

CONDICIONES DE LOS CUERPOS DE AGUA

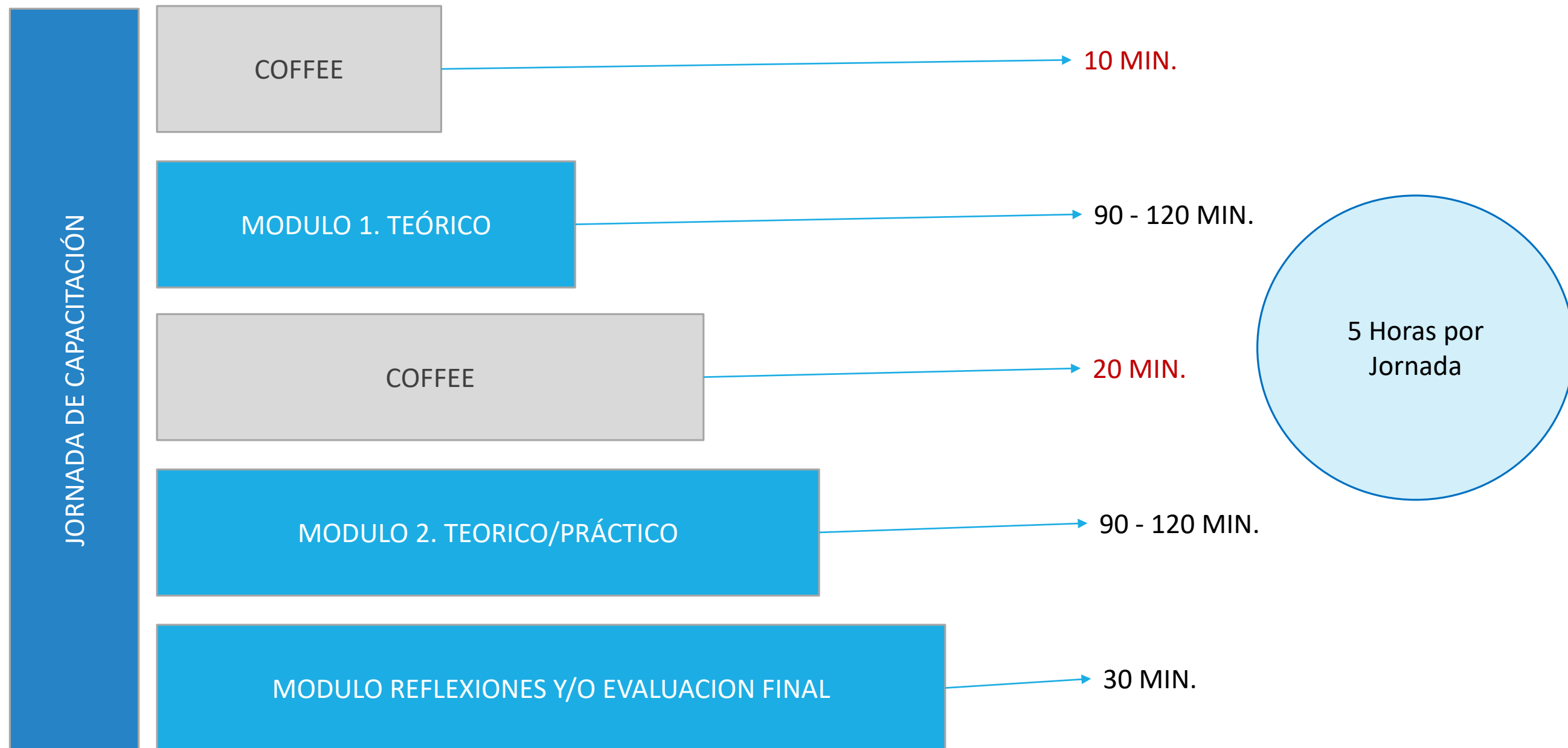
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL PARA
LAS COMUNAS DE QUINTERO/PUCHUNCAVÍ

RELATOR

DR. ALVARO TORRES ARAVENA

PROFESOR ASOCIADO
ESCUELA INGENIERÍA BIOQUÍMICA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA
VALPARAÍSO

DESARROLLO DE LAS JORNADAS



CONTENIDOS

Parte 1

TEÓRICO: CONCEPTOS BÁSICOS CALIDAD AGUA Y DESCARGA RESÍDUOS LÍQUIDOS

- AGUA POTABLE
- CONCEPTOS DISPONIBILIDAD AGUA PARA CONSUMO HUMANO
- EVOLUCIÓN VOLÚMENES AGUA Y SUPERFICIE HUMEDALES
- CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO: NCh.409/1 y 409/2
- TRATAMIENTO DE RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS (RILes) Y AGUAS SERVIDAS

Parte 2

PRÁCTICO: CALIDAD Y CANTIDAD DEL RECURSO AGUA EN QUINTERO-PUCHUNCAVÍ

REVISIÓN ANTECEDENTE CANTIDAD Y CALIDAD AGUA QUINTERO-PUCHUNCAVÍ
MARCO NORMATIVO RECURSO HÍDRICO
DISPONIBILIDAD AGUA SUBTERRANEA QUINTERO-PUCHUNCAVÍ
BIODIVERSIDAD QUINTERO-PUCHUNCAVÍ

JORNADA 6

MODULO 1. TEÓRICO

CONTENIDOS

1. **AGUA POTABLE**
2. **CONCEPTOS** DISPONIBILIDAD AGUA PARA CONSUMO HUMANO
3. **EVOLUCIÓN** DE VOLÚMENES DE AGUA Y HUMEDALES
4. **CALIDAD** AGUA PARA CONSUMO HUMANO (N.Ch 409)
5. **TRATAMIENTO** DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES Y AGUAS SERVIDAS

1. AGUA POTABLE

DEFINICIÓN:

Agua potable corresponde al Agua que reúne ciertas **características** que hacen posible el consumo humano, sin presentar riesgos a la salud.



El agua en Chile debe cumplir con **43 parámetros de calidad**, agrupados en:

QUÍMICOS

BACTERIOLÓGICOS

FÍSICOS

DESINFECCIÓN



PARÁMETROS CALIDAD

PARÁMETROS QUÍMICOS

PARÁMETROS FÍSICOS

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

PARÁMETROS DESINFECCIÓN

1.1 Elementos Escenciales

1.2 Elementos no Escenciales

1.3 Sustancias orgánicas

1.4 Plaguicidas

1.5 Productos secundarios de Desinfección



COBRE (Cu):

Proveniente de la corrosión de las cañerías de viviendas y la erosión de depósitos naturales. *En concentraciones muy altas la presencia de cobre da un sabor muy desagradable al agua.*



HIERRO (Fe):

Afecta el sabor del Agua. Puede formar depósitos en redes de distribución y alteración de turbidez y color de agua.



FLUOR (F⁻):

Es adicionado en agua afin de combatir la formación de caries dental. *Altas concentraciones pueden promover la formación de “fluorosis” y dañar la estructura ósea.*



CROMO (Cr):

Presente de forma natural en rocas, plantas y suelos. Cromo Hexavalente (VI) es dañino para la salud humano, pudiendo provocar cáncer.



MANGANESO (Mn): *No presenta efectos adversos para la salud pero si puede influir en la calidad del agua haciendo que esta se torne turbia y se altere su sabor, así como puede hacer que el agua manche la ropa.*

PARÁMETROS CALIDAD

PARÁMETROS QUÍMICOS

PARÁMETROS FÍSICOS

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

PARÁMETROS DESINFECCIÓN

1.1 Elementos Escenciales

1.2 Elementos no Escenciales

1.3 Sustancias orgánicas

1.4 Plaguicidas

1.5 Productos secundarios de Desinfección



SELENIO (Se):

Proveniente de la corrosión de las cañerías de viviendas y la erosión de depósitos naturales. *En concentraciones muy altas la presencia de cobre da un sabor muy desagradable al agua.*



ZINC (Zn):

Afecta el sabor del Agua. Puede formar depósitos en redes de distribución y alteración de turbidez y color de agua.



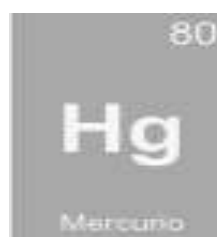
ARSENICO (As):

Es adicionado en agua afin de combatir la formación de caries dental. *Altas concentraciones pueden promover la formación de "fluorosis" y dañar la estructura ósea.*



CADMIO (Cd):

Presente de forma natural en rocas, plantas y suelos. Cromo Hexavalente (VI) es dañino para la salud humano, pudiendo provocar cáncer.



MERCURIO (Hg):

Metal pesado muy tóxico. Afecta el sistema nervioso e inmunitario, aparato digestivo, piel, pulmones, riñones y ojos.

PARÁMETROS CALIDAD

PARÁMETROS QUÍMICOS

PARÁMETROS FÍSICOS

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

PARÁMETROS DESINFECCIÓN

1.1 Elementos Esenciales

1.2 Elementos no Esenciales

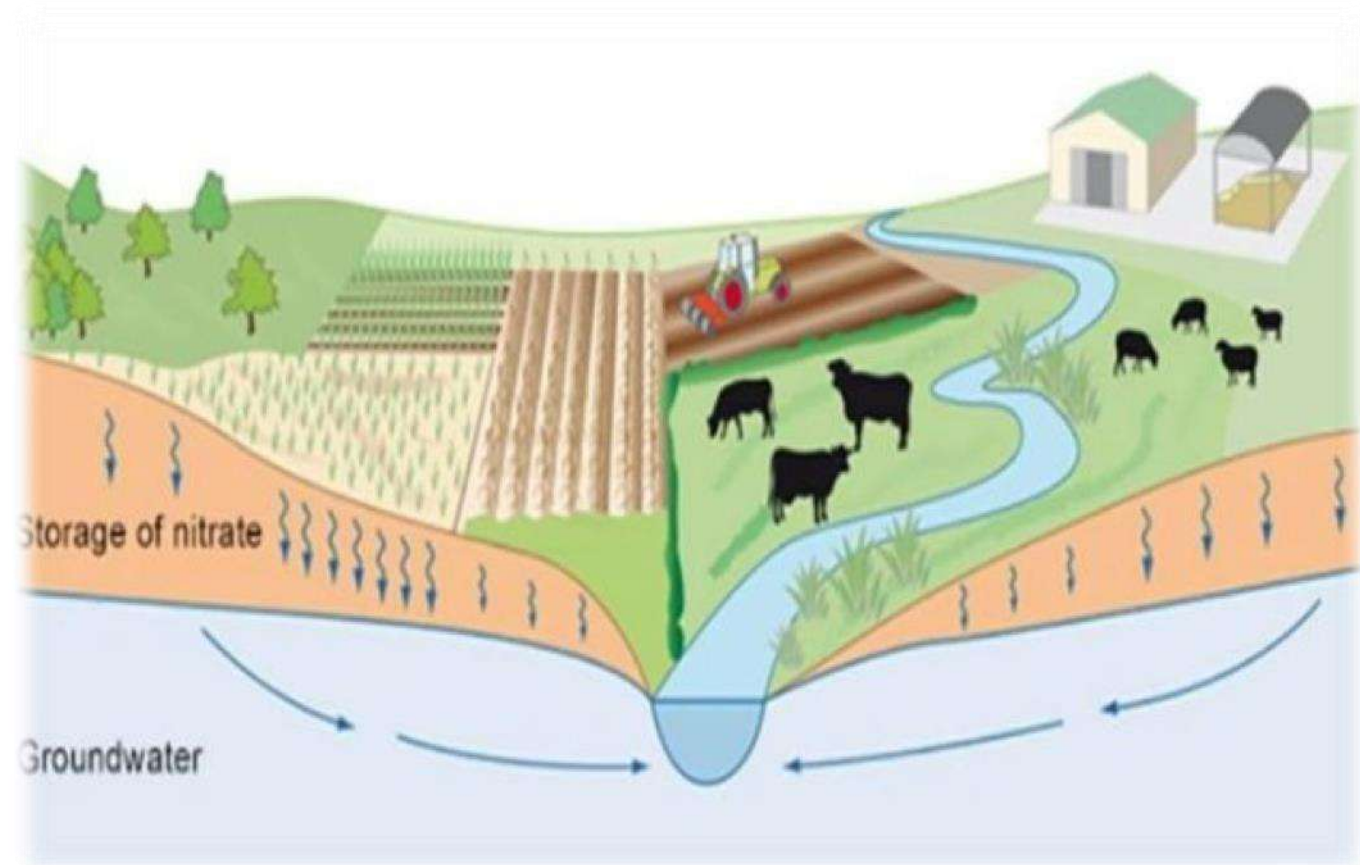
1.3 Sustancias orgánicas

1.4 Plaguicidas

1.5 Productos secundarios de Desinfección

NITRITOS (NO_2) Y NITRATOS (NO_3)

- Las concentraciones altas de nitratos generalmente se encuentran en el agua en zonas rurales por la descomposición de la materia orgánica y los fertilizantes utilizados.
- El ion nitrito es menos estable que el ion nitrato. Es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que solo se encuentra en cantidades apreciables en condiciones de baja oxigenación.



PARÁMETROS CALIDAD

PARÁMETROS QUÍMICOS

PARÁMETROS FÍSICOS

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

PARÁMETROS DESINFECCIÓN

1.1 Elementos Esenciales

1.2 Elementos no Esenciales

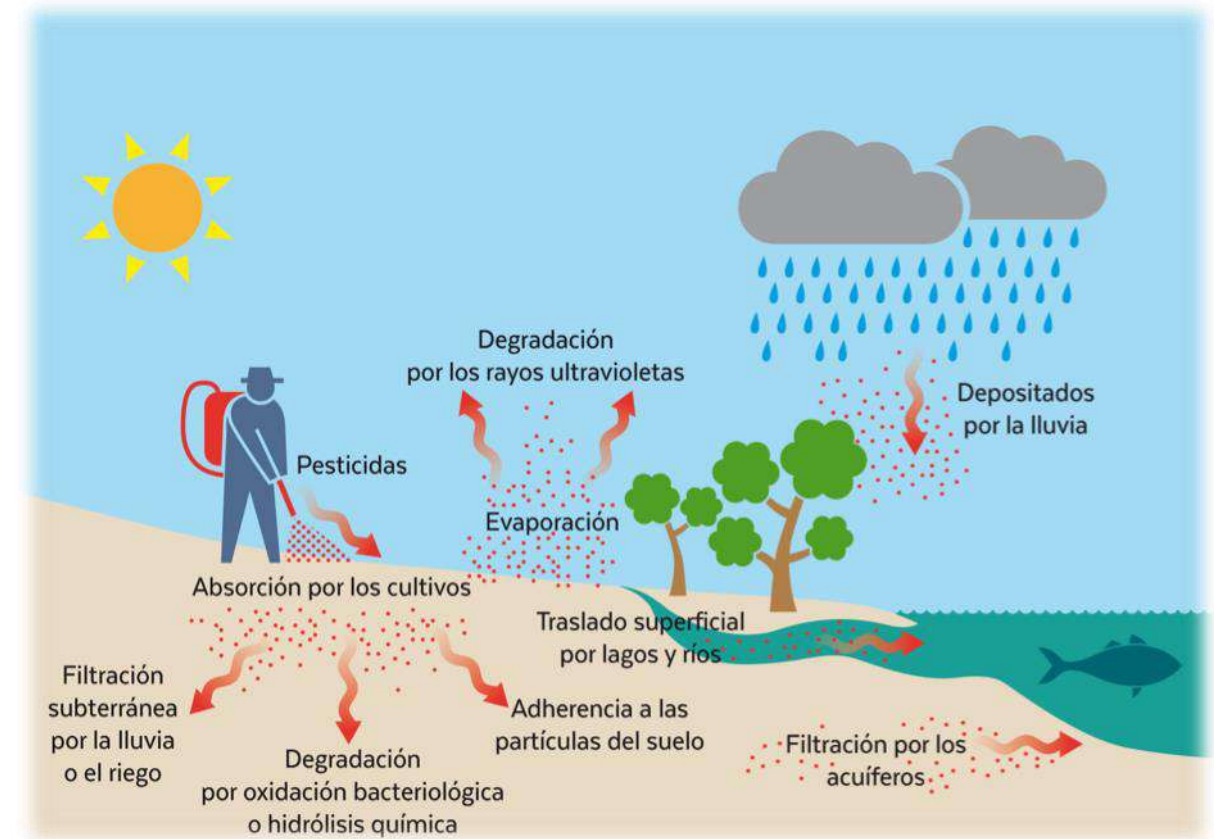
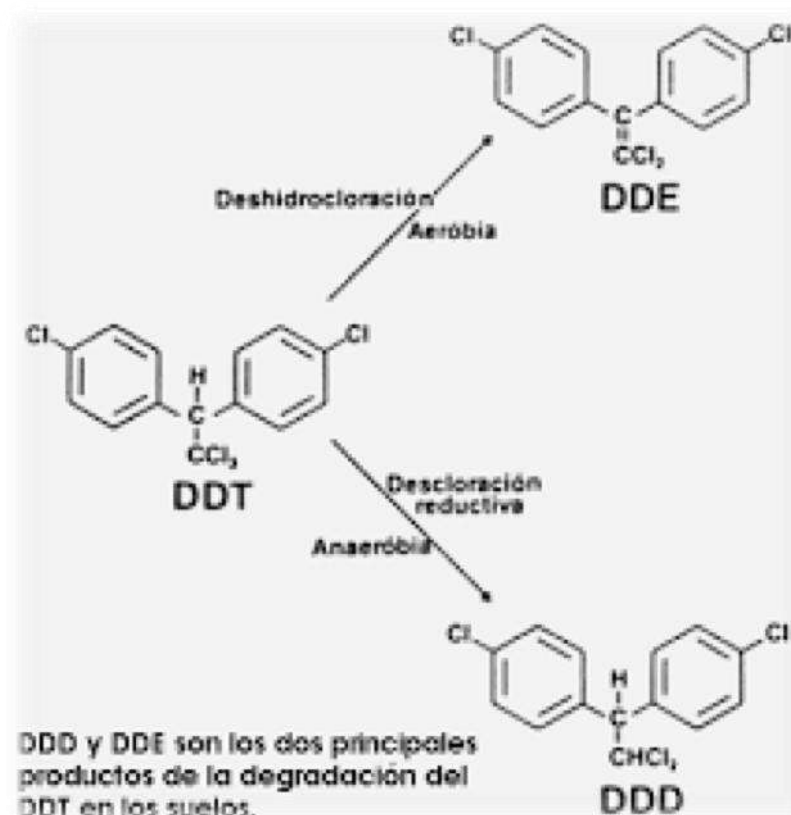
1.3 Sustancias orgánicas

