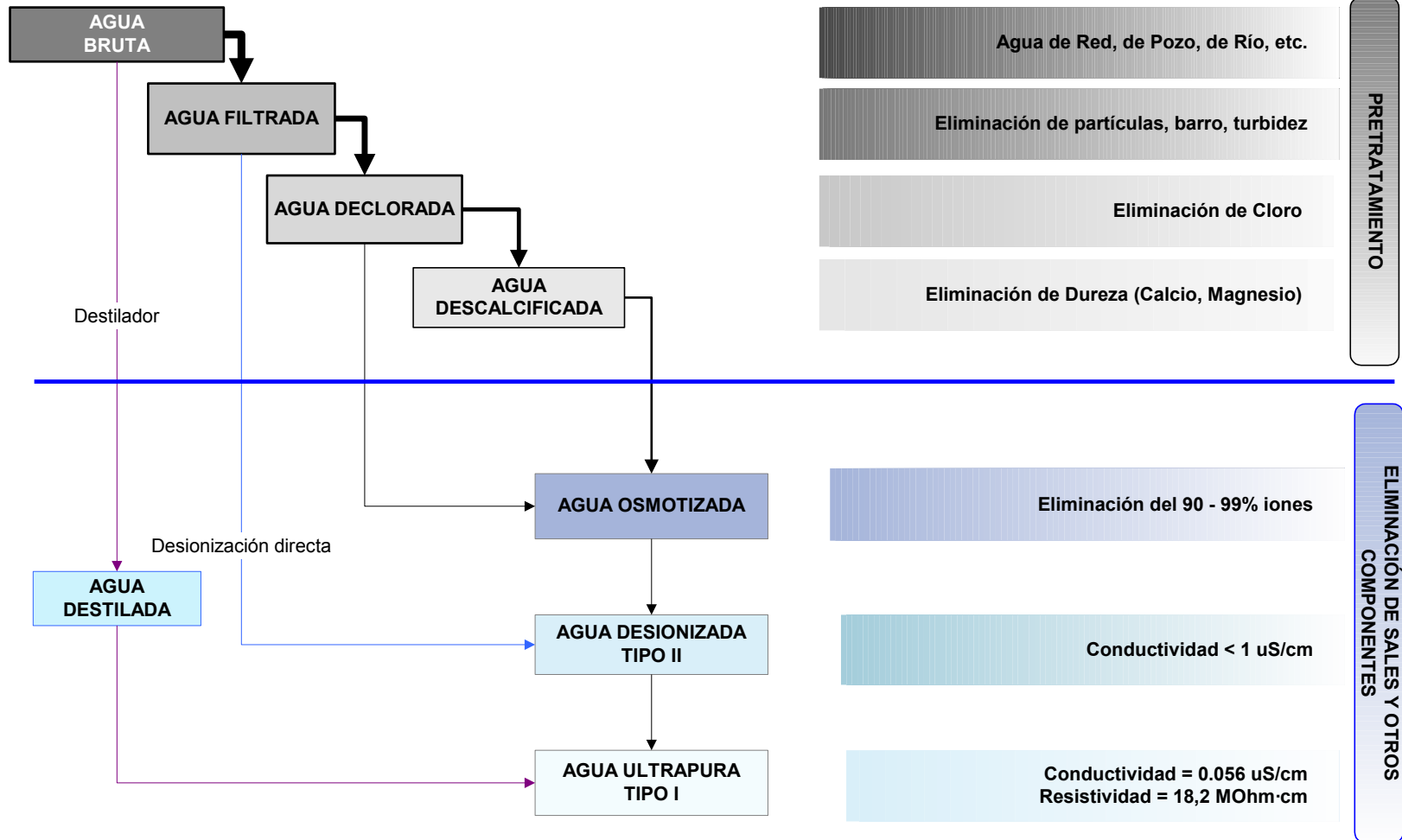
# Agua Purificada

## Sistemas de producción y aplicaciones

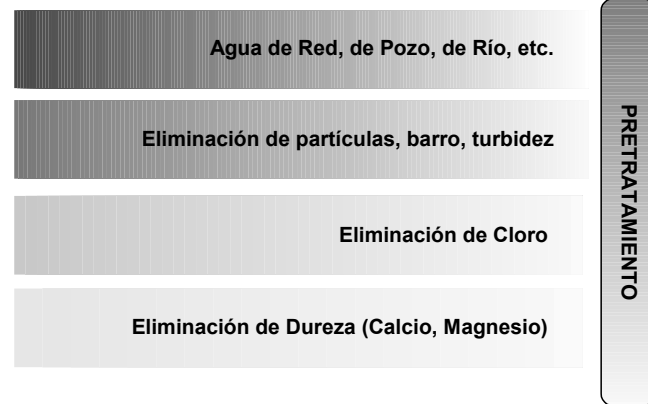
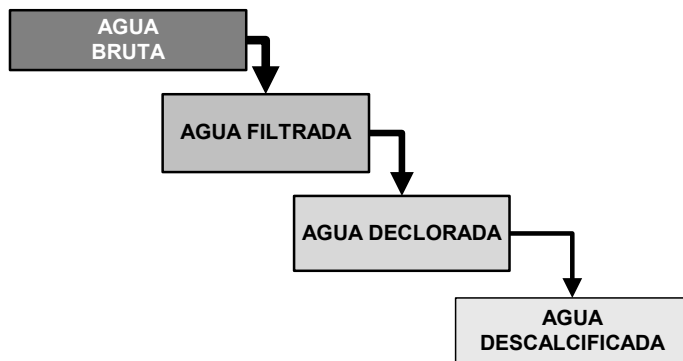
### Índice:

