

# Tecnologías para el abatimiento de Hierro y Manganeso

Casos de estudio y ejemplos prácticos



**AYRE**  
TRATAMIENTO DE AGUAS

MICHEL FORTOUL VALENZUELA  
BARBARA VILLALOBOS CEA  
VALERIA VASQUEZ FARFAN

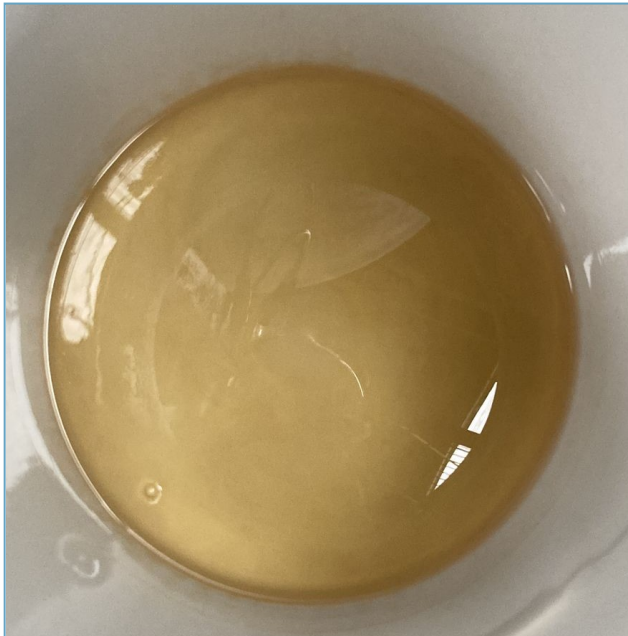
---

## Objetivos

- Abatir o mitigar el contenido de Hierro y Manganeseo a través de filtración mediante combinación de tecnologías y procesos.
- Desarrollar un proceso robusto y confiable, que sea capaz de tolerar variaciones en la matriz agua.
- Mantener la calidad mediante sistemas de control, que consideren la capacitación, registro de datos y frecuencia de retrolavados.

## Problemática - usuarios

- Turbiedad y color en el agua producto.
- Mal sabor.
- Deterioro y ensuciamiento de artefactos.
- NCh409 : Hierro < 0.3 mg/L // Manganeso <0.1mg/L



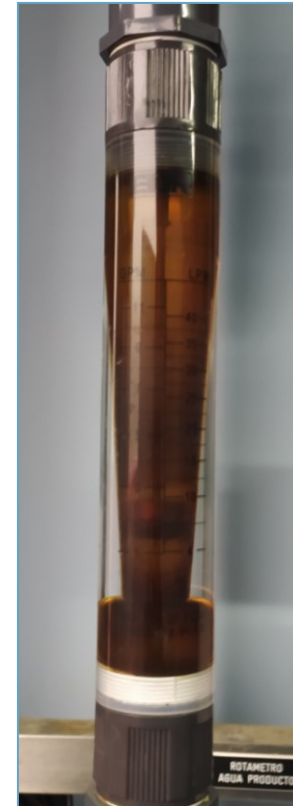
# Problemática en plantas de agua

- Turbiedad y color en el agua producto.
- Adhesión y obstrucción en líneas de transporte.
- Depósitos de sedimento en estanques.



# Problemática en plantas de agua

- Saturación prematura de sistemas de filtración
- Obstrucción de sistemas de medición y sensores.