1.4 Plaguicidas

1.5 Productos secundarios de Desinfección

PLAGUICIDAS

- El término "plaguicida" es una palabra compuesta que comprende todos los productos químicos utilizados para destruir las plagas o controlarlas. En la agricultura, se utilizan herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas y rodenticidas.
- TETRACLOROETENO, BENCENO, TOLUENO, XILENOS**
- DDT, DDD, DDE, LINDANO, METOXICLORANO, PENTACLOROFENOL



PARÁMETROS CALIDAD

PARÁMETROS QUÍMICOS

PARÁMETROS FÍSICOS

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

PARÁMETROS DESINFECCIÓN

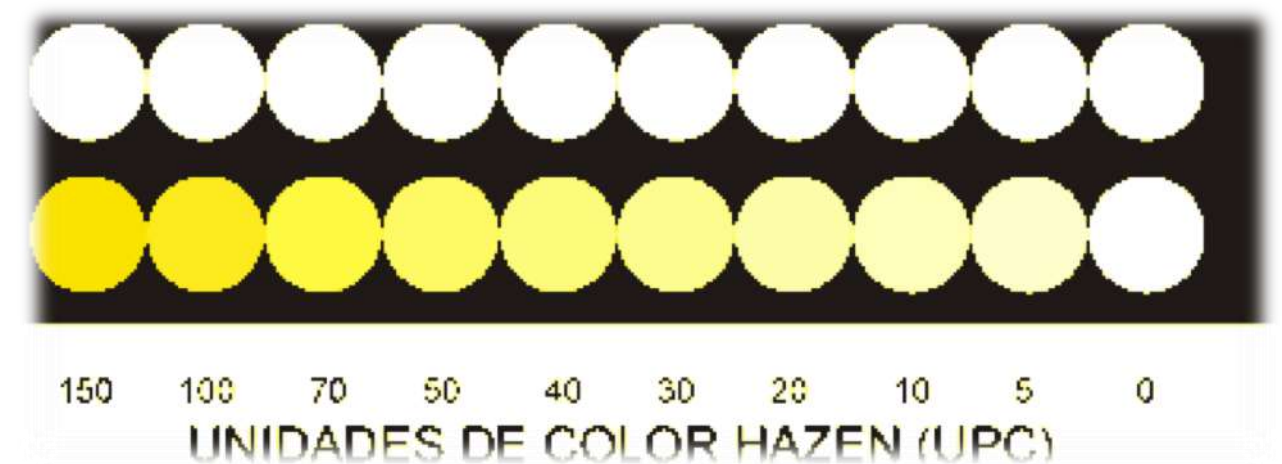
2.1 FÍSICOS

2.2 INORGÁNICOS

2.3 ORGÁNICOS

COLOR VERDADERO

- Corresponde al color de una solución acuosa asociado solamente al color de agua y sustancias disueltas (excluye partículas en suspensión, es decir la turbiedad).



PARÁMETROS CALIDAD

PARÁMETROS QUÍMICOS

PARÁMETROS FÍSICOS

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

PARÁMETROS DESINFECCIÓN

2.1 FÍSICOS

2.2 INORGÁNICOS

2.3 ORGÁNICOS

OLOR

- Sustancias generadoras de olor en agua pueden provenir de compuestos orgánicos derivados de actividad microbiana o descarga de desechos industriales
- H_2S (olor a huevo podrido), olor a Cloro (Cl^-), Geosmina (olor a tierra), Mucidona (olor a moho)
- pH y Temperatura afectan la percepción del olor



PARÁMETROS CALIDAD

PARÁMETROS QUÍMICOS

PARÁMETROS FÍSICOS

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

PARÁMETROS DESINFECCIÓN

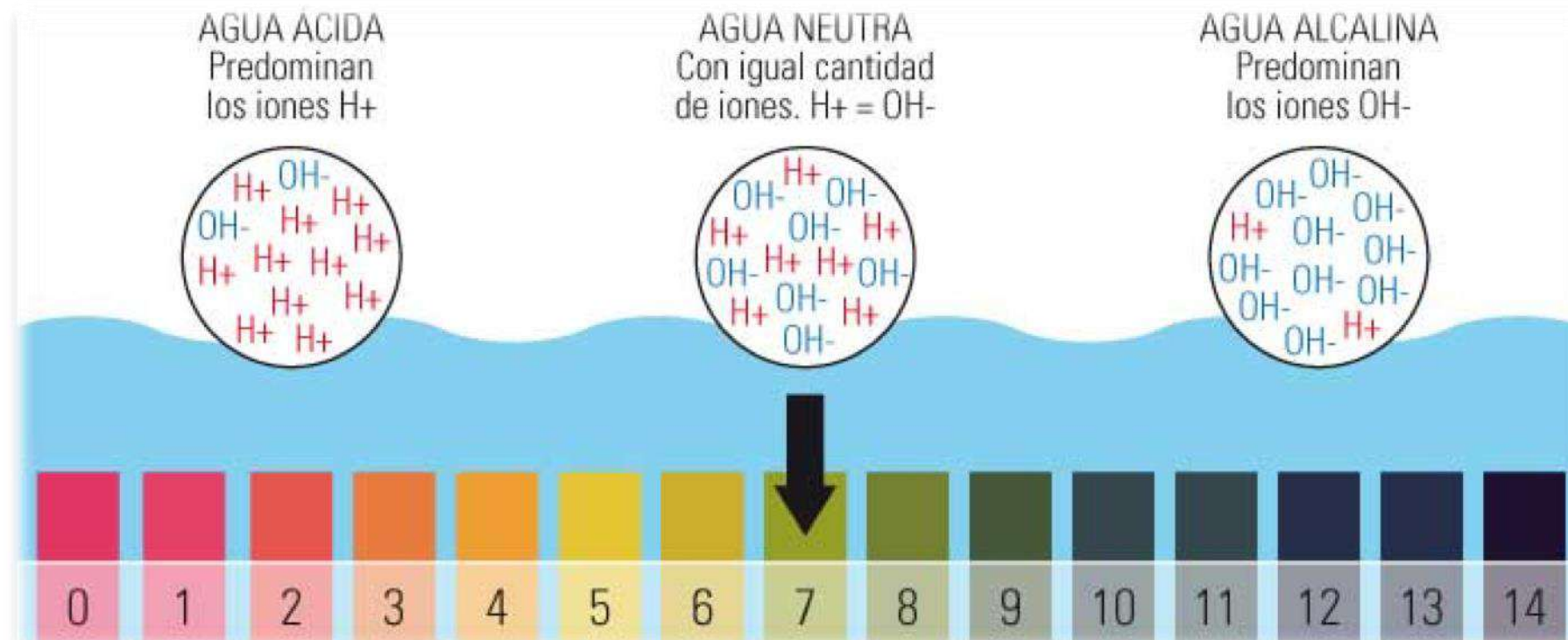
2.1 FÍSICOS

2.2 INORGÁNICOS

2.3 ORGÁNICOS

pH

- El pH indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno (H^+).
- Agua con bajo pH (pH ácido) provoca daño prematuro a tuberías, sabor metálico y amargo en agua, manchas en ropa,
- Agua con alto pH (pH Básico) puede presentar problemas como sarro en tuberías, sabor salino del agua,



PARÁMETROS CALIDAD

PARÁMETROS QUÍMICOS

PARÁMETROS FÍSICOS

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

PARÁMETROS DESINFECCIÓN

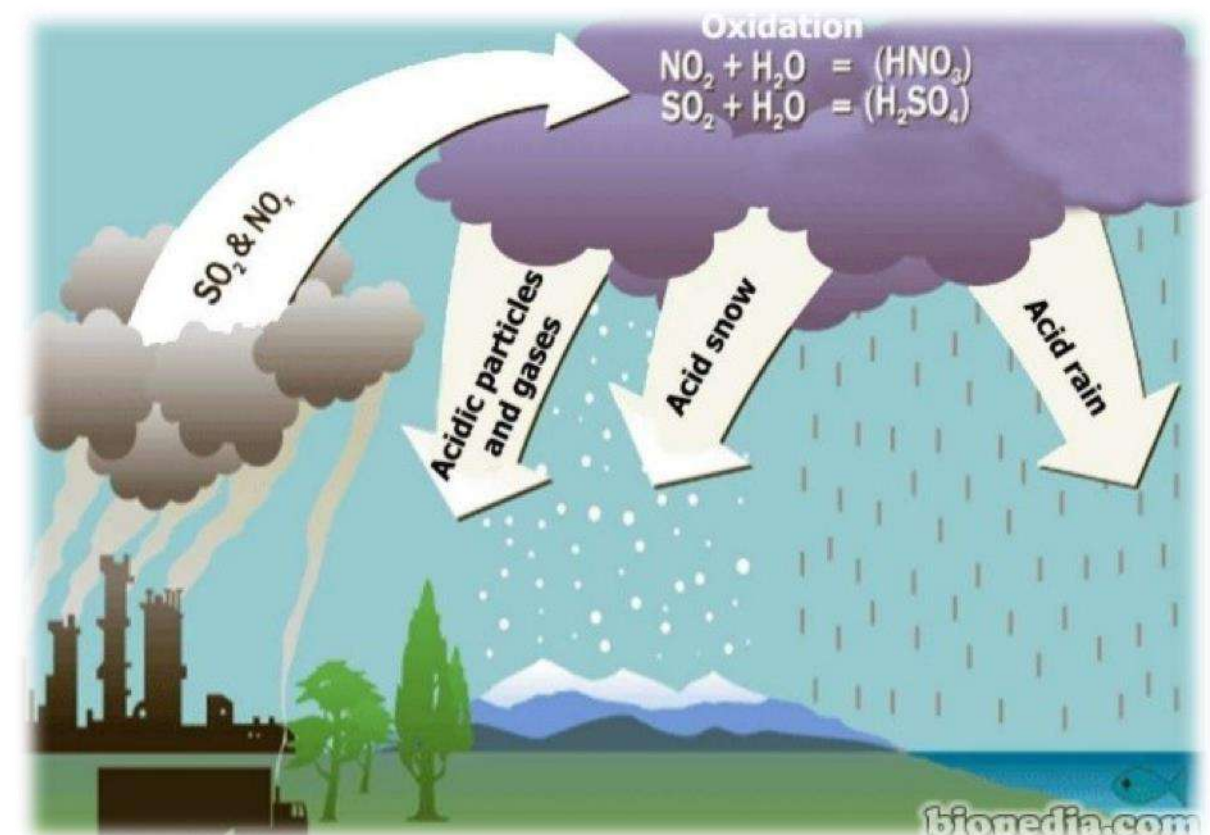
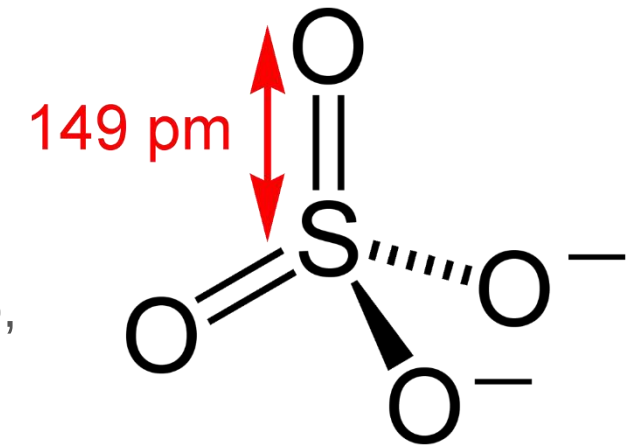
2.1 FÍSICOS

2.2 INORGÁNICOS

2.3 ORGÁNICOS

SULFATO (SO_4)

- Una alta concentración de sulfato en agua potable tiene un efecto laxativo (combinado con calcio y magnesio)
- Proviene principalmente de la oxidación de minerales de sulfito, desechos industriales y agua lluvia.



PARÁMETROS CALIDAD

PARÁMETROS QUÍMICOS

PARÁMETROS FÍSICOS

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

PARÁMETROS DESINFECCIÓN

2.1 FÍSICOS

2.2 INORGÁNICOS

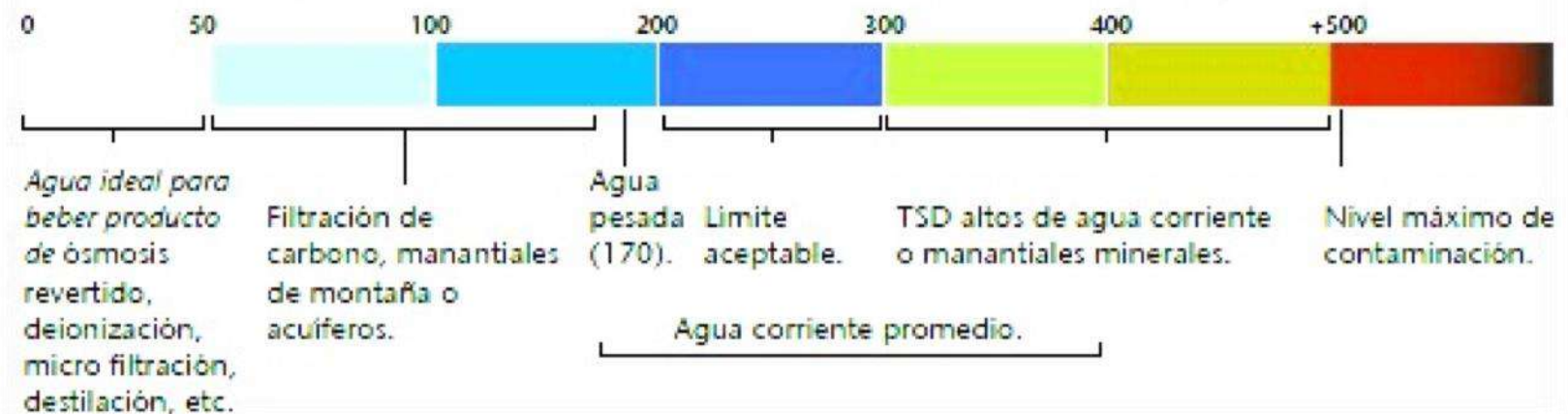
2.3 ORGÁNICOS

SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)

- Material disuelto en medio acuoso que permanece después de proceso de filtración.
- Los sólidos disueltos totales están compuestos principalmente por compuestos inorgánicos (sales, minerales, carbonatos, etc) y algunos compuestos orgánicos disueltos en agua.
- El total de sólidos disueltos puede afectar el color, olor y sabor del agua.



TDs en PPM (Total Sólidos Disueltos en Partes por Millón)



PARÁMETROS CALIDAD

PARÁMETROS QUÍMICOS

PARÁMETROS FÍSICOS

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

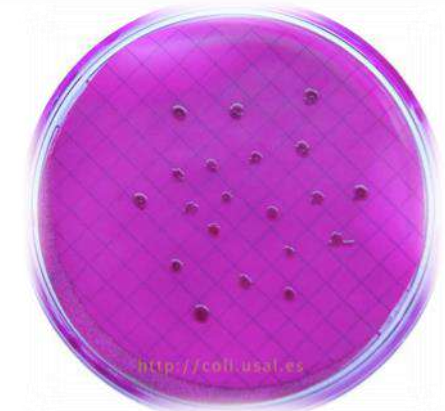
PARÁMETROS DESINFECCIÓN

3.1 MICROORGANISMOS

3.2 TURBIEDAD

COLIFORMES TOTALES

- Corresponden a microorganismos que pueden estar presentes en el agua y que proceden del suelo, aguas y plantas.
- Al estar presentes en intestinos de animales y humanos, la presencia de coliformes es un indicativo de contaminación con material fecal o desechos de alcantarillado.
- Coliformes que pueden estar en el agua y son patógenos son bacterias que causan diarrea y vómitos, protozoarios (disentería), virus (polio, hepatitis, Helminthos (lombrices, tenia que causan diarrea), etc.