1. Agua: Grados de purificación
2. Motivos para usar agua purificada en industria y laboratorio
3. Sistemas de purificación
4. Costes, gestión del agua purificada
5. Clasificaciones de agua purificada

## Etapas de purificación del agua



## Etapas de purificación del agua



## 1. Agua: Grados de purificación

1.1 **Agua Bruta:** Agua de red, agua de pozo, agua de río  
agua de lluvia, estanque, ...

- Contaminantes:

Sólidos en suspensión

Sales disueltas

Cloro

Materia orgánica

Otros

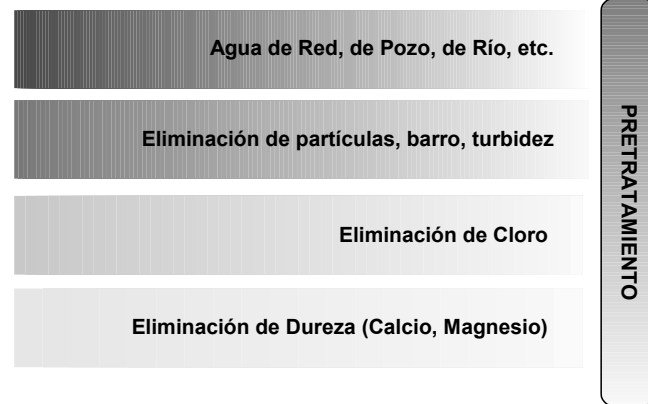
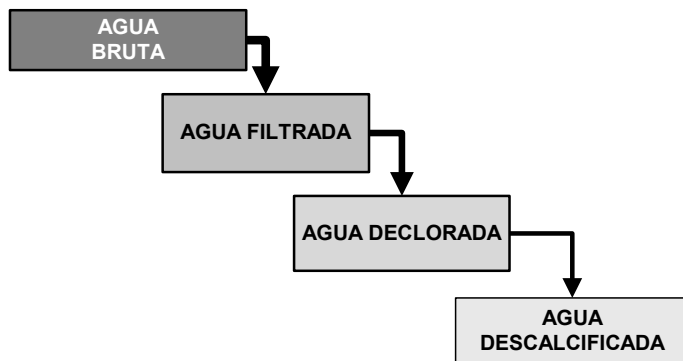
- Calidad:

Fluctuante a lo largo del año

Desconocida



## Etapas de purificación del agua



## 1.2 **Agua Filtrada:** Eliminación de las partículas en suspensión

- Filtración con filtros de diferentes micras
- No elimina las sales disueltas
- No elimina el cloro ni la materia orgánica disuelta



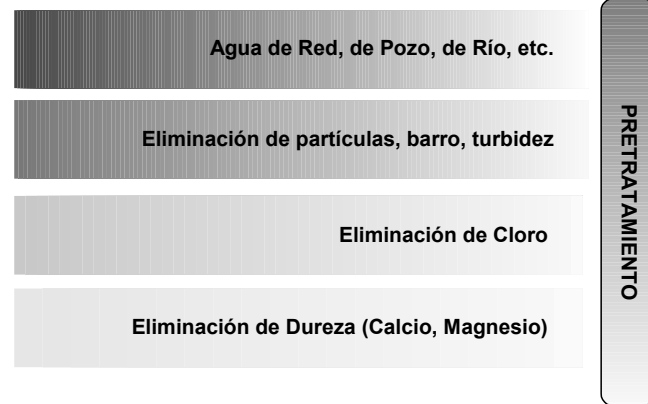
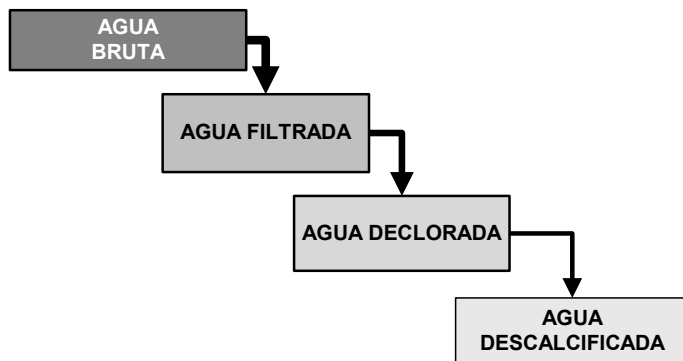
## 1.3 **Agua Declorada:**

- Filtración con filtros de carbono
- Elimina totalmente el cloro presente en agua de red
- Elimina la materia orgánica disuelta