# Oxidación asistida Hierro-Manganeso

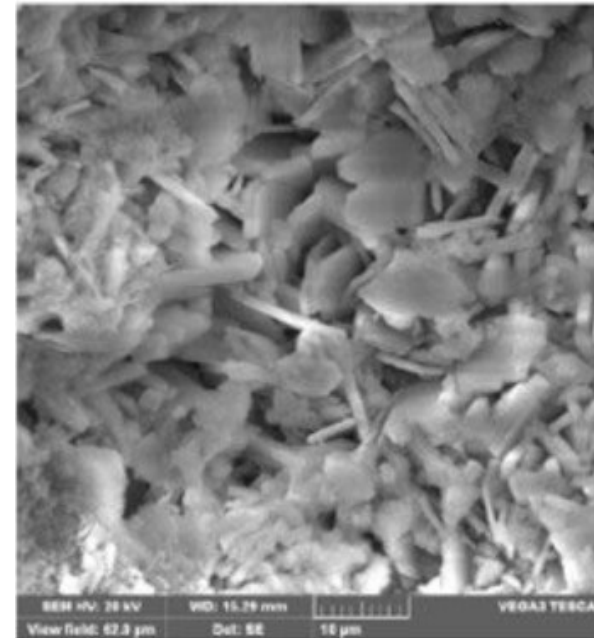
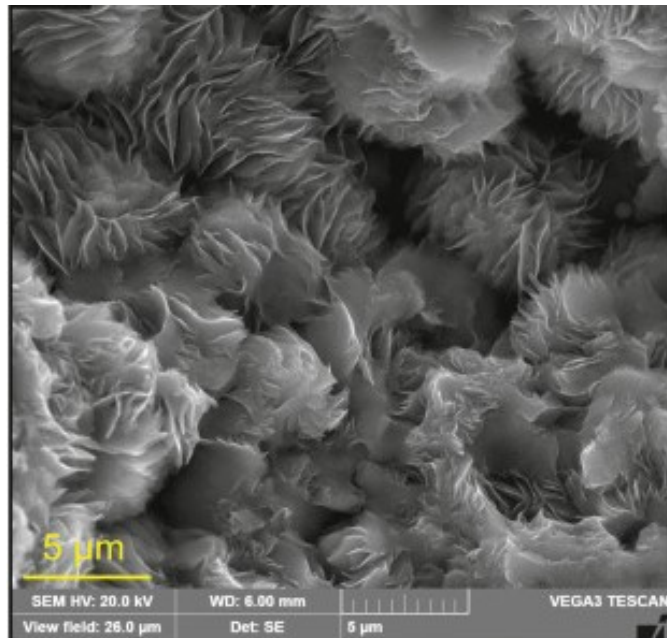
- $Mn^0$  Manganeso metálico
- $Mn^{+2}$  Incoloro
- $Mn^{+3}$  Se torna rosa-violeta
- $Mn^{+4}$  Se torna café-negro
- $Mn^{+6}$  Se torna verde oscuro
- $Mn^{+7}$  Se torna purpura-intenso
- $Fe^0$  Hierro metálico
- $Fe^{+2}$  Incoloro
- $Fe^{+3}$  Se torna de color rojo

NaClO	$2Fe^{+2} + NaClO + 5H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3(s) + NaCl + 4H^+$
KMnO <sub>4</sub>	$3Fe^{+2} + MnO_4^- + 7H_2O \rightarrow 3Fe(OH)_3(s) + MnO_2 + 5H^+$