PARÁMETROS CALIDAD

PARÁMETROS QUÍMICOS

PARÁMETROS FÍSICOS

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

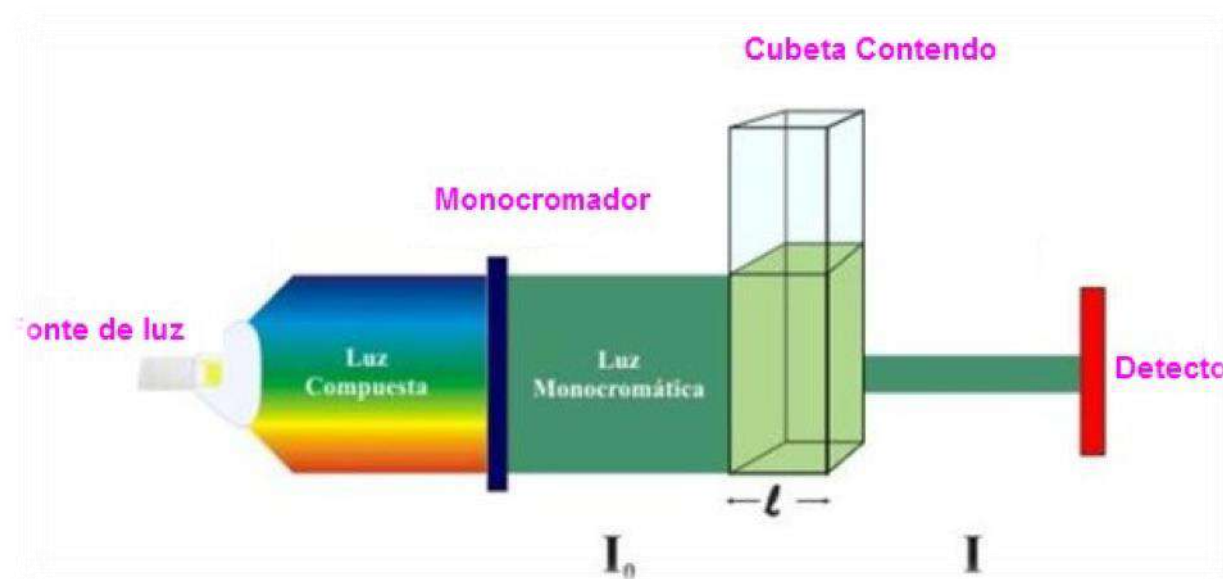
PARÁMETROS DESINFECCIÓN

3.1 MICROORGANISMOS

3.2 TURBIDEZ

TURBIDEZ

- La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia
- La causa dice relación con la presencia de partículas en suspensión
- Fitoplancton, sedimentos, algas, etc pueden ser partículas suspendidas que enturbian el agua
- En agua potable la turbidez incide prioritariamente en el aspecto estético



2. CONCEPTOS DE DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

2. Conceptos disponibilidad agua para consumo humano

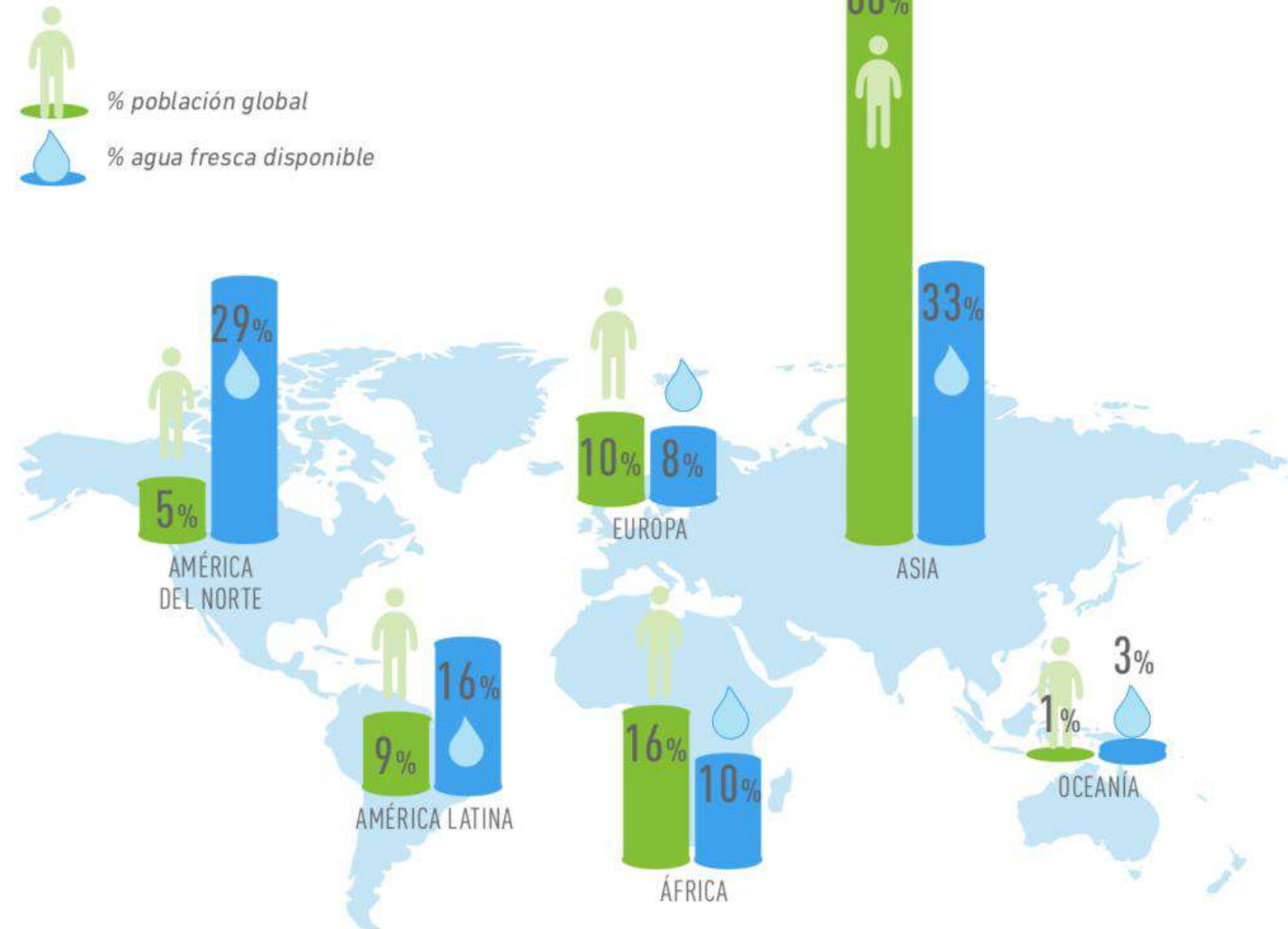
- Disponibilidad Agua:
- Consumo doméstico:
- Umbral de presión hídrica
- Umbral de penuria

REPARTO EN FUNCIÓN DE LA RENTA PER CÁPITA

	RENTA ALTA	RENTA BAJA	MEDIA MUNDIAL	ESPAÑA
AGRICULTURA	40	80	65	62
INDUSTRIA	45	10	25	25
CONSUMO HUMANO	15	10	10	12

2. Conceptos disponibilidad agua para consumo humano

FIGURA 1
DISTRIBUCIÓN DEL AGUA Y POBLACIÓN A NIVEL MUNDIAL



Fuente: Citi Research (Torras, 2017).

2. Conceptos disponibilidad agua para consumo humano

EL AGUA EN EL MUNDO

Rafael_DiazLeal



70%
de su superficie está cubierta de agua

de la cual:



97.5%
es agua salada



2.5%
es agua dulce

DEL TOTAL DE AGUA DULCE EN EL MUNDO



son aguas subterráneas de difícil acceso



son glaciares, nieve o hielo



es agua disponible para consumo humano y los ecosistemas

SU EXTRACCIÓN POR USO ES



SECTOR AGROPECUARIO

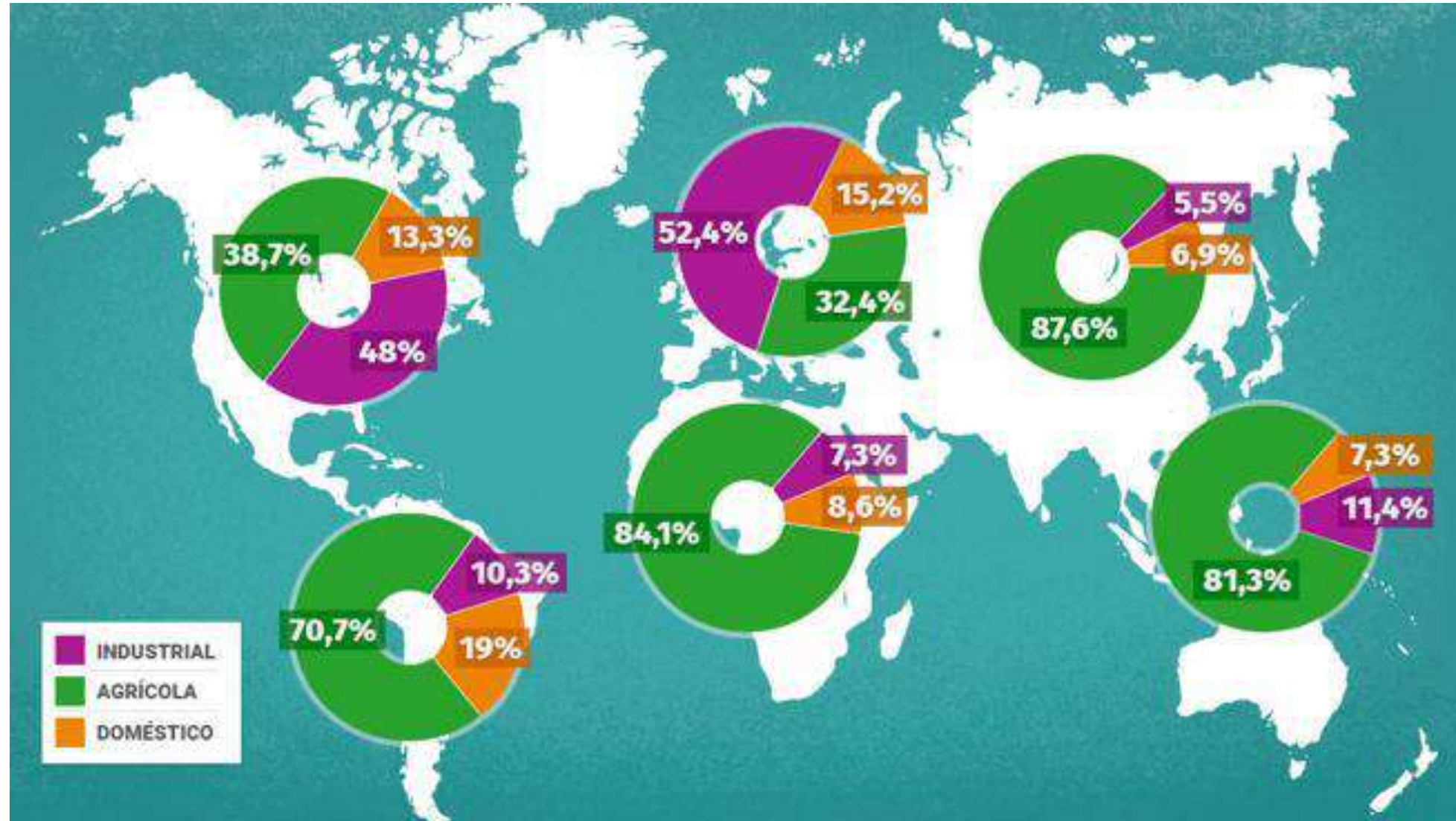


SECTOR INDUSTRIAL



SECTOR MUNICIPAL

Uso del agua por continente



Cobertura agua potable Mundial

By 2015, 181 countries had achieved over 75% coverage with at least basic drinking water services³

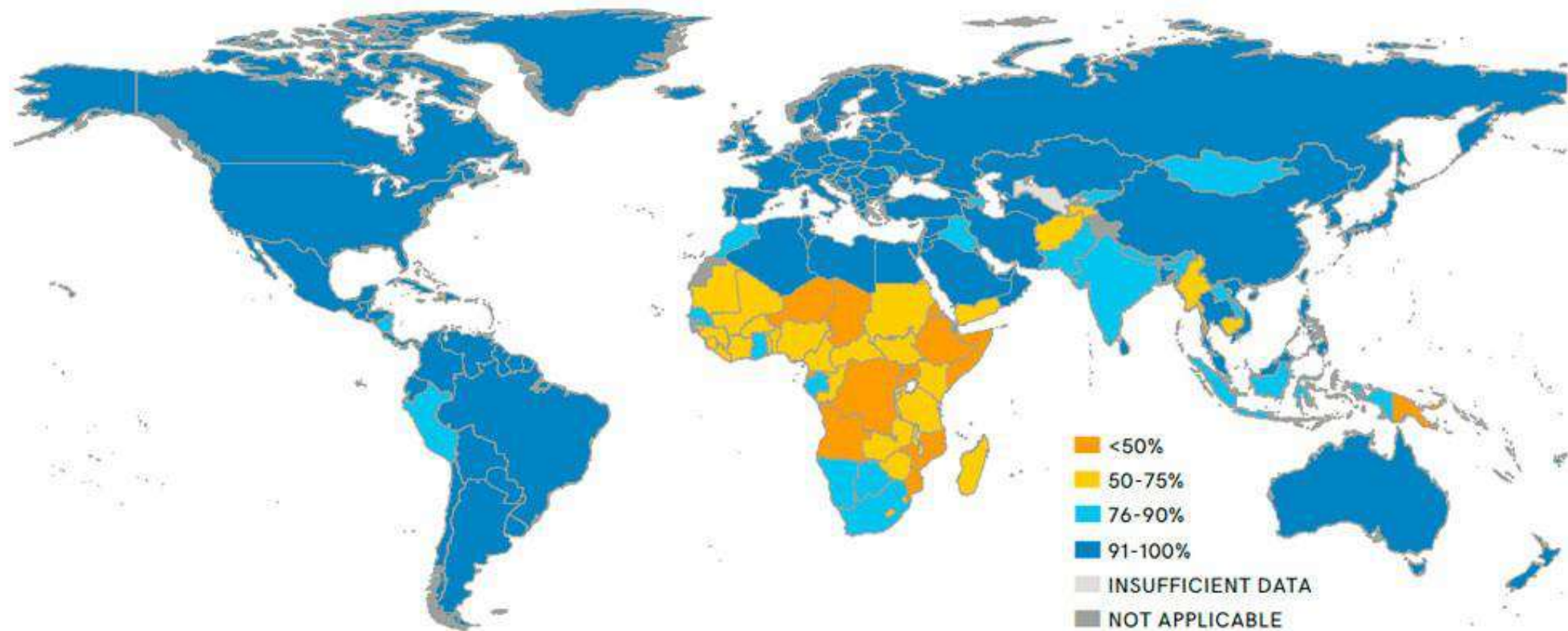


Fig. 4 Proportion of population using at least basic drinking water services, 2015

¹ National estimates are made where data are available for at least 50% of the relevant population. Regional and global estimates are made where data are available for at least 30% of the relevant population.

² This report refers to the SDG region of "Oceania excluding Australia and New Zealand" as Oceania.

³ The JMP tracks progress for 232 countries, areas and territories, including all United Nations Member States. Statistics in this report refer to countries, areas or territories.