## Etapas de purificación del agua

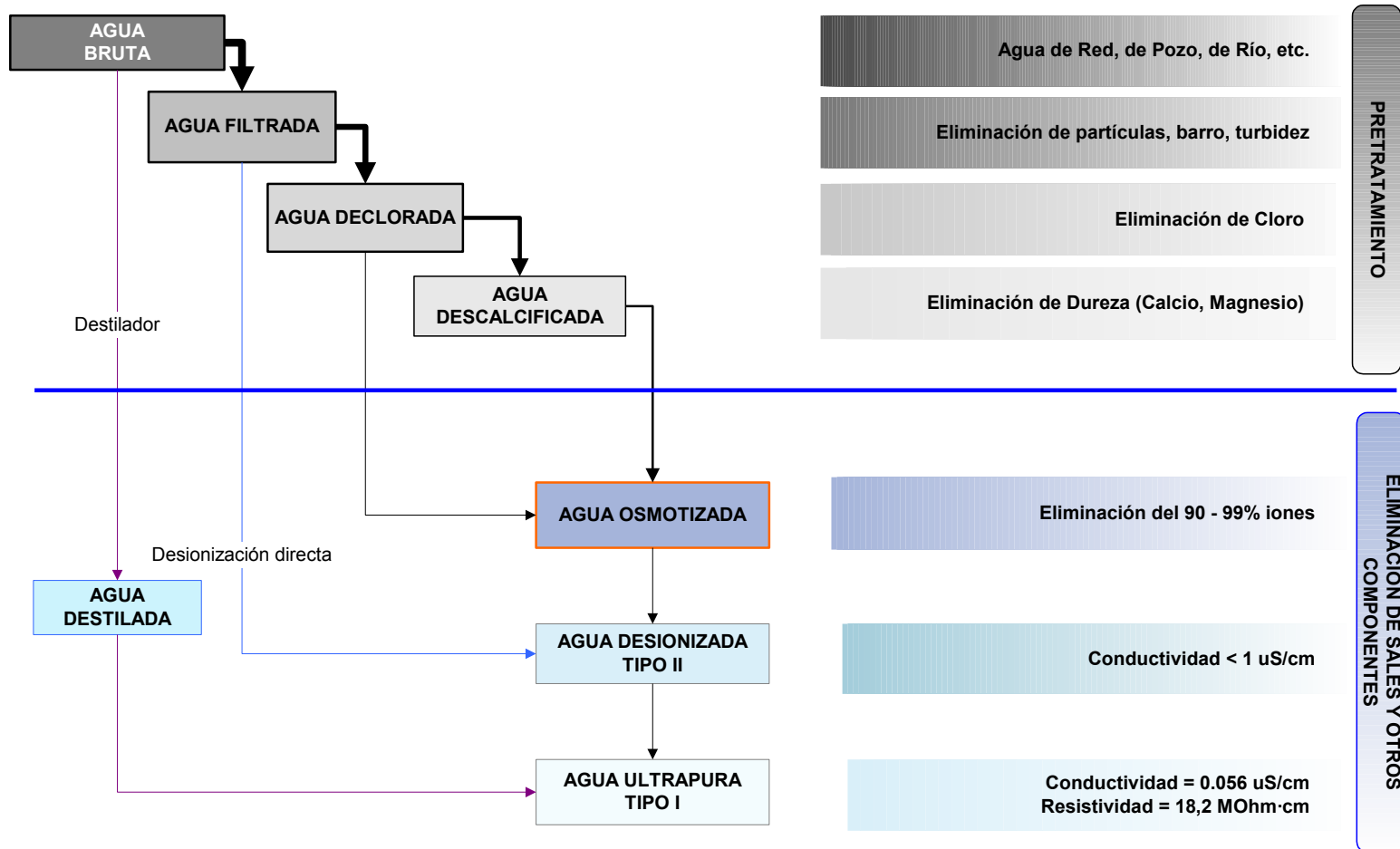


## 1.4 **Agua Descalcificada:** Eliminación de la dureza del agua

- Se realiza con un descalcificador
- Elimina las sales de calcio y magnesio. Recomendable cuando se trabaja con aguas duras o lo requiere el proceso
- Intercambio de iones en una resina que se regenera con sal