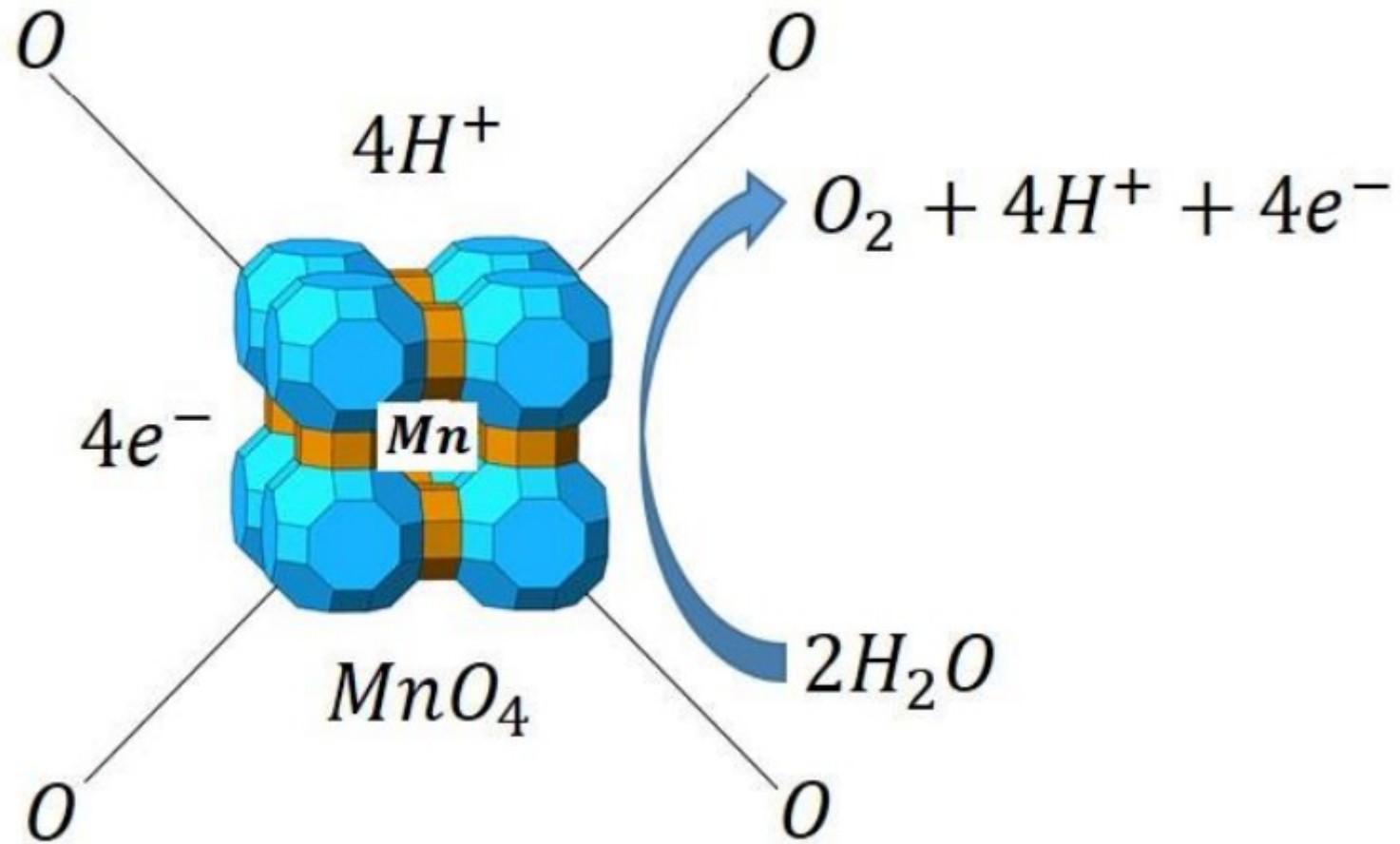
NaClO	$Mn^{+2} + NaClO + H_2O \rightarrow MnO_2(s) + NaCl + 2H^+$
KMnO <sub>4</sub>	$3Mn^{+2} + 2MnO_4^- + 2H_2O \rightarrow 5MnO_2(s) + 4H^+$

## Medios filtrantes en el mercado

- Green Sand: Glauconita con revestimiento de  $\text{MnO}_2$ .
- Anthrasand: Antracita con revestimiento de  $\text{MnO}_2$ .
- Katalox: Clinoptilolita con revestimiento de  $\text{MnO}_2$ .
- Pirolusita: Óxido de Manganeso Mineral.