Niveles acceso agua Mundial



3. Evolución de volúmenes de agua y superficie de humedales

EVOLUCIÓN VOLUMENES AGUA

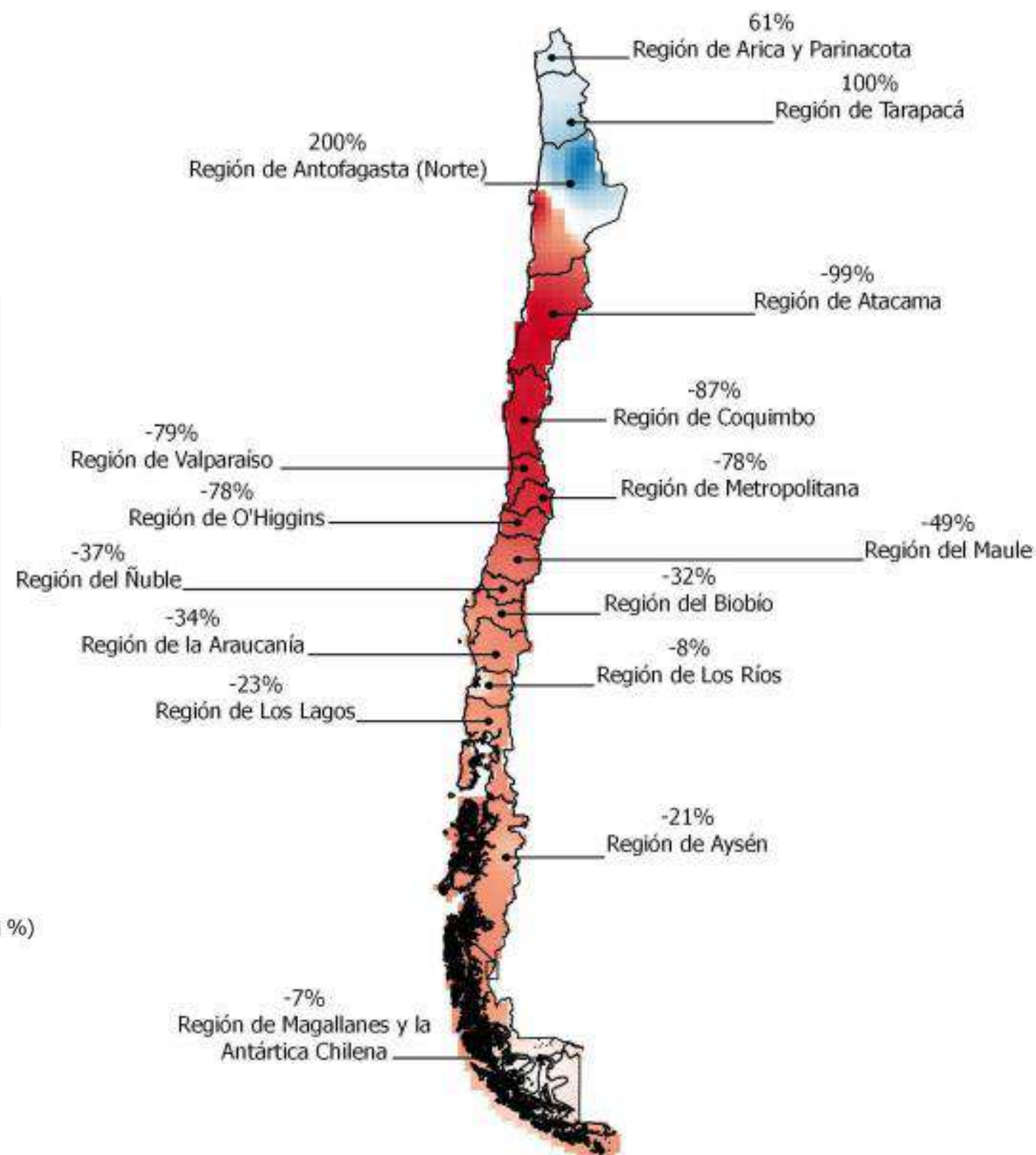
PRECIPITACIONES

La Serena	La Serena	0.0	11.4	50.9	90.9	-87
Ovalle	Ovalle	0.0	8.5	37.6	105.8	-92
Emb. Paloma	Monte Patria	0.0	11.5	48.4	135.8	-92
Cogotí 18	Combarbala	0.0	20.4	55.7	183.4	-89
Huintil	Illapel	0.0	21.6	103.7	221.2	-90
Coirón	Salamanca	0.0	33.0	149.0	315.3	-90
Vilcuya	Lon Andes	0.0	64.0	145.5	370.4	-83
San Felipe	San Felipe	0.0	38.7	84.4	230.2	-83
Lago Peñuelas	Valparaíso	0.0	146.0	342.0	693.9	-79
Emb. El yeso	San Jose de Maipo	7.4	111.9	234.2	657.2	-83
Cerro Calán	Las Condes	1.5	85.5	164.6	427.9	-80
Santiago (MOP)	Santiago	0.0	74.1	137.2	339.5	-78
Rancagua	Rancagua	0.3	94.6	222.4	433.9	-78
San Fernando	San Fernando	2.5	197.1	419.5	704.0	-72
Convento Viejo	Chimbarongo	2.5	226.1	417.7	671.1	-66
Curicó	Curicó	5.0	219.7	452.0	633.2	-65
Talca	Talca	17.1	315.0	406.5	622.7	-49

Leyenda

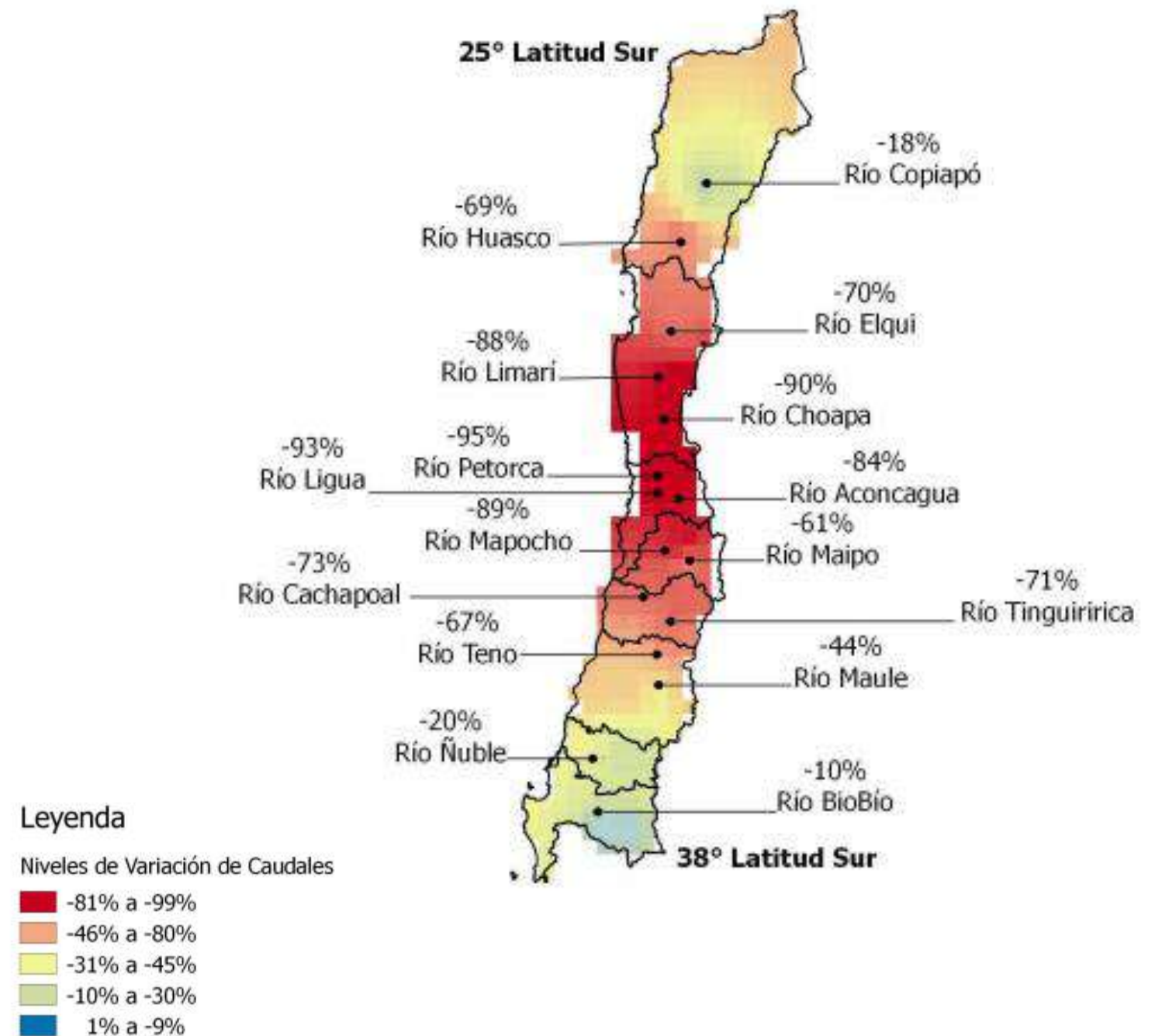
Déficit / Superávit (al mes de Octubre en %)

- 70% a -100%
- 1% a -69%
- 0% (Año Normal)
- 1% a 69%
- 70% a 100%
- 101% a 200%



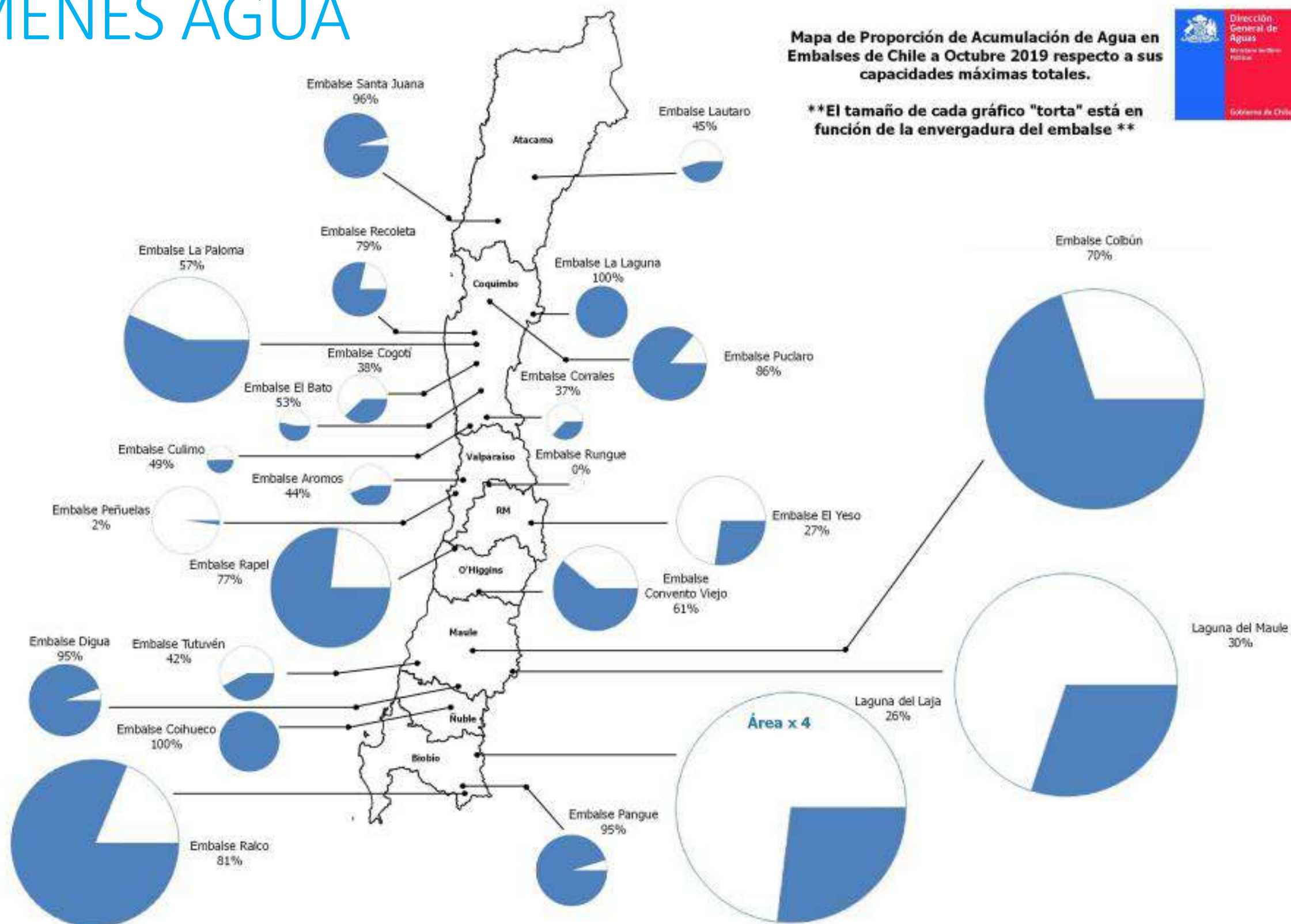
EVOLUCIÓN VOLUMENES AGUA

RIOS



EVOLUCIÓN VOLUMENES AGUA

EMBALSES

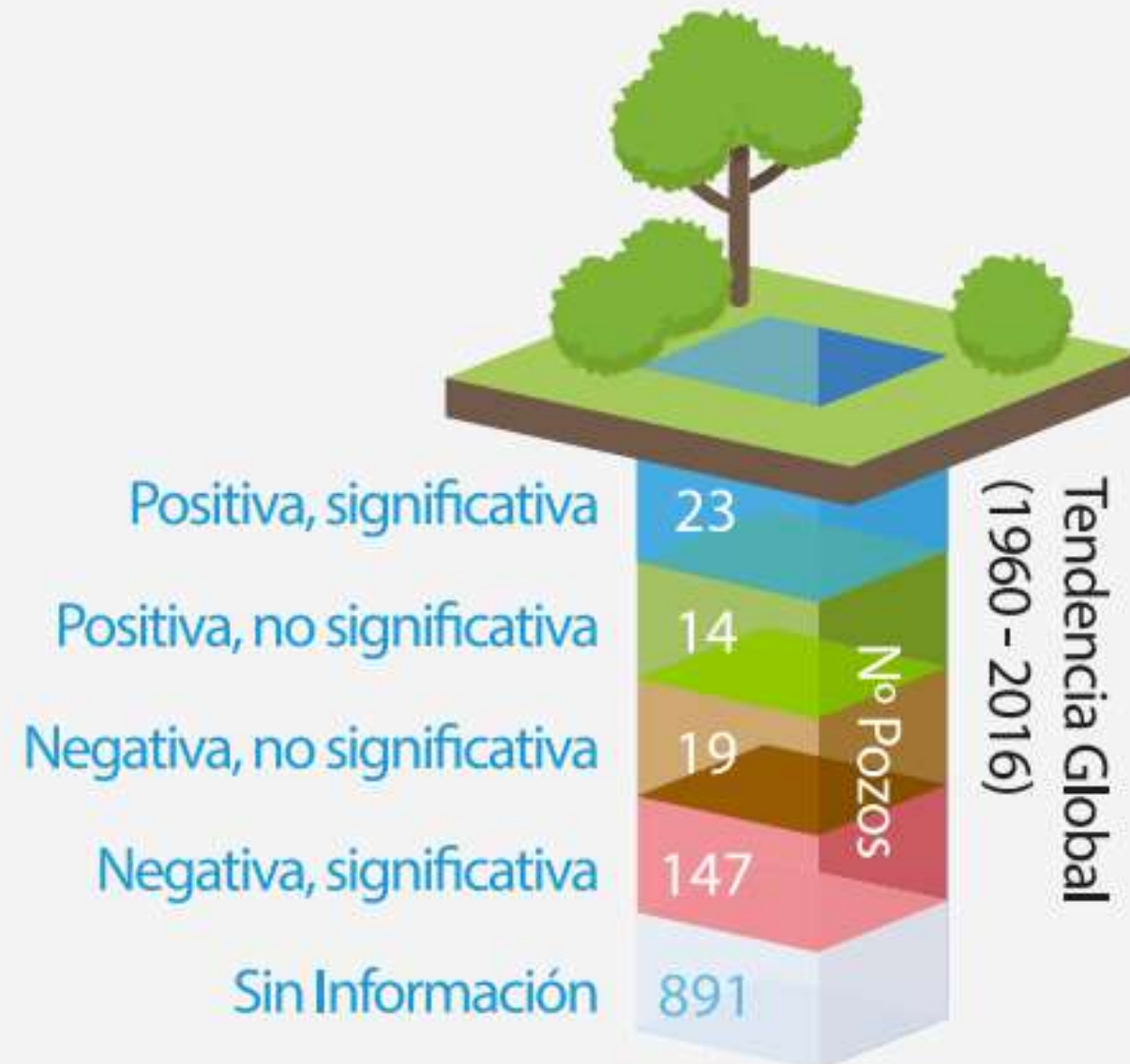


EVOLUCIÓN VOLUMENES AGUA

AGUAS SUBTERRÁNEAS: Niveles de pozos

De los 203 pozos
medidos en Chile, un
72% presenta una
tendencia negativa
significativa.