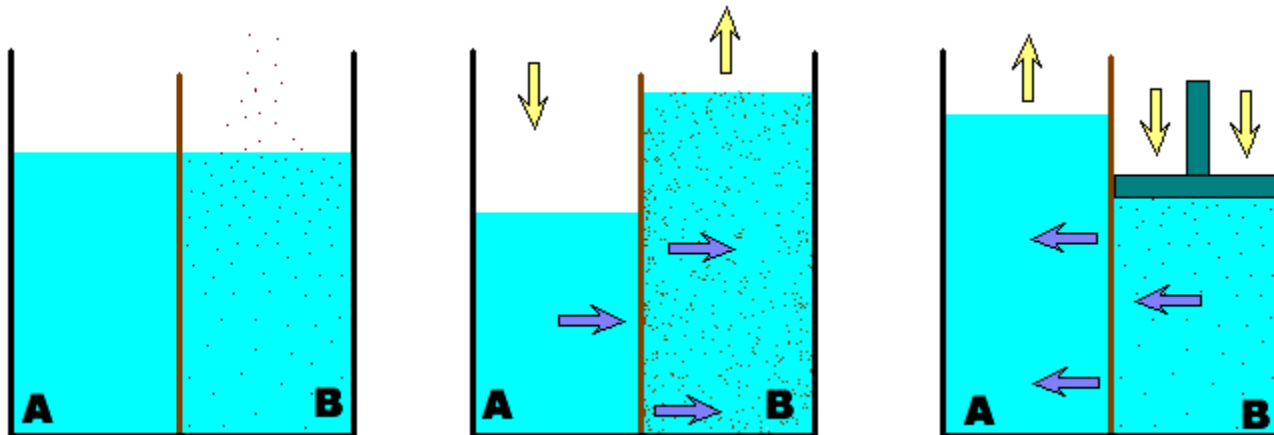


## Etapas de purificación del agua

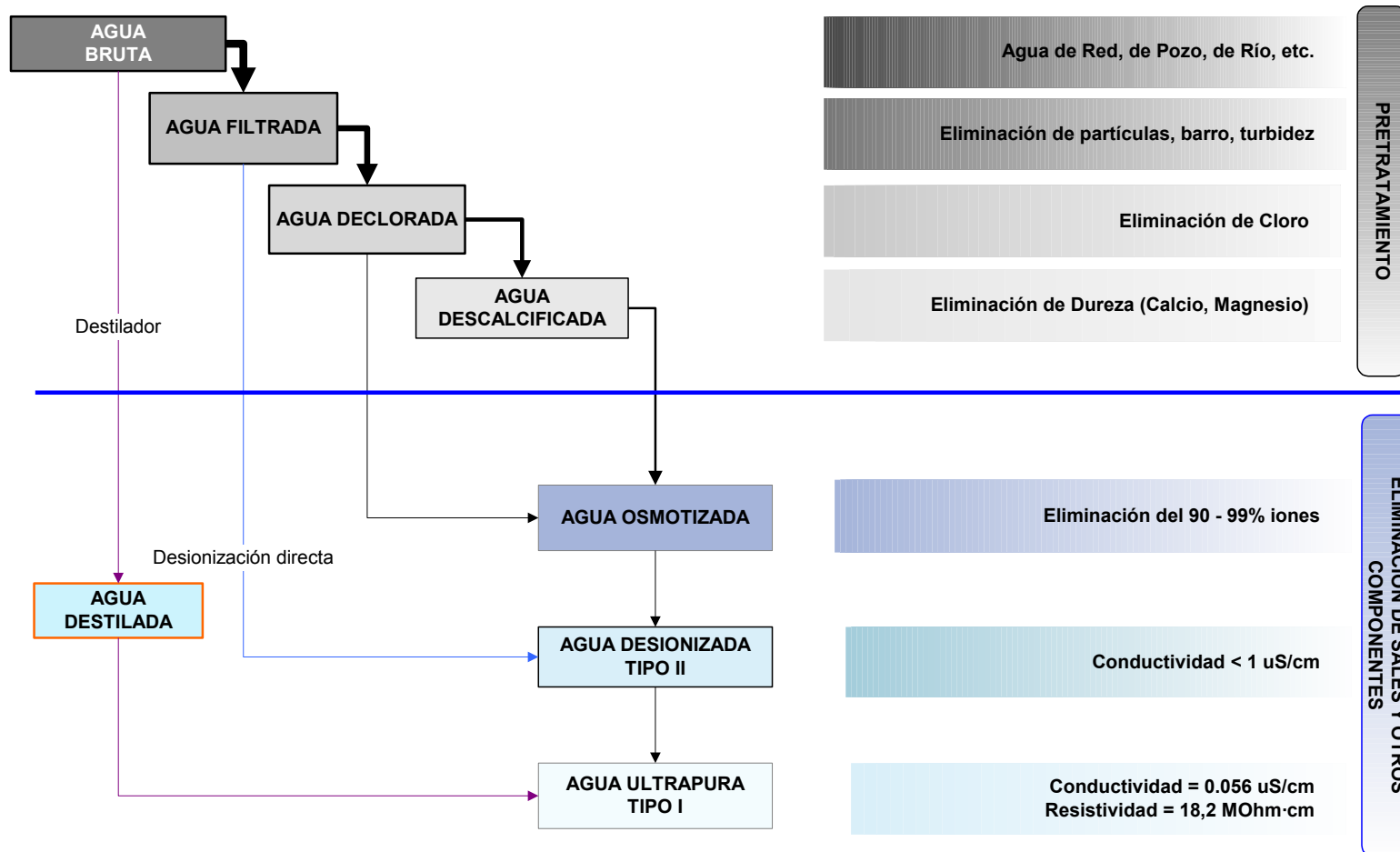


## 1.5 Agua Osmotizada: Eliminación de las sales disueltas

- Equipo de ósmosis inversa
- Elimina 90 – 98 % de las sales del agua