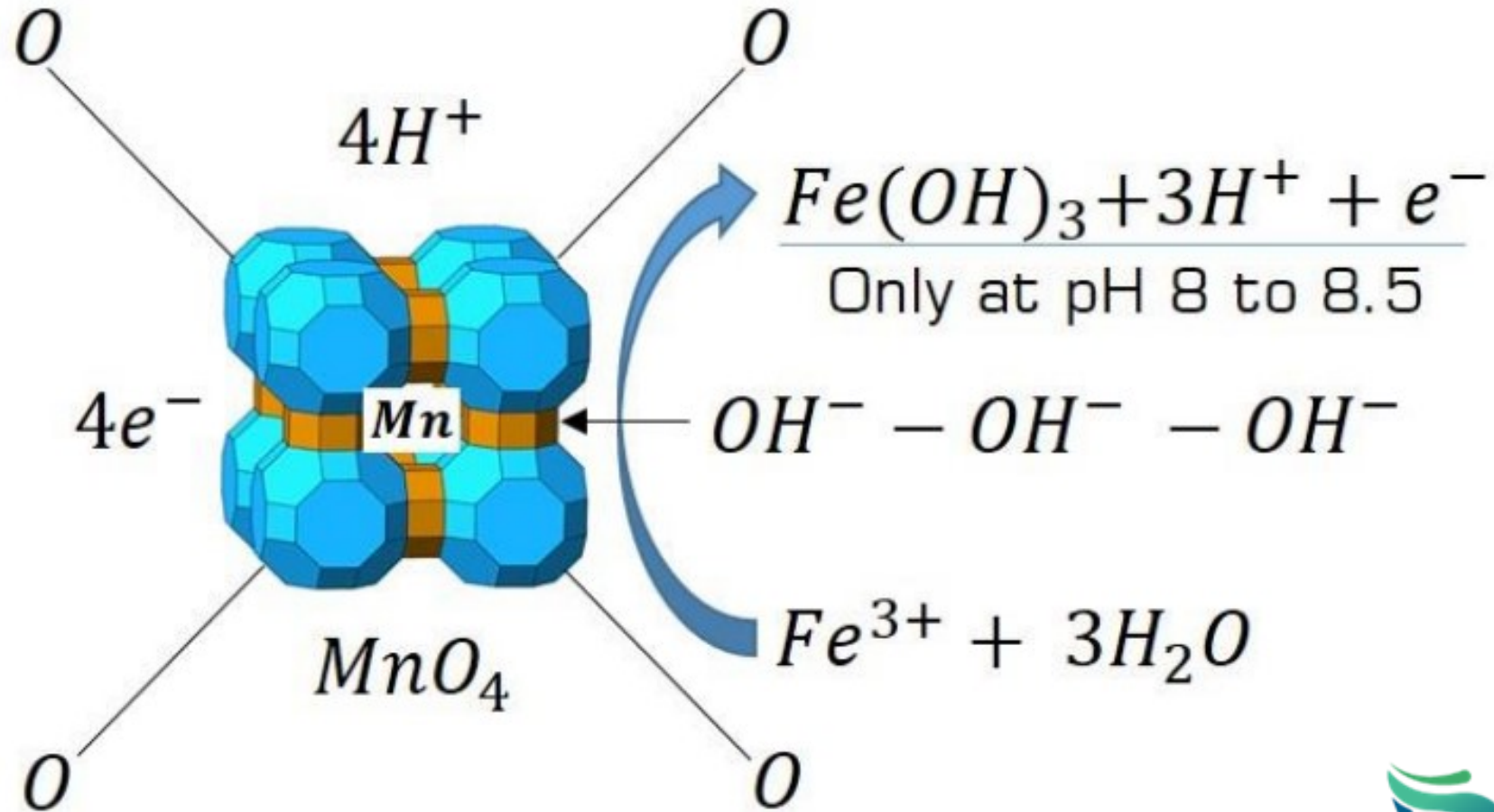


# Mecanismos de catálisis Hidrólisis



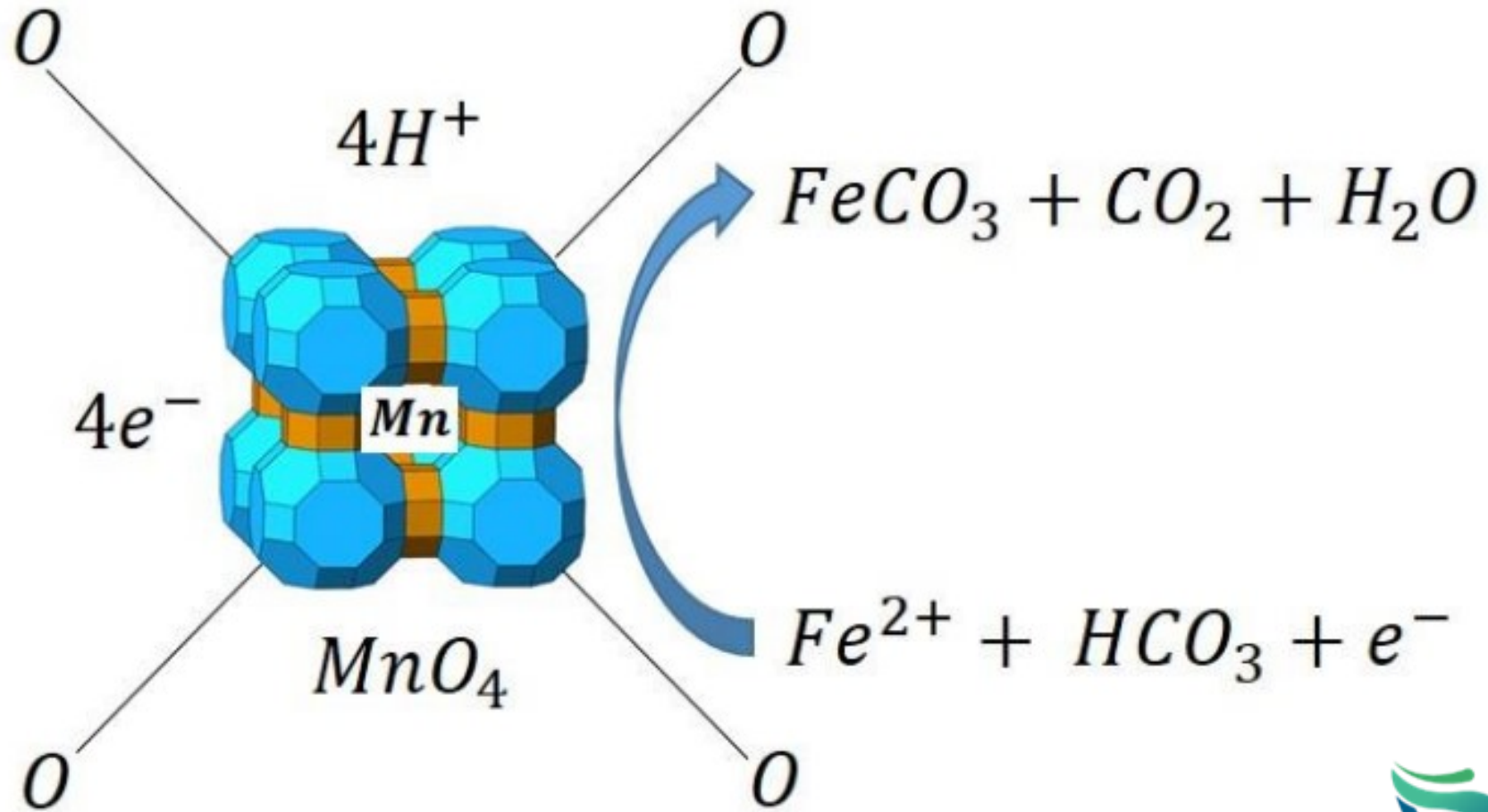


# Mecanismo de catálisis Precipitación de Hidróxido



# Mecanismos de catálisis

## Precipitación de Carbonato



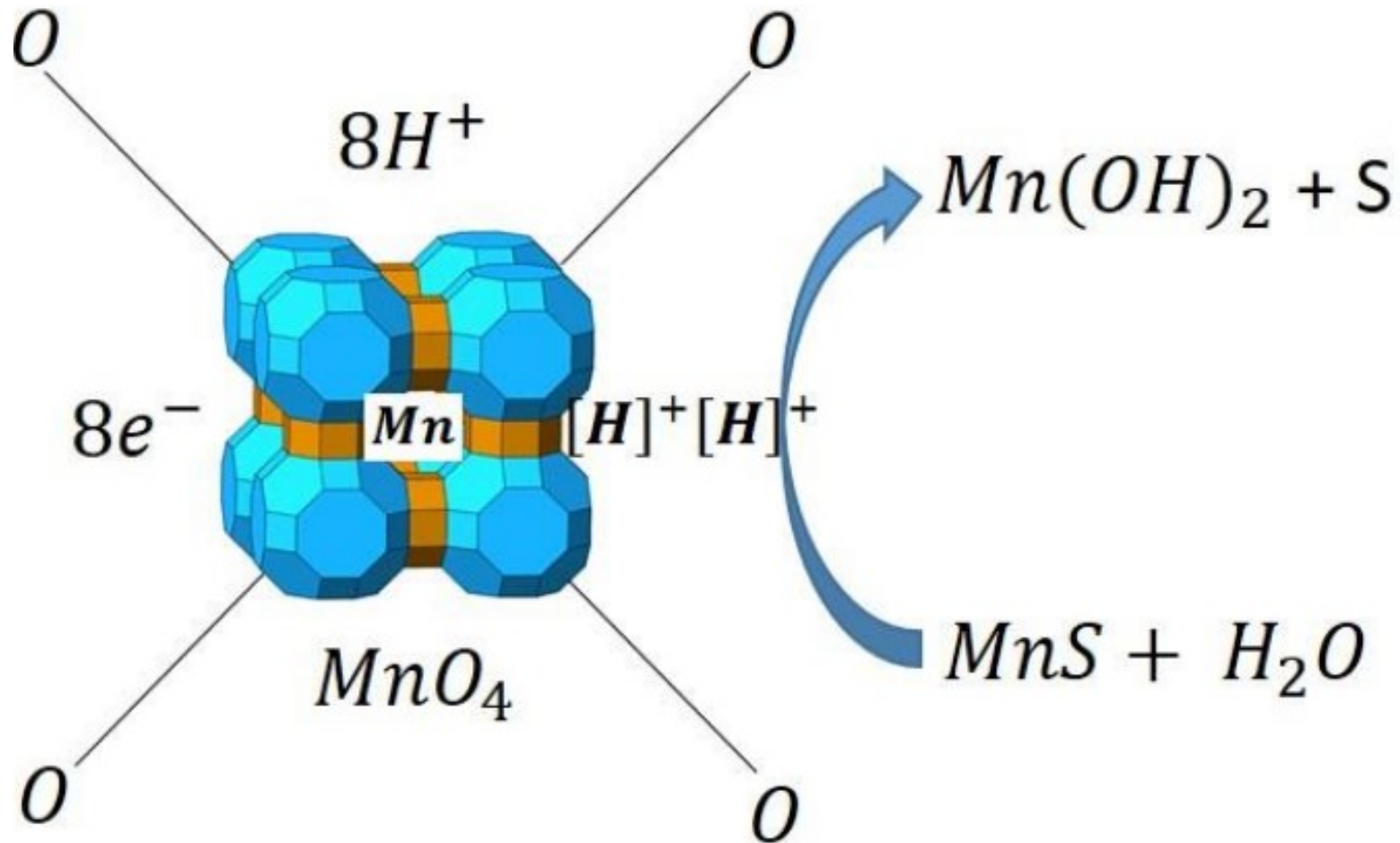
# Mecanismos de catálisis

## Precipitación de Manganeso



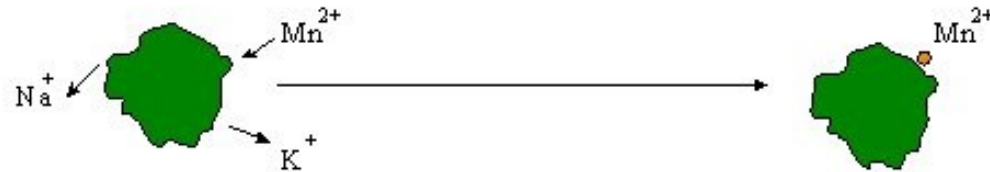