Fuente: Escenarios
Hídricos 2030, basado en
CAZALAC 2017



PARÁMETROS CALIDAD

HUMEDALES

“los pantanos y marismas, lagos y ríos, pastizales húmedos y turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, zonas marinas próximas a las costas, manglares y arrecifes de coral, así como sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, embalses y salinas”

“las zonas húmedas que dividen en áreas de ciénagas, pantanos, áreas de musgos o agua, sean éstas naturales o artificiales, permanentes o temporales, de aguas estáticas o corrientes, frescas, con helechos o saladas, incluyendo zonas de agua de mar cuya profundidad no exceda de seis metros durante la marea baja”



HUMEDALES



BENEFICIOS DE LOS HUMEDALES

- Abastecimiento de agua
- Saneamiento ambiental
- Control de inundaciones
- Recursos forestales, vida silvestre y forrajeros (alimento animal)
- Control de erosión
- Retención de sedimentos y nutrientes
- Estabilizadores de clima
- Medio de transporte, recreación, ecoturismo y vida silvestre

HUMEDALES



PATRIMONIO PAISAJÍSTICO Y CULTURAL: Imagen de marca de los territorios, mejoramiento del entorno de vida



ACTIVIDADES TURÍSTICAS Y RECREATIVAS: Pesca, senderismo, actividades de educación ambiental

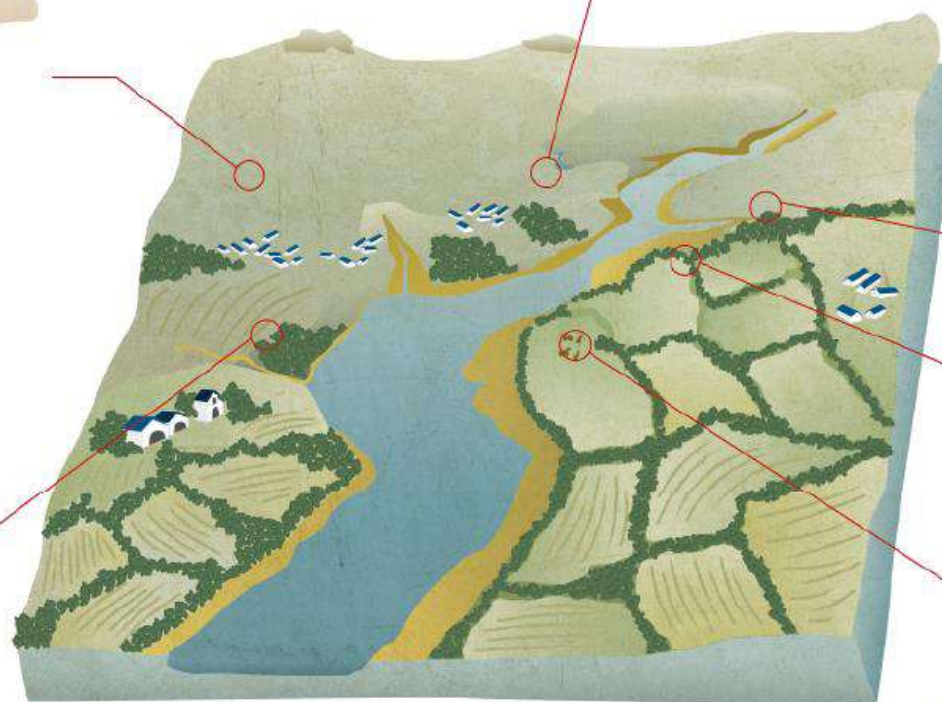
ESPONJA: Contribución a la prevención contra inundaciones y reducción de las consecuencias de las sequías



REFUGIO: Para especies vegetales, aves, peces; especies vegetales raras/escasas. 50% de las especies de aves dependen de los humedales y 2/3 de los peces se reproducen o desarrollan.



FILTRO: Contribución al mejoramiento de la calidad del agua



UNIDAD DE PRODUCCIÓN BIOLÓGICA: Producción agrícola (pompón) y acuícola (samón, chorito, abalones, ostras)



HUMEDALES



HUMEDALES

Tabla N°1. Tipos de humedales y ejemplos de su localización

ECOTIPOS Clasificación funcional por clase (MMA – CEA, 2007)	CLASE	Nombre común Chile	Áreas donde se expresan los tipos de humedales en Chile
Humedal costero	Intrusión salina	Lagos costeros lagunas costeras, marismas, estuarios y deltas.	Lago Budi, Sitio Ramsar Laguna Conchalí, Laguna Cahuil Sitio Ramsar El Yali, Humedal Tubul-Raqui, Estuario del río Queule, intermareal de Putemún
Humedal continental	Evaporación	salar, bofedal, “Puquios”	Salar de Atacama, Sitio Ramsar Surire, Sitio Ramsar Sistema hidrológico Soncor, Salar de Huasco, Sitio Ramsar Negro Francisco y Santa Rosa, entre otros.
	Infiltración (A)	Hualves, pitranto, ñadi, charco, pantanos de aguas dulces	Humedales depresión central de las regiones VII–IX y sectores de Chiloé. Zona costera de Araucanía; entre Queule y Toltén
	Infiltración saturado (B)	Mallín, turberas, pomponales	Parque Karukinka (Tierra del Fuego), Parque Nacional Torres del Paine, Parque Nacional Chiloé, Parque Tantauco.
	Escorrentía	Ríos, lagos, esteros, arroyos	Río Lluta, Lago Chungará, ríos y esteros en el Sitio Ramsar Parque Andino Juncal, estero Tongoy, Lago Lleu-Lleu.
Afloramientos subterráneos	Praderas andinas, ciénagas vegas	Sitio Ramsar Laguna Santa Rosa y Negro Francisco, Parinacota, Jachucoposa, Ciénagas de Name	

HUMEDALES



HUMEDALES

- En Chile existen cerca de 18.00 humedales
- Solo el 2% de los humedales en Chile cuenta con medidas de protección.
- EN LAS COMUNAS DE QUINTERO Y PUNCHUNCAVÍ EXISTEN LOS HUMEDALES:
- DESEMBOCADURA RIO ACONCAGUA
- HUMEDALES DE MANTAGUA
- HUMEDAL CAMPICHE-LOS MAITENES
- ESTERO DE CATAPILCO

HUMEDALES artificiales

Humedales

A través de un humedal artificial, se pueden depurar aguas grises (lavadora, duchas y lavaplatos) y dejarla apta para el riego de arbustos y árboles, o descarga de inodoros.

El sistema se puede complementar con post-tratamientos como estanques aireados o filtros UV para ajustar la calidad del efluente al tipo de reuso.



Un humedal horizontal puede remover:

60-80%
carga orgánica

90%
coliformes

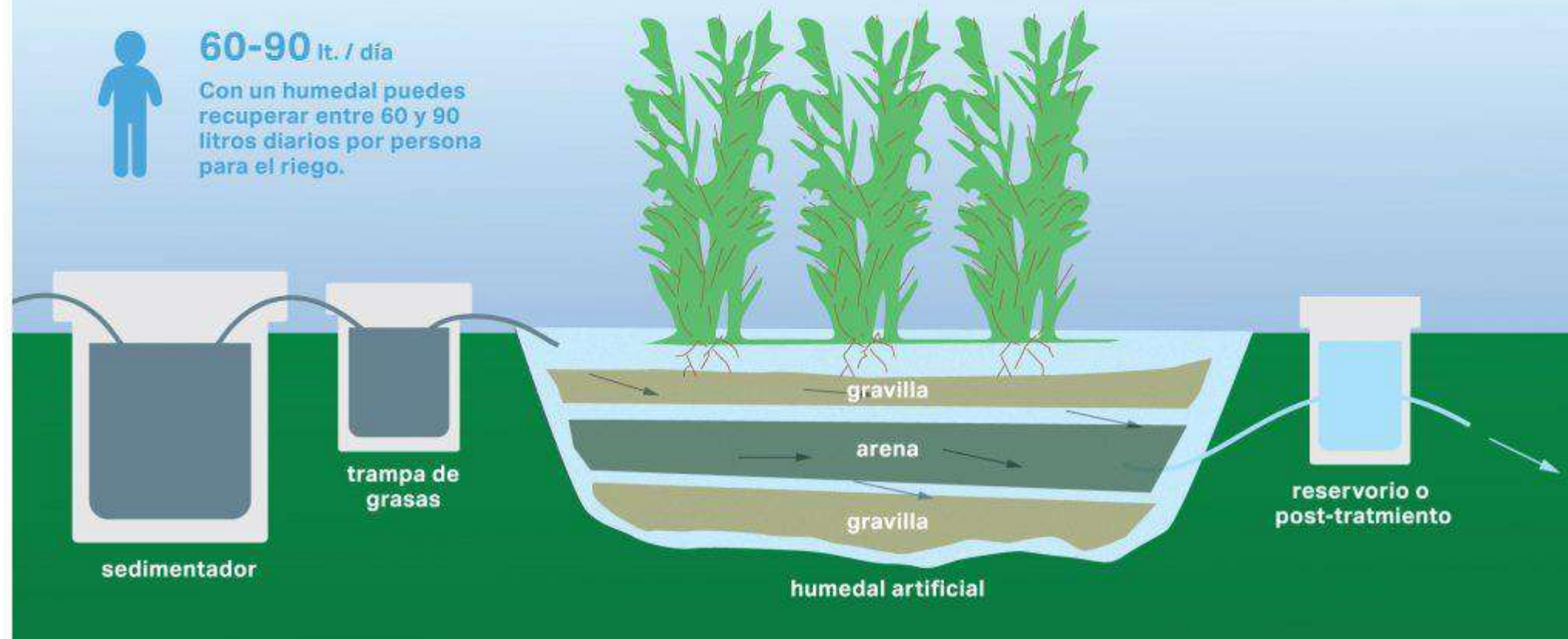
90%
sólidos suspendidos

Además remueve metales pesados y embellece el espacio.



60-90 lt. / día

Con un humedal puedes recuperar entre 60 y 90 litros diarios por persona para el riego.



4. CALIDAD AGUA PARA CONSUMO HUMANO

NCH 409/1 Y 409/2

NORMA CHILENA NCh 409/1



Norma Chilena NCh 409/1

- Define requisitos
- Exige concentraciones menores al máximo para contaminantes químicos
- Exige contenido mínimo para desinfectante activo residual
- Exige ausencia de contaminación por bacterias fecales

Norma Chilena NCh 409/2

- Define muestreo
- Establece procedimientos, forma y lugar de muestreo
- Divide la red en sectores
- Exige frecuencia mínima de control para cada requisito
- Exige re - muestreo en caso de incumplimiento de algún requisito



NORMA DE REQUISITOS CALIDAD AGUA POTABLE

Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

NCh 409/1 2006 modifica anterior (1984)

NORMA CHILENA NCh 409/1



NORMA CHILENA NCh 409/1

1. Alcance y campo de aplicación
2. Referencias Normativas
3. Términos y Definiciones
4. Criterios para parámetros microbiológicos y turbidad (Tipo I)
5. Criterios para elementos o sustancias químicas de importancia para la salud (Tipo II)
6. Criterios para elementos radiactivos (Tipo III)
7. Requisitos de calidad para parámetros organolépticos (Tipo IV)
8. Criterios para parámetros de desinfección (Tipo V)
9. Tolerancia para parámetros críticos
10. Muestreo
11. Métodos de ensayos

NORMA CHILENA OFICIAL

NCh409/1.012005

Agua potable - Parte 1 - Requisitos

Preámbulo

El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

Por no existir Norma Internacional, en la elaboración de esta norma se ha tomado en consideración la norma NCh409/1.0184 Agua potable - Parte 1: Requisitos y el documento *Guidelines for drinking-water quality. Volume 1 Recommendations*, World Health Organization, Ginebra, 1995 y su actualización del año 2004.

La norma NCh409/1 ha sido preparada por la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización, en base a un anteproyecto preparado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, y en su estudio el Comité estuvo constituido por las organizaciones y personas naturales siguientes:

Aguas Andinas S.A.
Aguas Cordillera S.A.
Aguas de Antofagasta S.A.
AIDIS - Chile
ANAM S.A.
AQUA Ltda.
ARQUIMED S.A.

Cristián Salazar
Marcela Etcheberry
Alberto Cáceres V.
Elizabeth Echeverría O.
Jacqueline Pizarro
Elizabeth Echeverría O.
Alejandra Bruna A.
Eugenia Usboa S.

Centro de Estudios, Medición y Certificación de Calidad, CESMEC Ltda.

Vicenta Lozano R.
Ximena Parra S.
Soledad Santa Ana L.
Arturo Givovich H.

Comisión Chilena del Cobre, COCHILCO
DICTUC S.A.

ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Calidad de agua potable en todo el territorio Nacional

TIPO I	Parámetros microbiológicos y de turbiedad
TIPO II	Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud
TIPO III	Elementos radiactivos;
TIPO IV	Parámetros relativos a las características organolépticas
TIPO V	Parámetros de desinfección

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

NCh409/2	<i>Agua potable - Parte 2: Muestreo.</i>
NCh410	<i>Calidad del agua - Vocabulario.</i>
NCh1620/1	<i>Agua potable - Determinación de bacterias coliformes totales - Parte 1: Método de los tubos múltiples (NMP).</i>
NCh1620/2	<i>Agua potable - Determinación de bacterias coliformes totales - Parte 2: Método de filtración por membrana.</i>
NCh2043	<i>Aguas - Método de determinación simultánea de bacterias coliformes totales y Escherichia coli mediante la técnica del sustrato cromogénico.</i>
Manual de Métodos de Análisis del Agua Potable publicado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, última edición.	

3. DEFINICIONES

3.1 Autoridad Competente: aquella designada por las leyes y reglamentos vigentes para estos efectos

3.2 agua potable: agua que cumple con los requisitos microbiológicos, de turbiedad, químicos, radiactivos, organolépticos y de desinfección descritos en NCh409/1, que aseguran su inocuidad y aptitud para el consumo humano

3.3 coliformes totales: grupo de bacterias aerobias y anaerobias facultativas, Gram negativo, no formadoras de esporas, fermentadoras de la lactosa a 35°C con producción de ácido y gas, que poseen actividad β -D-galactosidasa

3.4 color verdadero: color causado por las materias disueltas en el agua, tales como iones metálicos (hierro, manganeso), taninos, ligninas y otras materias húmicas, y descargas industriales, que se determina luego de eliminar la turbiedad mediante filtración

3.5 contaminación: presencia de elementos, compuestos u organismos que modifican o alteran las propiedades físicas, químicas, biológicas y/o radiactivas del agua, excediendo los límites establecidos en NCh409/1

3. DEFINICIONES

3.6 Escherichia coli: bacteria del grupo coliformes. Comprende aquellos microorganismos que en un medio adecuado, a una temperatura restrictiva de $44,5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, fermentan la lactosa produciendo ácido y gas, y poseen actividad β -D-glucuronidasa y actividad triptofanasa. Son negativas a la actividad oxidasa y ureasa

3.7 parámetros críticos: aquellos parámetros, característicos de la fuente o del servicio, tóxicos u organolépticos (Tipo II o Tipo IV), que en ausencia o falla del proceso de tratamiento superan el límite máximo especificado en NCh409/1

3.8 radiactividad: desintegración espontánea de los núcleos atómicos de ciertos elementos, acompañada de emisión de partículas y de radiaciones electromagnéticas

3.9 sabor: sensación gustativa que producen las materias contenidas en el agua

3.10 servicio de agua potable; servicio: aquel conformado por una red de distribución de agua potable independiente, operando en condiciones normales, constituido por una o más fuentes, sus obras de conducción, tratamiento, regulación y distribución

3.11 turbiedad; turbidez: interferencia óptica de las materias en suspensión en el agua que produce reducción de su transparencia

4. CRITERIOS PARA PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y TURBIEDAD (TIPO I)

4.1 COLIFORMES FECALES

El agua potable debe cumplir simultáneamente con las condiciones siguientes:

PRESENCIA COLIFORMES FECALES

- 1 (< 10 muestras)
- 10% (> 10 muestras)

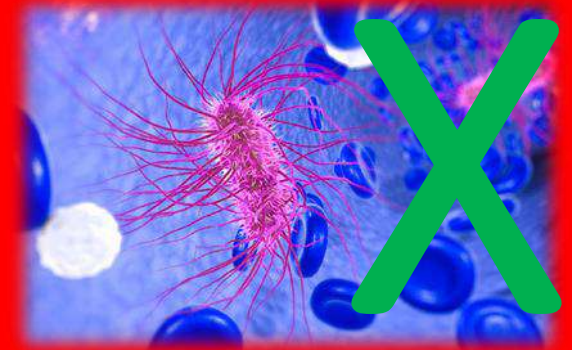
5 UFC ó NMP en 100mL

- 1 (<20 muestras)
- 5% (>20 muestras)

Presencia coliformes fecales

- 1 (<4 muestras sector)
- 25% (>4 muestras sector)

MUESTRAS EXENTAS DE
Escherichia coli



4. CRITERIOS PARA PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y TURBIEDAD (TIPO I)

4.2 TURBIEDAD

El agua potable debe cumplir simultáneamente con las condiciones siguientes:

TURBIEDAD
MEDIA MENSUAL

- ≤ 2 UNT

MUESTRAS
TURBIEDAD
> 4UNT

- 1 (<20 muestras)
- 5% (>20 muestras)

MUESTRAS
TURBIEDAD
ENTRE 10 –
20UNT

- no podrán corresponder a un mismo periodo de 24 h

MUESTRAS NO PUEDEN EXCEDER
20 UNT

5. CRITERIOS PARA ELEMENTOS O SUSTANCIAS QUÍMICAS DE IMPORTANCIA PARA LA SALUD (Tipo II)

ELEMENTOS ESCENCIALES

ELEMENTO	EXPRESADO COMO ELEMENTOS TOTALES	LÍMITE MÁXIMO (mg/L)
Cobre	Cu	2,0
Cromo Total	Cr	0,05
Fluoruro	F ⁻	1,5
Hierro	Fe	0,3
Manganeso	Mn	0,1
Magnesio	Mg	125,0
Selenio	Se	0,01
Zinc	Zn	3,0

5. CRITERIOS PARA ELEMENTOS O SUSTANCIAS QUÍMICAS DE IMPORTANCIA PARA LA SALUD (Tipo II)

ELEMENTOS NO ESCENCIALES

ELEMENTO	EXPRESADO COMO ELEMENTOS TOTALES	LÍMITE MÁXIMO (mg/L)
Arsénico	As	0,01
Cadmio	Cd	0,01
Cianuro	CN ⁻	0,05
Mercurio	Hg	0,001
Nitrato	NO ₃ ⁻	50
Nitrito	NO ₂ ⁻	3
Razón Nitrito + Nitrato		1*
Plomo	Zn	0,05