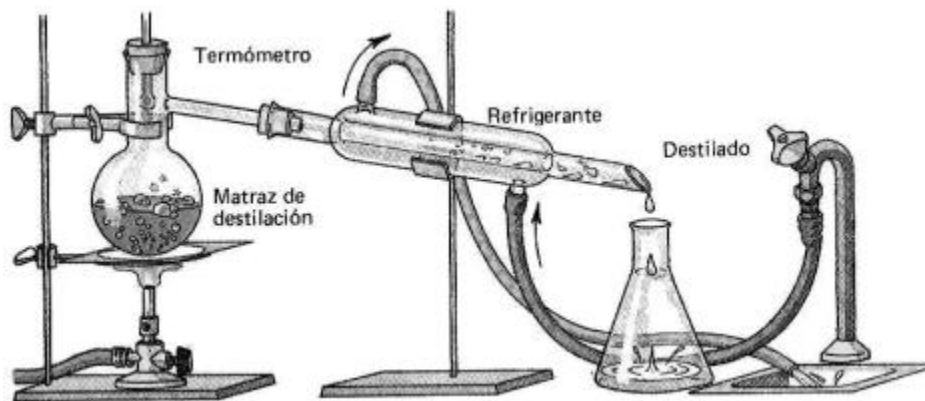


## Etapas de purificación del agua



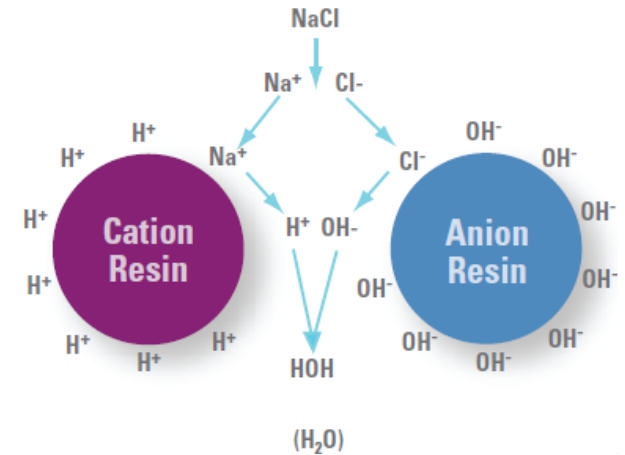
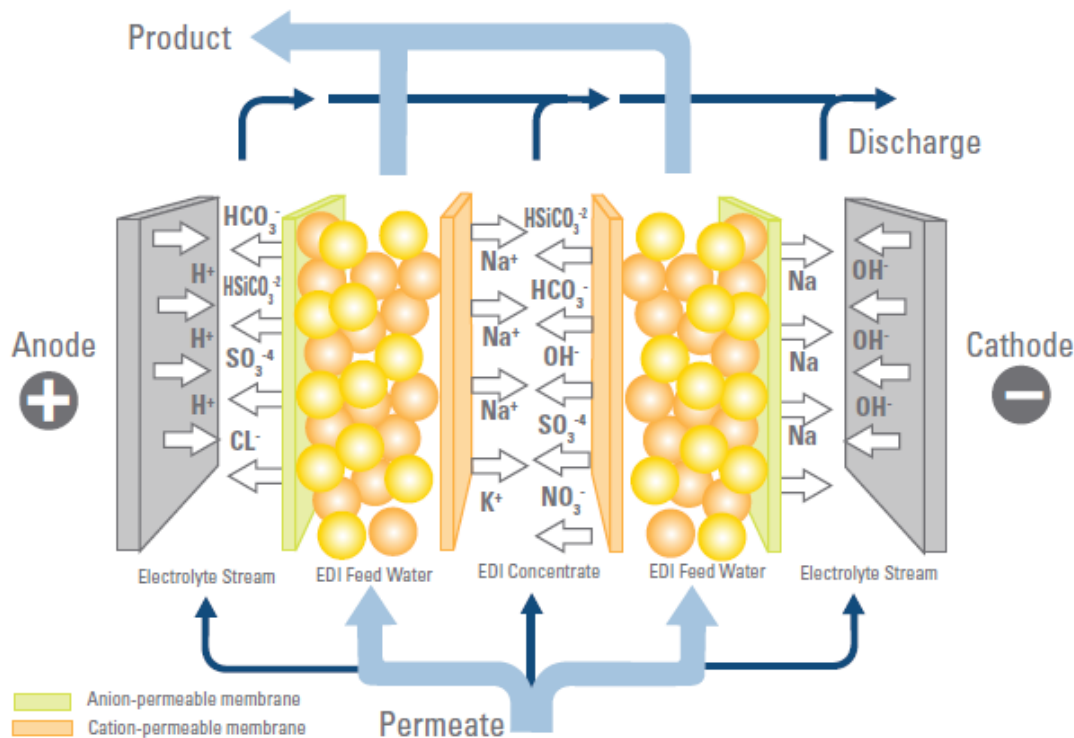
## 1.6 **Agua Destilada:** Elimina la mayor parte de los contaminantes del agua