# Mecanismos de catálisis

## Precipitación de Manganeso y Sulfato

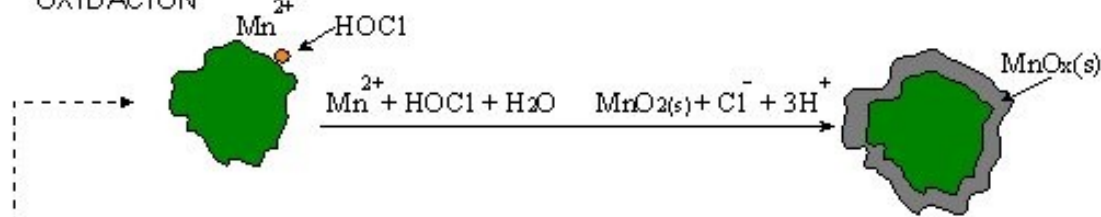


# Mecanismo de adsorción

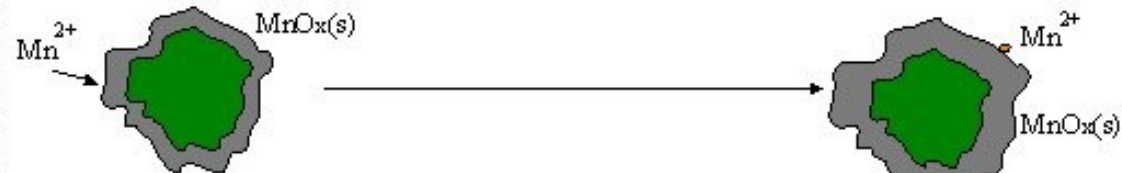
INTERCAMBIO IÓNICO



OXIDACIÓN



ADSORCIÓN



# Caso de estudio 1: Minera de Cuarzo



- El agua a tratar es una mezcla de agua lluvia y subterránea acumulada en lagunas.
- Hierro: 1.3 - 2.0 mg/L
- Manganeso: 1.9 – 2.3 mg/L
- pH: 3.0 – 3.4
- TDS: 100 – 300 mg/L

# Levantamiento Técnico

- Medición de índice de taponamiento
- Mediciones en terreno de parámetros relevantes:
  - Hierro
  - Manganeso
  - Sulfatos
  - Sílice
  - pH
  - Temperatura
  - Conductividad
- Diseño del sistema de tratamiento



# Planta potabilizadora – Minera de cuarzo





# Estabilización primaria



- Alcalinización pH 9.
- Precipitación en estanque.
- Reducción del 50% del Hierro y 25% del Manganeso.