*Razón Nitrito Nitrato:
$$\frac{[NO_2^-]}{3} + \frac{[NO_3^-]}{50}$$

5. CRITERIOS PARA ELEMENTOS O SUSTANCIAS QUÍMICAS DE IMPORTANCIA PARA LA SALUD (Tipo II)

SUSTANCIAS ORGÁNICAS

ELEMENTO	LÍMITE MÁXIMO (ug/L)
Tetracloroetano	40
Benceno	10
Tolueno	700
Xilenos	500

5. CRITERIOS PARA ELEMENTOS O SUSTANCIAS QUÍMICAS DE IMPORTANCIA PARA LA SALUD (Tipo II)

PLAGUICIDAS

ELEMENTO	LÍMITE MÁXIMO (ug/L)
DDT + DDD + DDE	2
2,4 - D	30
Lindano	2
Metoxicloro	20
Pentaclorofenol	9

5. CRITERIOS PARA ELEMENTOS O SUSTANCIAS QUÍMICAS DE IMPORTANCIA PARA LA SALUD (Tipo II)

PRODUCTOS SECUNDARIOS DESINFECCIÓN

ELEMENTO	LÍMITE MÁXIMO (mg/L)
Monocloroamina	3
Dibromoclorometano	0,1
Bromodiclorometano	0,06
Tribromometano	0,1
Triclorometano	0,2
Trihalometanos	1*

***TRIHALOMETANOS:**

Suma de las razones entre la concentración medida de cada uno y su respectivo límite máximo

6. CRITERIO PARA ELEMENTOS RADIOACTIVOS (Tipo III)

RADIOACTIVOS

ELEMENTO	LÍMITE MÁXIMO (Bq/L)
Estroncio 90	3
Radio 226	0,1
Actividad base total (excluyendo Sr-90, Ra-226 y otros emisores alfa)	0,06
Actividad beta total (incluyendo Sr-90, corregida para el K-40 y otros radioemisores naturales)	0,1
Actividad alfa total (incluyendo Ra-226 y otros emisores alfa)	0,2

7. REQUISITOS DE CALIDAD PARA PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS (Tipo IV)

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO
FÍSICOS:			
Color Verdadero	-	Unidad Pt-Co	20
Olor	-	-	inodora
Sabor	-	-	Insípida
INORGÁNICOS:			
Amonio	NH ₃	mg/L	1,5
Cloruro	Cl ⁻	mg/L	400
pH	-	-	6,5 < pH < 8,5
Sulfato	SO ₄ ⁻²	mg/L	500
Sólidos Disueltos Totales	-	mg/L	1500
ORGÁNICOS:			
Compuestos Fenólicos		ug/L	2

8. CRITERIOS PARA PARÁMETROS DE DESINFECCIÓN (Tipo V)

El agua potable distribuida por redes debe ser sometida a un proceso de desinfección, debiendo existir una concentración residual de desinfectante activo en la red en forma permanente.

Concentración
residual MÁXIMA
CLORO LIBRE

- 2,0 mg/L (red)

Concentración
residual MÍNIMA
CLORO LIBRE

- 0,2 mg/L (red)

Muestras
MENSUALES

- $\leq 10\%$
(Concentración inferior al mínimo)
- 1 (≤ 100 muestras – Ausencia cloro libre)
- 3 (> 100 muestras – ausencia cloro libre)

9. TOLERANCIA PARA PARÁMETROS CRÍTICOS

9.1 De todas las muestras que se analicen mensualmente en un servicio de agua potable, los parámetros críticos (ver 3.7) pueden exceder los valores establecidos en Tabla 1, elementos esenciales, Tabla 2, elementos o sustancias no esenciales, y Tabla 7, parámetros organolépticos, en:

- a) una muestra, cuando se hayan analizado menos de 10 muestras;
- b) el 10% de las muestras, cuando se hayan analizado 10 o más muestras.

9.2 El promedio aritmético de todas las muestras analizadas en el mes, no deberá exceder los límites establecidos en la tabla correspondiente.

9.3 Para el caso de los elementos o sustancias: cobre, fluoruro, nitrato y nitrito, ninguna muestra puntual podrá exceder dos veces el límite establecido en la presente norma.

Nueva NCH 409/2 A. P. MUESTREO

Parámetros	Requisitos Norma. NCH 409/1	Frecuencia de Control	N° de Muestras Norma NCH 409/2
Tipo I	- Turbiedad - Microbiológico Coliformes Totales. Ausencia de <i>Escherichia coli</i>	4 a 20 días/mes (Según pob, abastecida)	Mín.: 8 /mes Máx.: 500/mes (Según pob, abastecida)
Tipo II y Tipo IV	-Sustancias de importancia para la salud y -Parámetros organolépticos	Semestral Anual	2 (si fuente es superficial o mixta) 1 (si fuente es sólo subterránea)
Tipo III	-Parámetros Radiactivos	Definida por autoridad competente	Definida por autoridad competente
Tipo V	Desinfección - Cloro libre residual	Diaria	Mín.: 30/mes Máx.: 500/mes (Según pob. abastecida)
Parámetros Críticos	Propios del servicio	Uniforme en el mes	Mín.: 4 /mes Máx.: 50/mes (Según pob.)

9. TOLERANCIA PARA PARÁMETROS CRÍTICOS

SECTORES DE MUESTREO EN UN SERVICIO DE AGUA POTABLE NUEVA NORMA NCH 409/2

Grupo	Habitantes	Nº muestras mensuales Tipo I (bact. y turbiedad)	Nº mínimo de sectores
A	< 7600	8	4
B	7601 - 18100	9 a 20	8
C	18101- 46000	21 a 50	12
D	46001 -111000	55 a 100	20
E	111001- 450000	110 a 200	32
F	450001- 2060000	210 a 400	36
G	> 2060000	> 400	50

9. TOLERANCIA PARA PARÁMETROS CRÍTICOS

PUNTOS DE CONTROL SEGÚN NUEVA NORMA NCH 409/2

- Todos los puntos de muestreo deben ser representativos de la red de distribución.
- Se define que todos los puntos de muestreo son preestablecidos.
- Existirán puntos fijos (control mensual) y puntos variables (frecuencia menor de control).
- Los puntos fijos se deben seleccionar en sitios críticos de la red (ingresos, terminales, cambios de diámetro de matrices), donde la red pueda presentar contaminación o falta de desinfectante residual.
- Cada empresa es responsable de las condiciones sanitarias de estos puntos.

TIPO DE MUESTRA Y LUGAR DE MUESTREO

- Las muestras a recolectar para control de agua potable son todas de tipo simple, también conocidas como muestras puntuales.
- El lugar de muestreo serán llaves con condiciones sanitarias inobjectables, conectadas directamente a la red de distribución, que esté en buen estado y sean de uso frecuente.
- Para efectos de envases, preservantes, volúmenes mínimos de muestras y tiempos máximos de preservación de muestras, se deben seguir las definiciones de:
- Manual de Métodos de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, última versión.

REINSPECCIÓN SEGÚN NUEVA NCH 409/2

Cuando una muestra no cumpla un cierto requisito:

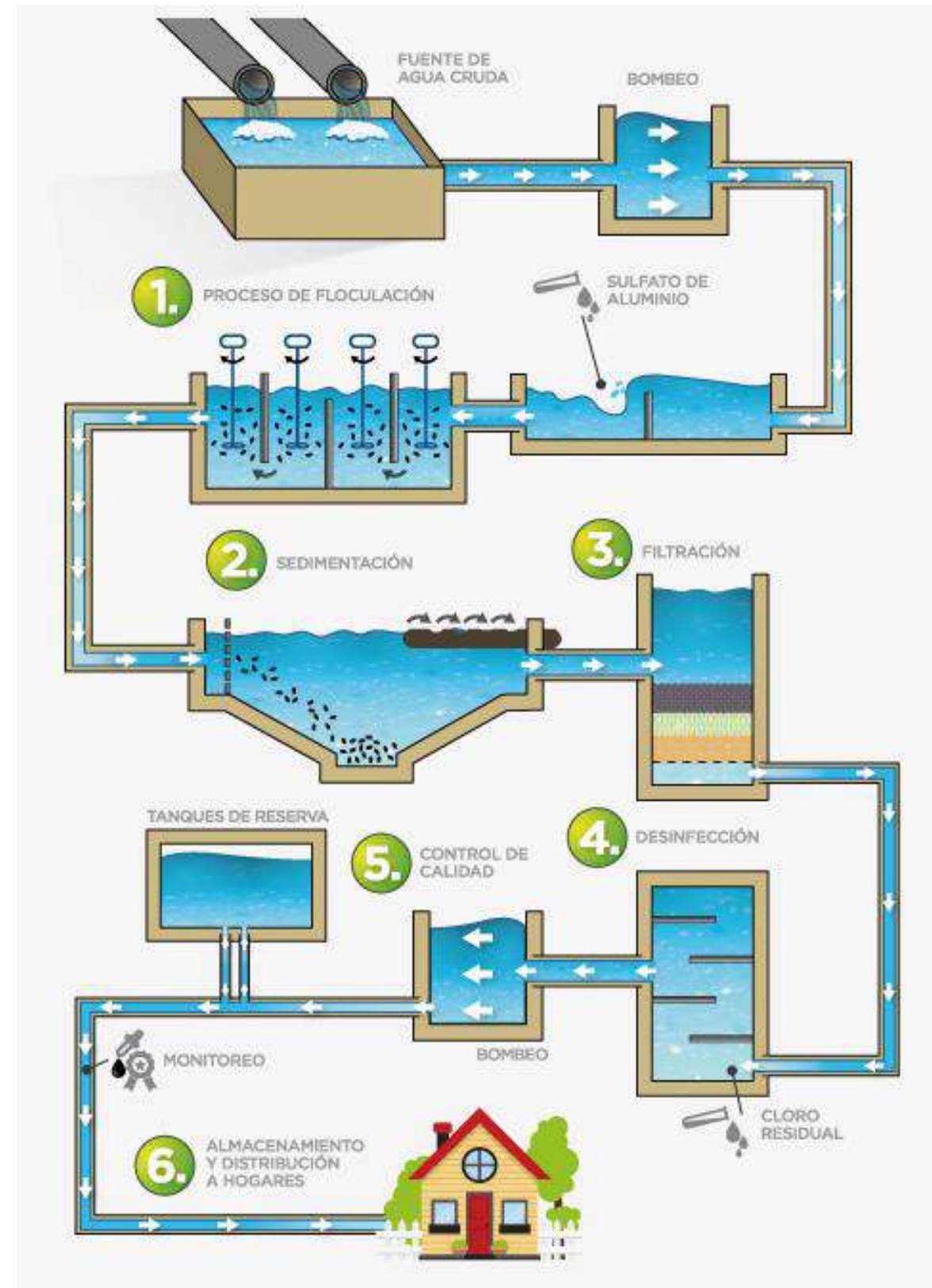
- Se deben extraer muestras diarias (Tipo I y V), en el mismo punto donde se detectó el problema, hasta que por lo menos dos muestras consecutivas cumplan.
- En caso de que estas repeticiones no cumplan, se deben extraer además muestras en dos puntos vecinos al punto con problema.
- En caso de parámetros críticos y parámetros de los otros tipos, se debe efectuar un re muestreo inmediato.
- Se debe disponer las medidas para encontrar la causa del problema y ejecutar las operaciones necesarias para eliminarlo.
- Las muestras de repetición son adicionales al programa rutinario de muestreo y se deben incluir en la evaluación mensual del servicio de agua potable.

5. TRATAMIENTO DE RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS Y AGUAS SERVIDAS

POTABILIZACIÓN AGUA

La **potabilización del agua** es el proceso por el cual se **trata el agua** para que pueda ser consumida por el ser humano sin que presente un riesgo para su salud. Se refiere tanto para beber como para preparar alimentos.

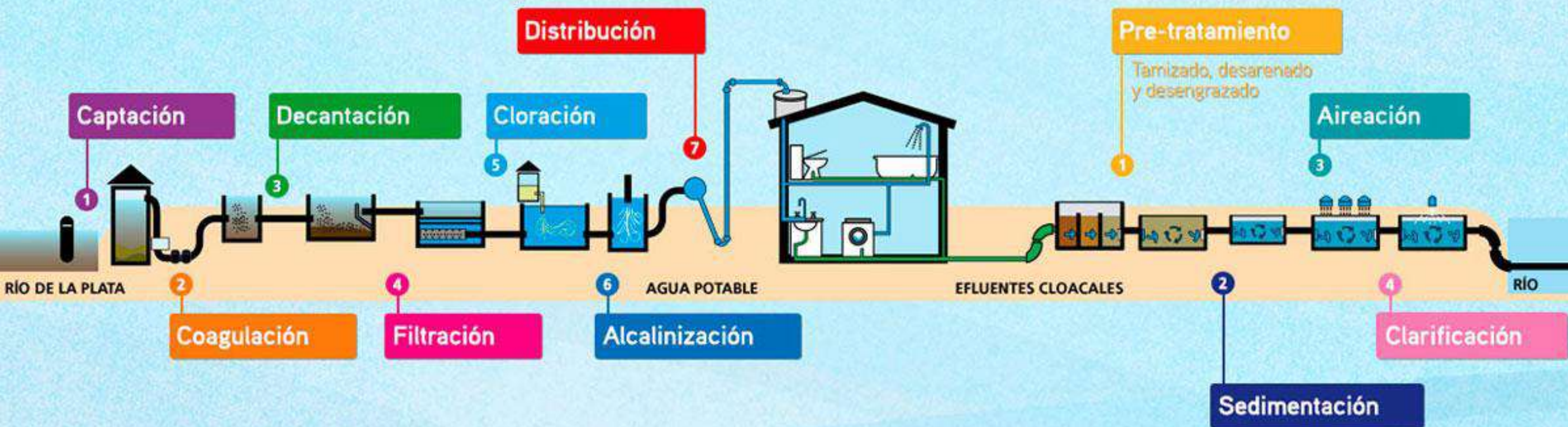
La **potabilización** consiste principalmente en **eliminar sustancias que resultan tóxicas** para las personas, como el cromo, el plomo o el zinc, así como algas, arenas o las bacterias y virus que pueden estar presentes en el agua. En definitiva, **eliminar cualquier potencial riesgo para la salud** de las personas.



El ciclo del agua en los hogares

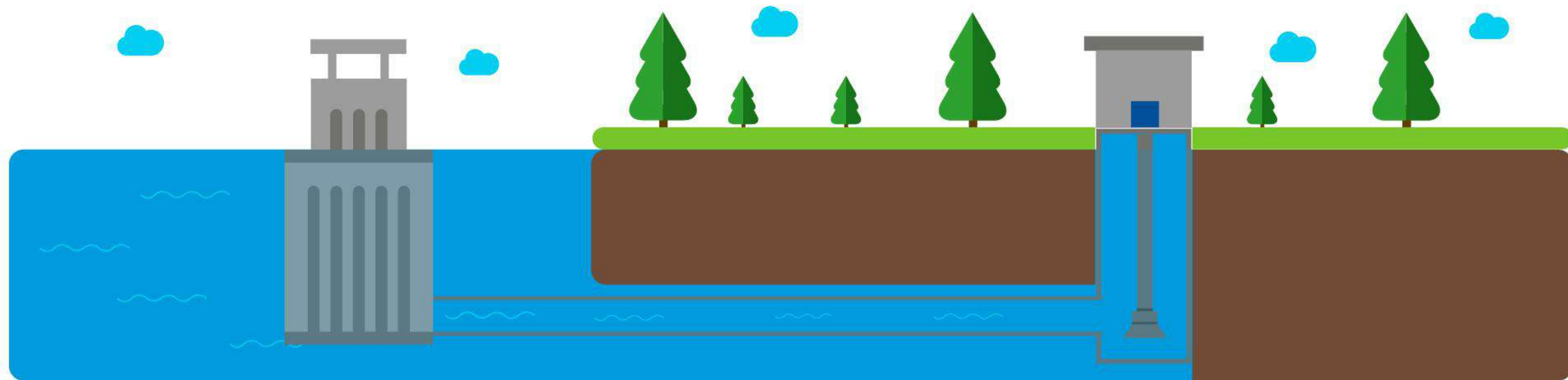
Proceso de potabilización

Proceso de depuración



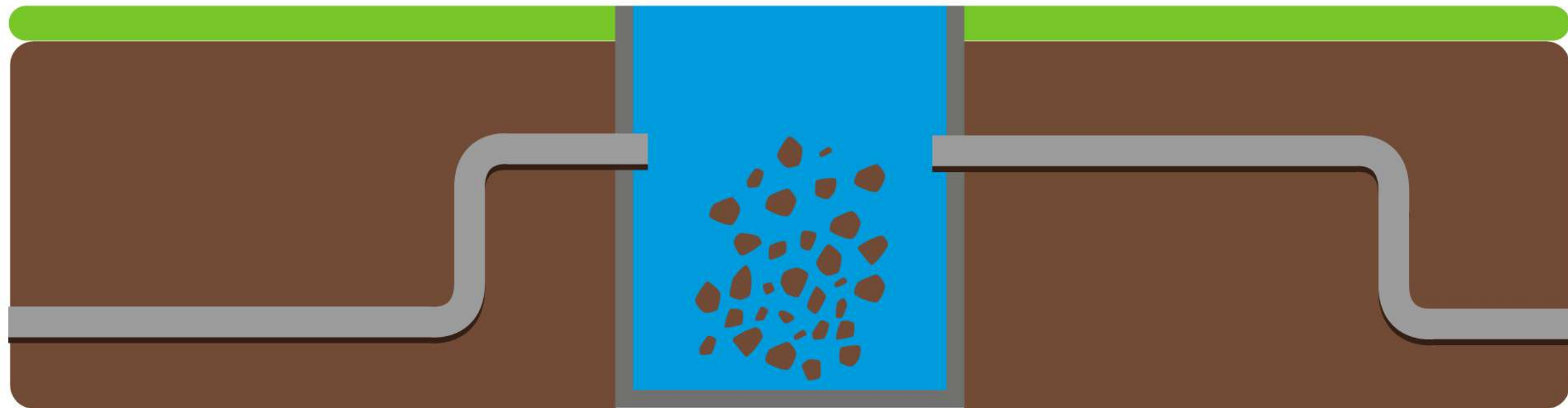
Captación

El agua es captada por torres de toma, que AySA tiene en el río. Desde ahí se conduce a las plantas potabilizadoras donde unas enormes electrobombas la elevan hasta una cámara de carga.