- Se realiza con un destilador
- Elimina las sales consiguiendo una conductividad  $\cong 3 \mu\text{S}/\text{cm}$
- Elimina sólidos en suspensión
- Elimina materia orgánica (deja pasar volátiles hasta  $100^\circ\text{C}$ )

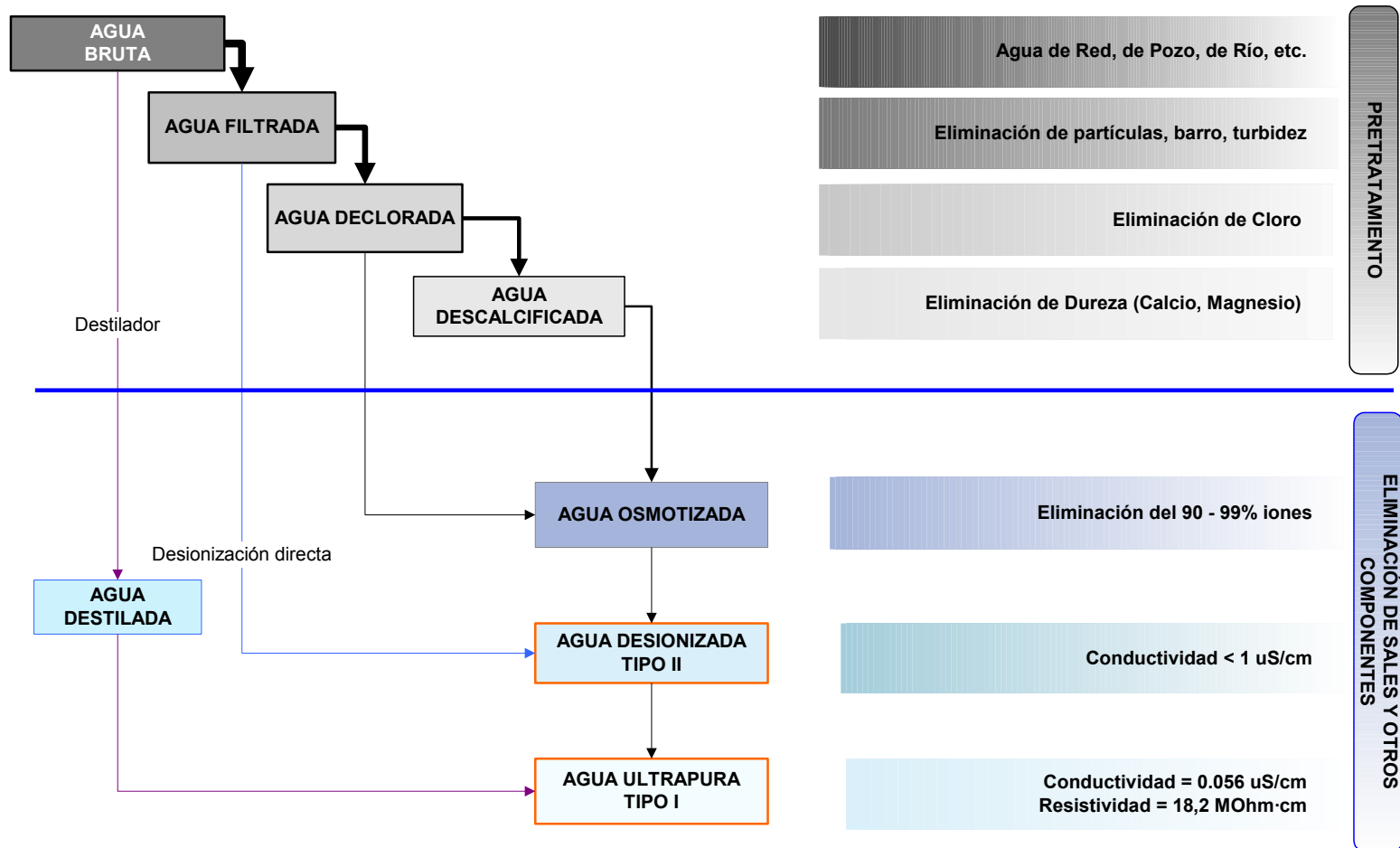


## 1.7 Agua Desionizada:

- Se realiza con un intercambiador de iones
- Elimina las sales



## Etapas de purificación del agua





## 1.8 Agua purificada Tipo II:

- Afinado final del agua hasta una conductividad  $< 1 \mu\text{S/cm}$
- Se realiza con resina de intercambio iónico de lecho mixto
- Apta para numerosos usos industriales y de laboratorio

## 1.8 Agua purificada Tipo II:

- Afinado final del agua hasta una conductividad  $< 1 \mu\text{S}/\text{cm}$
- Se realiza con resina de intercambio iónico de lecho mixto
- Apta para numerosos usos industriales y de laboratorio

## 1.9 Agua Ultrapura, Tipo I

- Afinado final del agua hasta una conductividad de  $0.055 \mu\text{S}/\text{cm}$
- Se realiza con resina de intercambio iónico especial
- Apta para aplicaciones muy específicas con máximo requisito de pureza

## 2. Motivos para usar agua purificada en industria y laboratorio

El motivo principal es realizar un aporte de agua libre de cualquier otra sustancia que puede causar interferencia en el proceso o producir un deterioro paulatino de las condiciones iniciales de composición de los productos empleados.