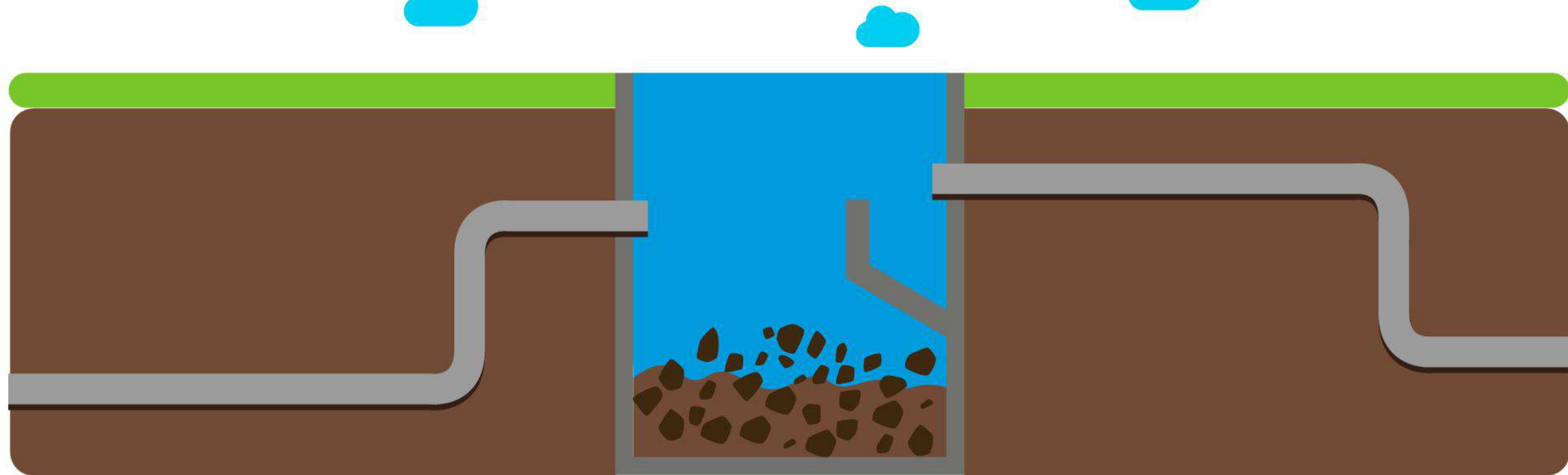
Coagulación

En la cámara se agrega un coagulante, el sulfato de aluminio, que hace que la arcilla que tiene el río se agrupe formando partículas más grandes: los flocs.



Decantación

El agua mezclada con coagulante va a unas grandes piletas, los decantadores; dónde permanece dos horas casi quieta. Los flocs se juntan en grandes coágulos y por su peso caen al fondo, es decir decantan.



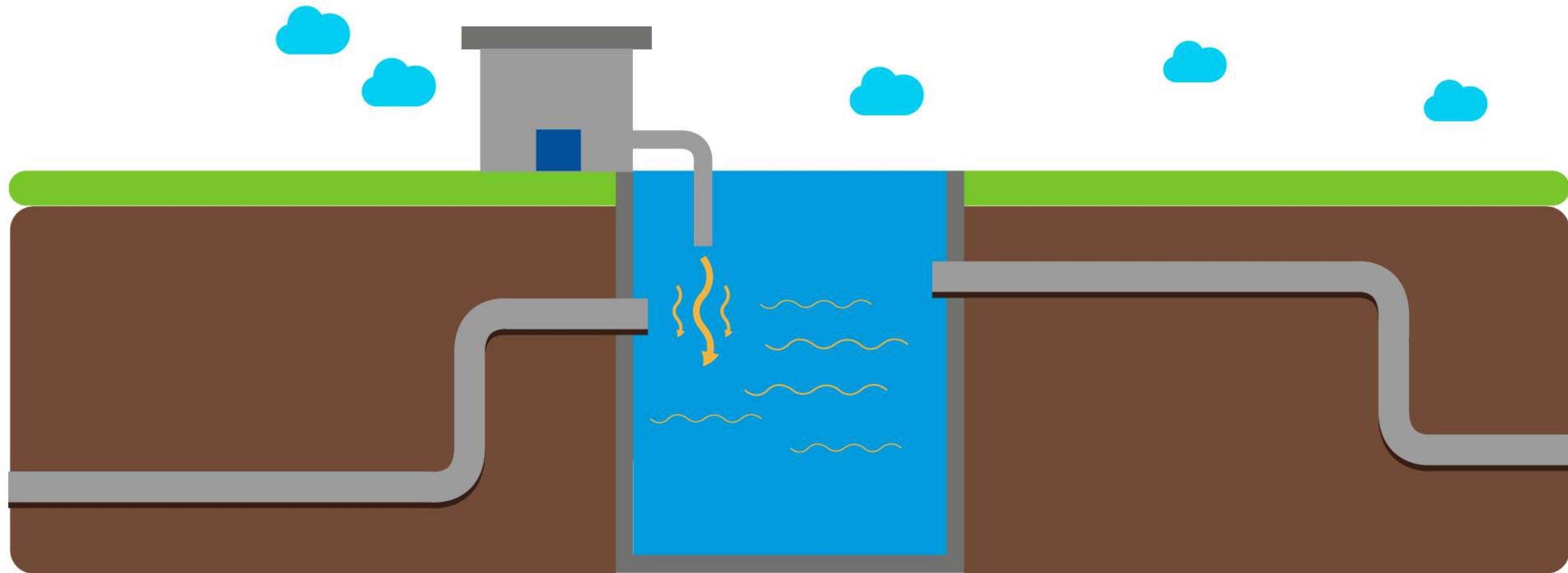
Filtración

El agua se pone otra vez en movimiento y pasa a través de filtros que eliminan la turbiedad que le pueda quedar y se vuelve cristalina.



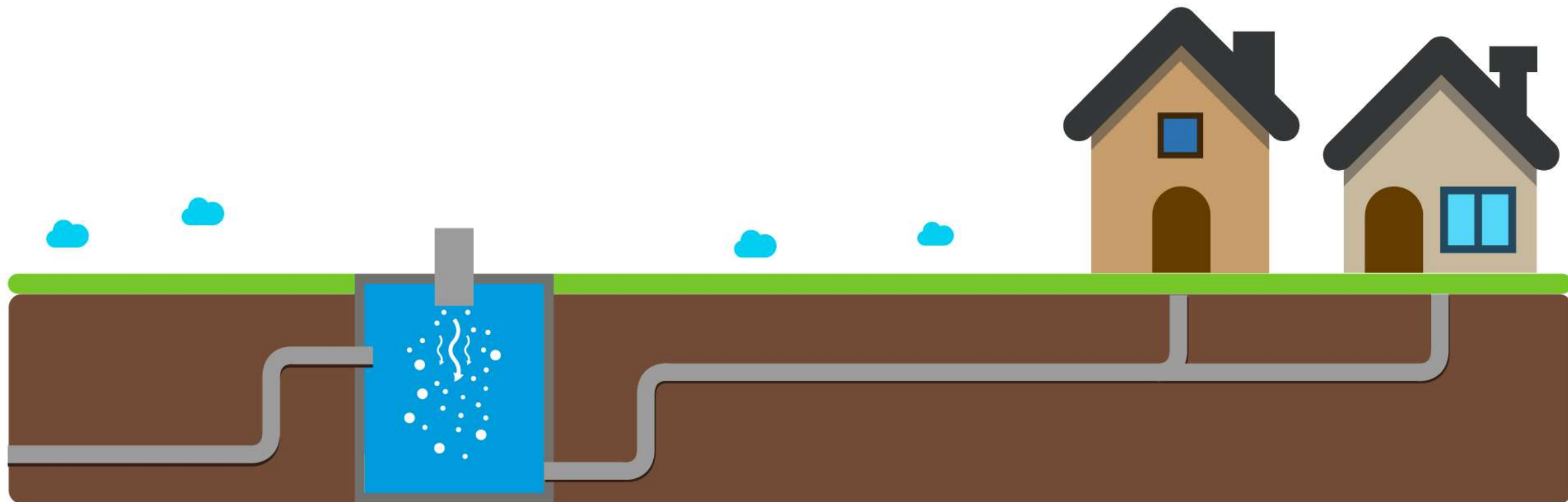
Cloración

Al agua se le agrega cloro para desinfectarla y eliminar cualquier tipo de bacteria que pudo haber quedado.

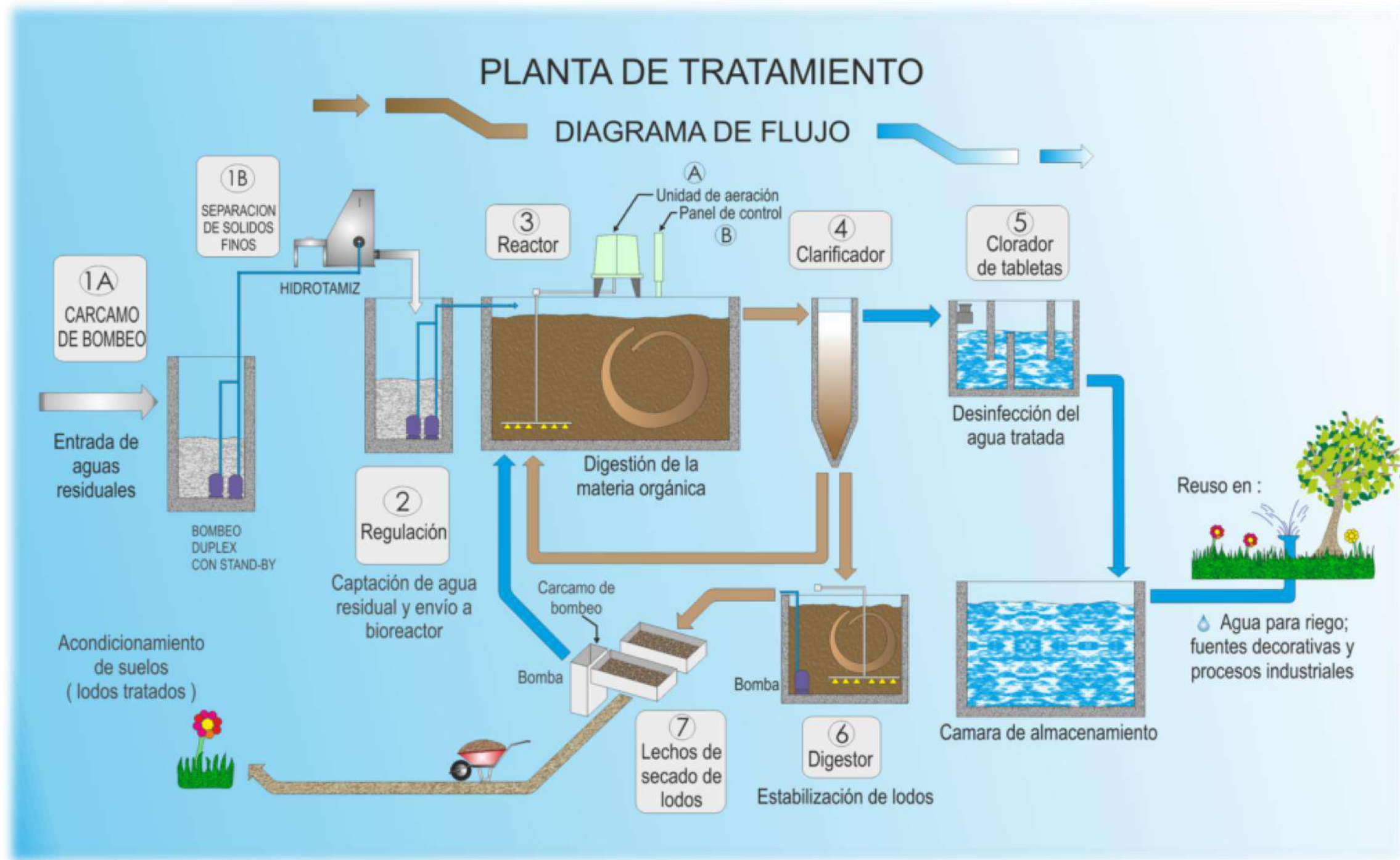


Alcalinización

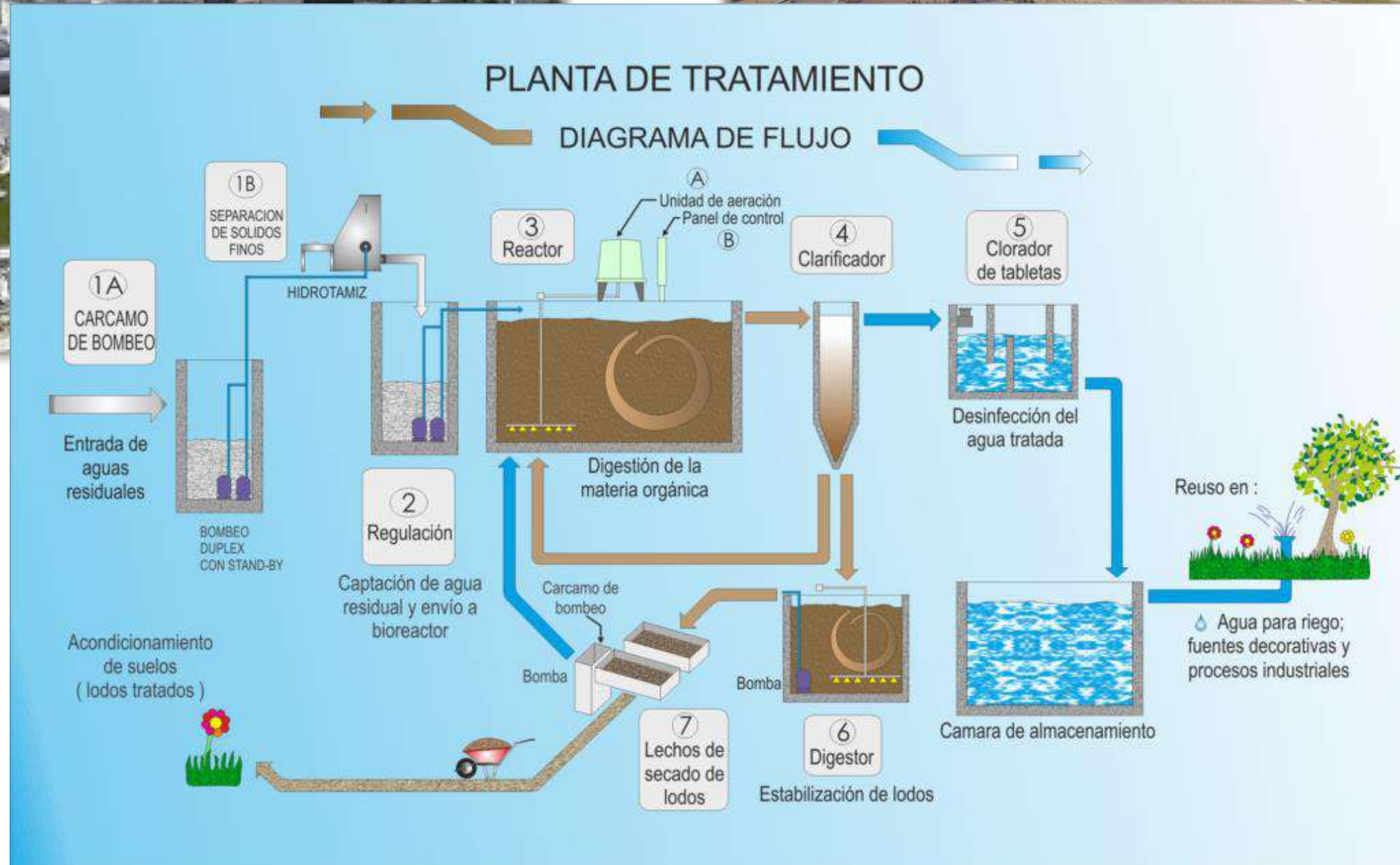
Finalmente, para quitar la acidez, se le agrega cal y queda lista para su distribución y consumo.