- |   |  |
|---|--|
| 2.1 Agua como <b>Ingrediente</b>          | Disoluciones acuosas: pinturas al agua, baños químicos, disolución de reactivos concentrados, etc. |
| 2.2 <b>Restitución</b> de agua evaporada: | Baños, Baterías eléctricas, Taladrinas, etc  |
| 2.3 <b>Requisito</b> del proceso:         | Electroerosión, Tecnología nanopartículas, Industria Electrónica, Baños electrolíticos, etc.       |
| 2.4 <b>Enfriamiento</b> de piezas         | Inmersión en baño de agua  |
| 2.5 <b>Mejora</b> del proceso             | Huecograbado, Electroerosión   |
| 2.6 <b>Prolongación</b> de uso            | Difusores y atomizadores, Taladrinas, galvanizado  |
| 2.7 <b>Limpieza</b>                       | Fabricación de Lentes, piezas de plástico, lavado final de piezas                                  |
| 2.8 <b>Refrigeración</b>                  | Circuitos eléctricos, láser  |

## 2. Motivos para usar agua purificada en industria y laboratorio

### **Agua tipo II: Agua de uso general de laboratorio:**

- Preparación de soluciones tampón, medios microbiológicos, reactivos
- Limpieza de material (lavavajillas), Autoclaves, Invernaderos
- Absorción atómica (dependiendo de la resolución)
- Cultivos hidropónicos
- Industria Química (agua purificada)
- Industria Farmacéutica y cosmética (agua purificada según USP)
- Laboratorios Veterinarios (agua purificada según USP)
- Análisis Clínicos
- Cámaras de Niebla salina
- Cámaras Climáticas

## 2. Motivos para usar agua purificada en industria y laboratorio

### **Agua Tipo I (Ultrapura): Agua para aplicaciones especiales.**

- Absorción atómica / ICP
- HPLC
- Cromatografía Iónica
- GC-MS
- Biología molecular
- PCR
- Cultivos celulares
- Secuenciación de ADN

## **3. Sistemas de purificación de Agua**

### **3.1 Desionización directa**

Coste elevado

Frecuente cambio de resina

Paradas para realizar renovación de resina

Eleva el coste de gestión de residuo

## **3. Sistemas de purificación de Agua**

### **3.1 Desionización directa**

Coste elevado

Frecuente cambio de resina

Paradas para realizar renovación de resina

Eleva el coste de gestión de residuo

### **3.2 Ósmosis inversa**

Apta para determinadas calidades de agua de entrada y de agua purificada

## **3. Sistemas de purificación de Agua**

### **3.1 Desionización directa**

Coste elevado  
Frecuente cambio de resina  
Paradas para realizar renovación de resina  
Eleva el coste de gestión de residuo

### **3.2 Ósmosis inversa**

Apta para determinadas calidades de agua de entrada y de agua purificada

### **3.3 Destilación**

Coste elevado  
No Ecológico: consumo elevado de electricidad y agua  
Paradas para realizar limpiezas periódicas con ácidos  
Posibles accidentes: vidrios rotos, incendios



### **3. Sistemas de purificación de Agua**

#### **3.1 Desionización directa**

Coste elevado  
Frecuente cambio de resina  
Paradas para realizar renovación de resina  
Eleva el coste de gestión de residuo

#### **3.2 Ósmosis inversa**

Apta para determinadas calidades de agua de entrada y de agua purificada

#### **3.3 Destilación**

Coste elevado  
No Ecológico: consumo elevado de electricidad y agua  
Paradas para realizar limpiezas periódicas con ácidos  
Posibles accidentes: vidrios rotos, incendios

#### **3.3 Equipos de purificación (Ósmosis inversa + Desionización)**

Coste inferior por litro producido  
Dotados de Monitorización  
Sistemas automáticos  
Mantenimiento sencillo y esporádico

## **4. Costes asociados y gestión**

### **4.1 Compra directa del agua**

El coste/litro puede ser bajo  
El coste de transporte suele ser elevado  
Hay que estar pendiente del nivel del depósito  
El suministro no es inmediato, puede estar sujeto a variaciones

### **4.2 Desionización directa**

Coste/litro más elevado  
Cambios frecuentes de resina: Paradas  
Hay que gestionar el suministro frecuente de botellones  
Genera cantidades de residuos a gestionar

### **4.3 Destilación**

El coste/litro es el más alto de todos  
Los litros de agua potable consumidos/litro de agua purificada son los más altos: 20-30 frente a 3-4.  
Hay que estar pendiente del nivel del depósito  
No hay control de la calidad del agua producida

## 4. Costes asociados y gestión

### 4.4 Equipos de purificación (Osmosis inversa + Desionización)

Coste reducido del agua producida (desde 0.01 €/litro)

El equipo es automático

Monitorización constante de parámetros críticos.