TRATAMIENTO AGUAS SERVIDAS



TRATAMIENTO AGUAS SERVIDAS



TRATAMIENTO RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS (RILes)



RILes: “Residuo Industrial Líquido”, lo cual define a toda el agua de procesos industriales que sale de la planta como efluente con una carga contaminante.

TRATAMIENTO PRIMARIO: Tratamiento de orden físico que tiene como fin remover partículas de grandes tamaños, tanto como arena, tierra y sedimentos presentes en efluente.

TRATAMIENTO SECUNDARIO: Tratamiento biológico, en el cual microorganismos son los encargados de remover la materia orgánica presente, junto con nutrientes y otros compuestos orgánicos.

TRATAMIENTO Terciario: Tratamiento de orden físico-químico, con el fin de remover compuestos específicos, tanto como nutrientes que no fueron removidos en su totalidad en el tratamiento terciario.

DQO: “Demanda Química de Oxígeno”, lo cual es una medición indirecta de la materia orgánica presente en un agua residual/servida

DBO: “Demanda Bioológica de Oxígeno”, lo cual representa una medida indirecta de toda la materia orgánica que puede ser degradada mediante la acción biológica de microorganismos.

SS: Corresponde a la cantidad de Sólidos que no son filtrables, permaneciendo suspendidos en la solución.

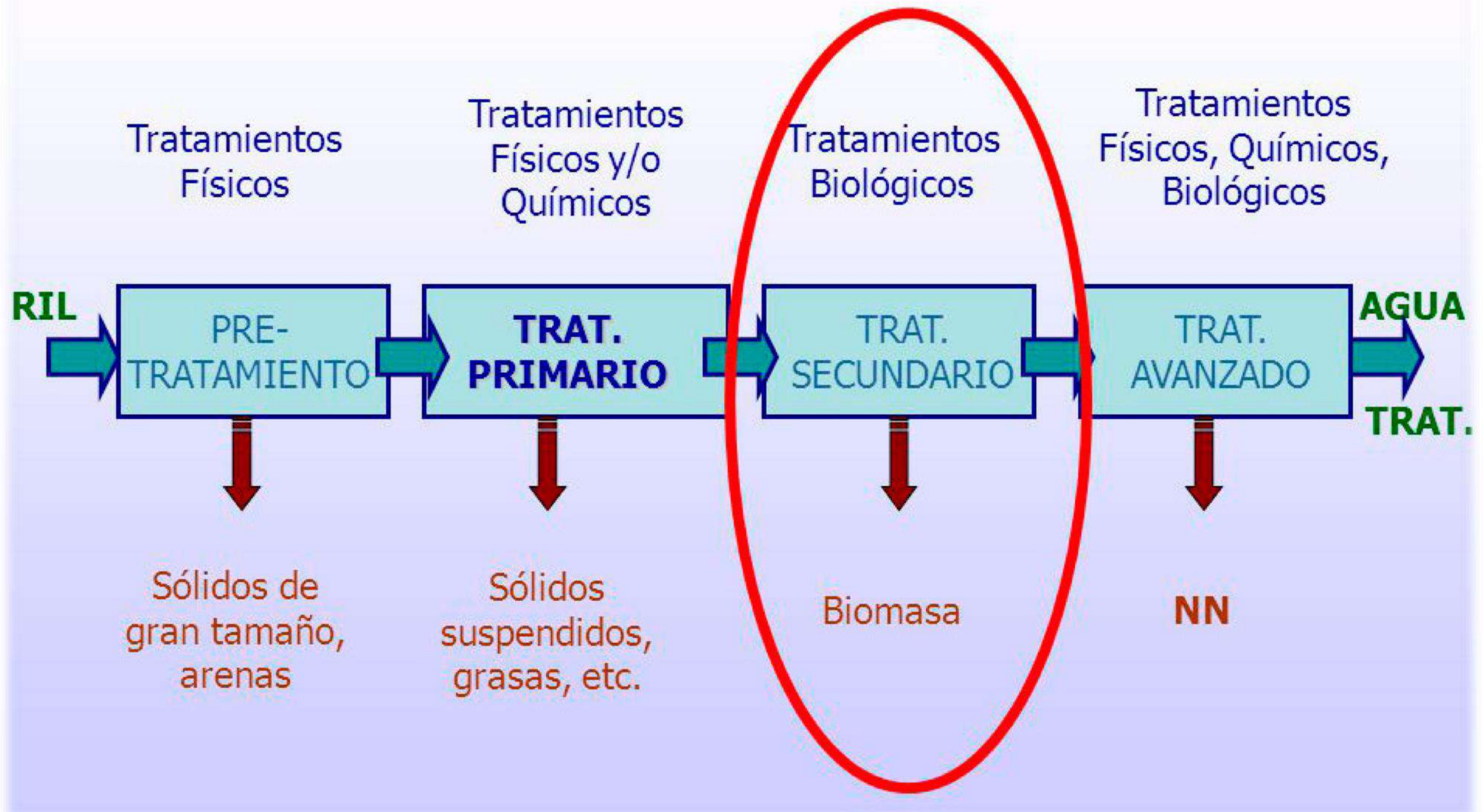
Nitrógeno (N) y Fósforo (P); Nutrientes importantes en un RIL, que no tratados pueden promover la eutroficación a los cursos de aguas donde es descargado el efluente que los contiene.

TRATAMIENTO RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS (RILes)

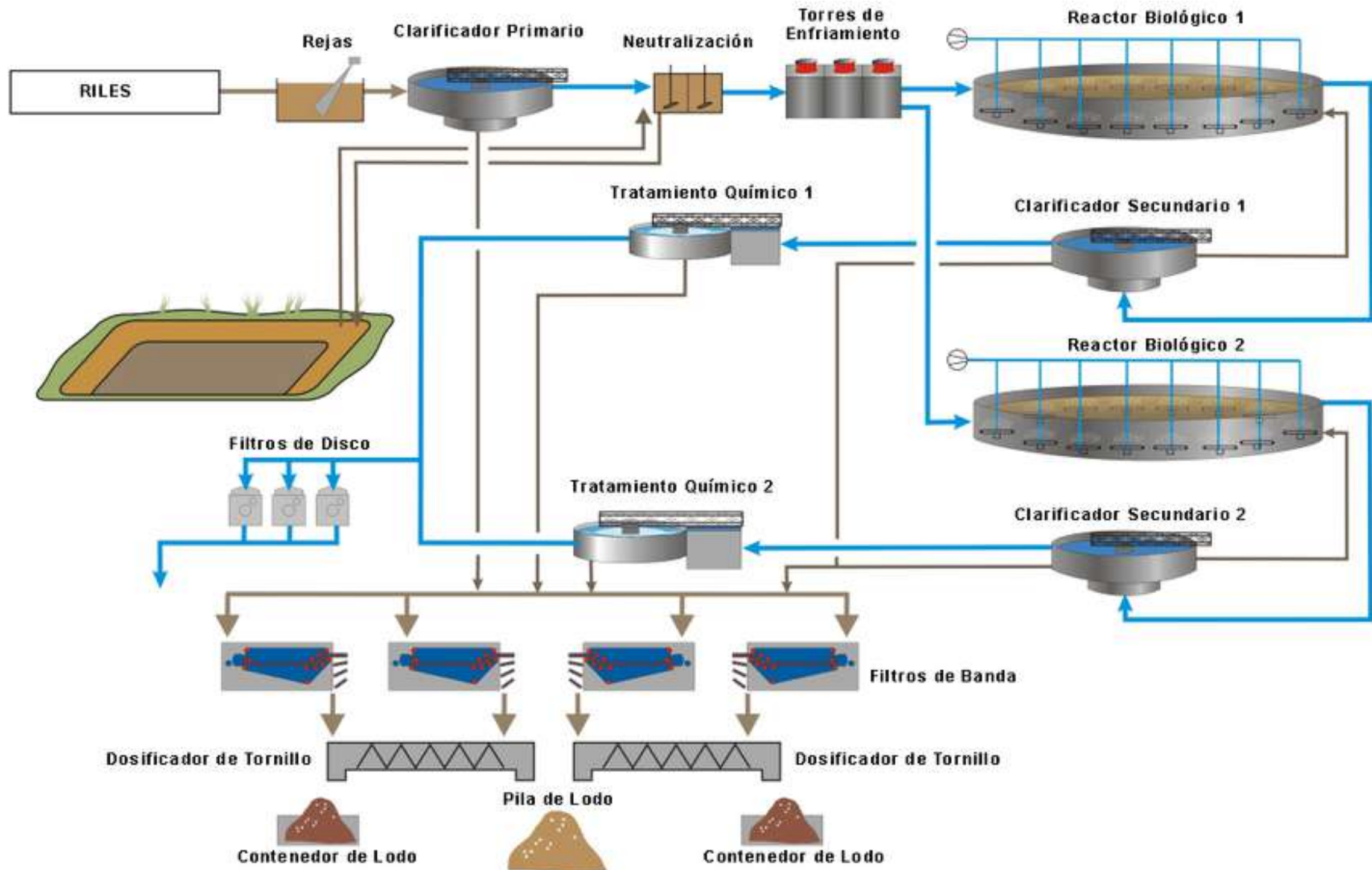


EFICIENCIA REMOCIÓN CONTAMINANTES POR TRATAMIENTO			
PARÁMETRO	PRIMARIO (%)	SECUNDARIO (%)	TERCIARIO (%)
DQO	35	90	99,99
DBO	30	80	99,8
SS	60	60	90
N	20	50	99,5
P	10	60	VARIABLE

TRATAMIENTO RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS (RILes)



TRATAMIENTO RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS (RILEs)



CONTENIDOS

Parte 1

TEÓRICO: CONCEPTOS BÁSICOS CALIDAD AGUA Y DESCARGA RESÍDUOS LÍQUIDOS

- AGUA POTABLE
- CONCEPTOS DISPONIBILIDAD AGUA PARA CONSUMO HUMANO
- EVOLUCIÓN VOLÚMENES AGUA Y SUPERFICIE HUMEDALES
- CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO: NCh.409/1 y 409/2
- TRATAMIENTO DE RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS (RILes) Y AGUAS SERVIDAS

Parte 2

PRÁCTICO: CALIDAD Y CANTIDAD DEL RECURSO AGUA EN QUINTERO-PUCHUNCAVÍ

REVISIÓN ANTECEDENTE CANTIDAD Y CALIDAD AGUA QUINTERO-PUCHUNCAVÍ
MARCO NORMATIVO RECURSO HÍDRICO
DISPONIBILIDAD AGUA SUBTERRANEA QUINTERO-PUCHUNCAVÍ
BIODIVERSIDAD QUINTERO-PUCHUNCAVÍ

JORNADA 6

MODULO 2. PRÁCTICO

TRABAJO PRÁCTICO

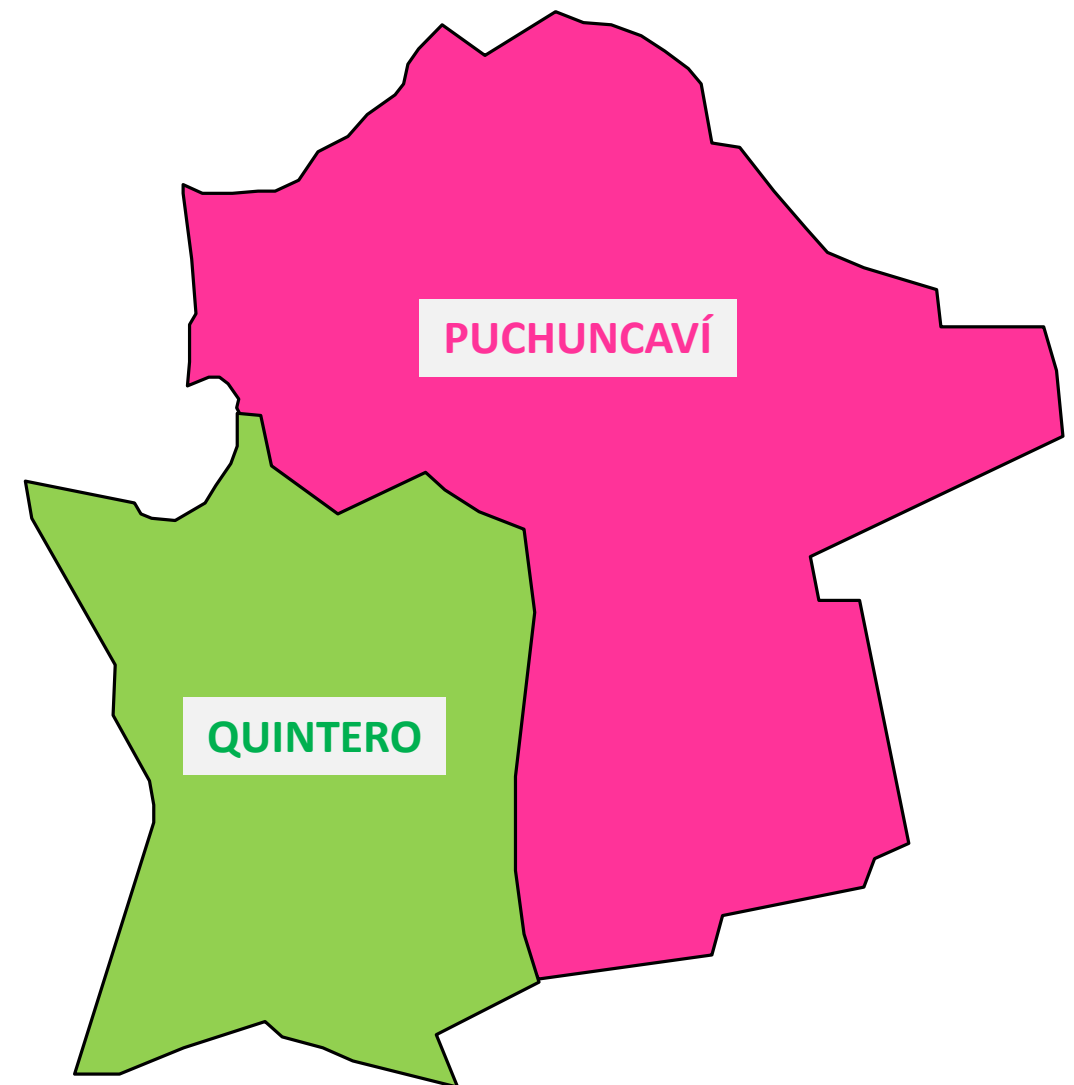
Contenidos abordados

- **CALIDAD Y CANTIDAD DEL RECURSO AGUA EN QUINTERO-PUCHUNCAVÍ:** Búsqueda de histórico calidad agua potable, caudales y calidad recursos hídricos Quintero-Puchuncaví, APRs en el sector y calidad agua.
- **Marco Normativo Recursos Hídricos:** Presentación resumida de DFL 1122, decreto 203, D.S. 1220 y D.S.14
- **Disponibilidad Aguas Subterráneas Quintero-Puchuncaví:** Estudio y análisis de aguas subterráneas, caudales, calidad
- **Biodiversidad Quintero-Puchuncaví** Estudio y análisis de biodiversidad del sector

TRABAJO PRÁCTICO

METODOLOGÍA DE TRABAJO

1. SE PROPORCIONARÁ MAPA COMUNAS DE QUINTERO Y PUCHUNCAVÍ:
2. SE ESTABLECERÁN **GRUPOS DE TRABAJO**: AGUA POTABLE, AGUAS SERVIDAS, HUMEDALES, AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA
3. A CADA GRUPO SE LE ASIGNARÁ LA **BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESPECÍFICA**
4. **GRUPOS DEBERÁN UBICAR E INGRESAR INFORMACIÓN EN MAPAS**
5. CADA GRUPO CONTARÁ CON 15 MIN PARA **DAR A CONOCER** A PARTICIPANTES LA INFORMACIÓN OBTENIDA



TRABAJO PRÁCTICO

GRUPO: AGUA POTABLE

- Ubicación planta de agua potable
- Búsqueda estaciones de monitoreo calidad agua potable
- Histórico calidad agua potable
- Cobertura agua potable y alcantarillado para comunas
- Información acerca de APR en comunas

GRUPO: AGUAS SERVIDAS

- Ubicación planta de tratamiento aguas servidas (PTAS)
- Sistema de tratamiento en PTAS
- Calidad en PTAS
- Emisión de empresas al alcantarillado

TRABAJO PRÁCTICO

GRUPO: HUMEDALES

- Ubicación humedales en comunas
- Información humedales
- Calidad agua humedales
- Biodiversidad asociada a humedales

GRUPO: Aguas superficiales y subterráneas

- Ubicación aguas superficiales y subterráneas
- Derechos de agua superficial
- Derechos de agua subterránea
- Estaciones de monitoreo calidad aguas
- Estaciones meteorológicas