Mantenimiento muy reducido y sencillo

El depósito está siempre lleno

El agua puede ser usada en varios procesos/ usos

Tamaño reducido

Instalación y manejo muy sencilla

## 4.5 Ejemplo: Osmosis inversa + Desionización

**Purificación de agua con 1 litro de resina**  
(hasta <math>10 \mu\text{S}/\text{cm}</math>)

Entrada		ltrs que purifica	Osmosis 97%	
uS/cm	ppm		ppm Osmotizada	ltrs que purifica
100	70	286	2,1	9.524
150	105	190	3,2	6.349
200	140	143	4,2	4.762
250	175	114	5,3	3.810
300	210	95	6,3	3.175
350	245	82	7,4	2.721
400	280	71	8,4	2.381
450	315	63	9,5	2.116
500	350	57	10,5	1.905
550	385	52	11,6	1.732
600	420	48	12,6	1.587
800	560	36	16,8	1.190
900	630	32	18,9	1.058
1000	700	29	21,0	952
1500	1050	19	31,5	635
2000	1400	14	42,0	476

factor  
33

## **5. Clasificaciones de agua purificada**

### **Organismos que publican calidades de agua**

- ISO 3696
- ASTM D1193 (Soc. Americana Pruebas y materiales)
- NCCLS
- Farmacopeas

## 5. Clasificaciones de agua purificada

### Organismo Internacional para especificaciones de estandarización del agua para uso de laboratorio ISO 3696: 1987

Parámetro	Grado 1	Grado 2	Grado 3
pH a 25°C	N/A	N/A	5,0 a 7,5
Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C, máx.	0,1	1,0	5,0
Materia oxidable Contenido de oxígeno máx en mg/L.	N/A	0,08	0,4
Absorbancia a 254 nm y 1 cm de longitud de trayectoria óptica, unidades de absorbancia, máx.	0,001	0,01	No especificado
Residuos tras la evaporación al calentar a 110°C mg/kg, máx.	N/A	1	2
Contenido de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) máx en mg/L.	0,01	0,02	No especificado

## 5. Clasificaciones de agua purificada

### Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM) D1193-91 Especificaciones estándar para el agua de calidad de reactivo

Estas especificaciones contemplan los requisitos para el agua adecuada para utilizar en métodos de análisis químico y pruebas físicas. La elección de una de las calidades se determina por el método o el investigador.

Parámetro	Tipo I*	Tipo II **	Tipo III***	Tipo IV
Conductividad eléctrica Max. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ @ 25°C)	0,056	1,0	4,0	5,0
Resistividad eléctrica Min. ( $\text{M}\Omega\text{-cm}$ @ 25°C)	18,0	1,0	0,25	0,2
pH a 25°C	-	-	-	5,0 - 8,0
TOC máx. ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	10	50	200	Sin límite
Sodio máx. ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	1	5	10	50
Sílice máx. ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	3	3	500	Sin límite
Cloro máx. ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	1	5	10	50
*Requiere el uso de un filtro de membrana de 0,2 $\mu\text{m}$ ** Preparado mediante destilación *** Requiere el uso de un filtro de membrana de 0,45 $\mu\text{m}$				

Si es necesario controlar el contenido microbiológico del agua, el agua de calidad reactivo se clasifica según el siguiente criterio:

Parámetro	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Número total de bacterias CFU/100 ml	1	10	1000
Endotoxinas máx. IU/ml	0,03	0,25	-

## 5. Clasificaciones de agua purificada

### Comité Nacional para Normas de Laboratorios Clínicos (NCCLS) (1988)

Parámetro	Tipo I	Tipo II	Tipo III
Bacterias (CFU/ml)	< 10	< 1000	NA
pH	NA	NA	5,0 - 8,0
Resistividad (MΩ-cm @ 25°C)	> 10*	> 1	> 0,1
Sílice mg/L	< 0,05	< 0,1	< 1
Sólidos totales mg/L	0,1	1	5
Carbono orgánico total oxidable mg/L	< 0,05	< 0,2	< 1

El agua de Tipo I no debe tener partículas mayores que 0,2µm

\* La resistividad del Tipo I debe medirse en línea



## 5. Clasificaciones de agua purificada

### Normas de farmacopea

Distintas farmacopeas han establecido calidades para el agua. Entre las más conocidas se encuentran la USP (EE. UU) y la EP (Farmacopea Europea). Las farmacopeas establecen también criterios de pureza para agua con aplicaciones estériles y para inyectables (criterios microbiológicos y de pirógenos)

### Agua Purificada:

Parámetro	EP	USP
Nitratos	<0,2 ppm	-
Metales pesados	<0,1 ppm	-
Carbono orgánico total	<500 µg/L C	<500 µg/L C
Conductividad	<4,3 µS/cm a 20°C	<1.3 µS/cm a 25°C
Bacterias (orientativo)	<100 CFU/ml	<100 CFU/ml