# Planta Potabilizadora



# Filtros en serie



Remineralización

GS2

GS1

Filtro multimedia

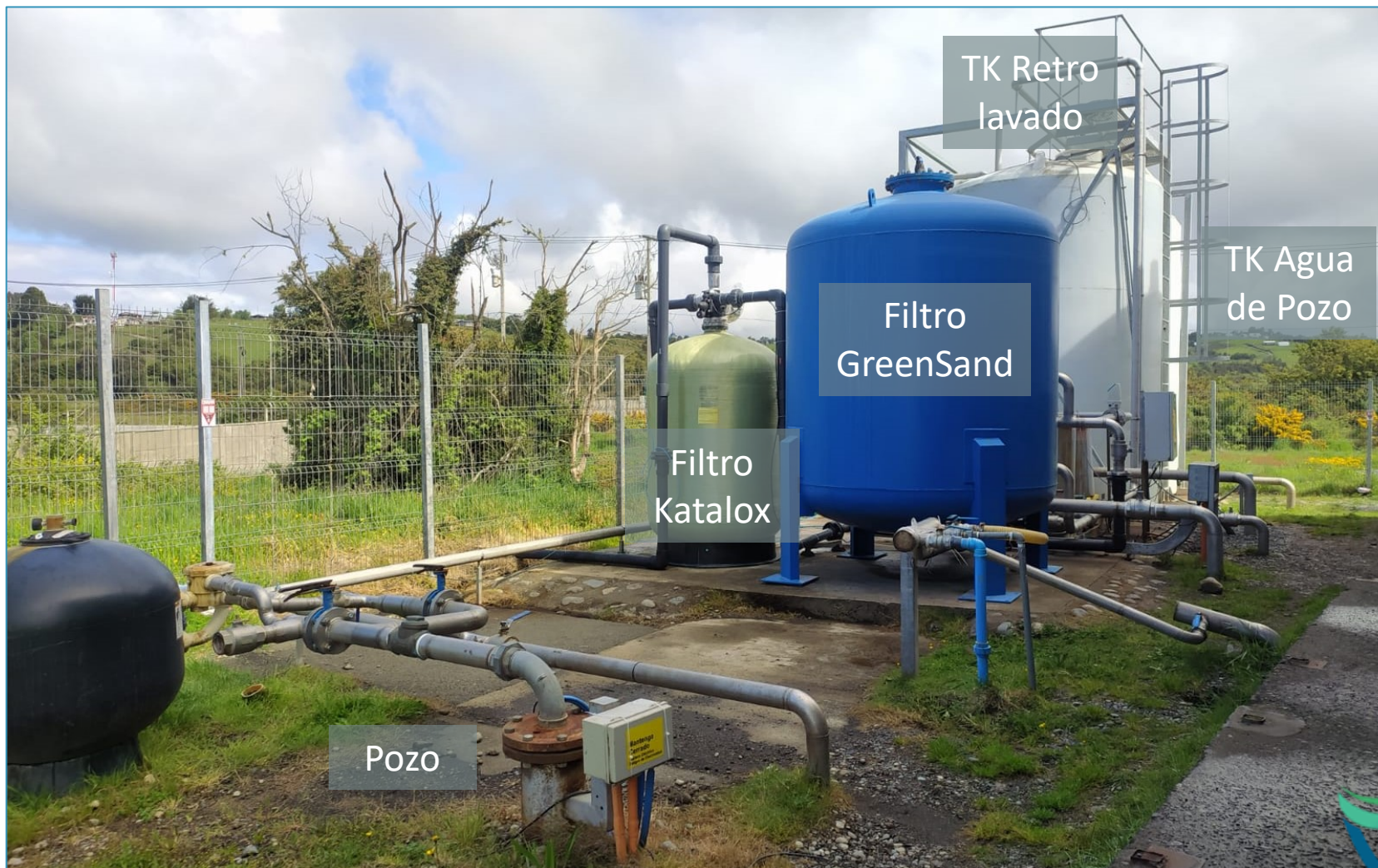
# Agua producto



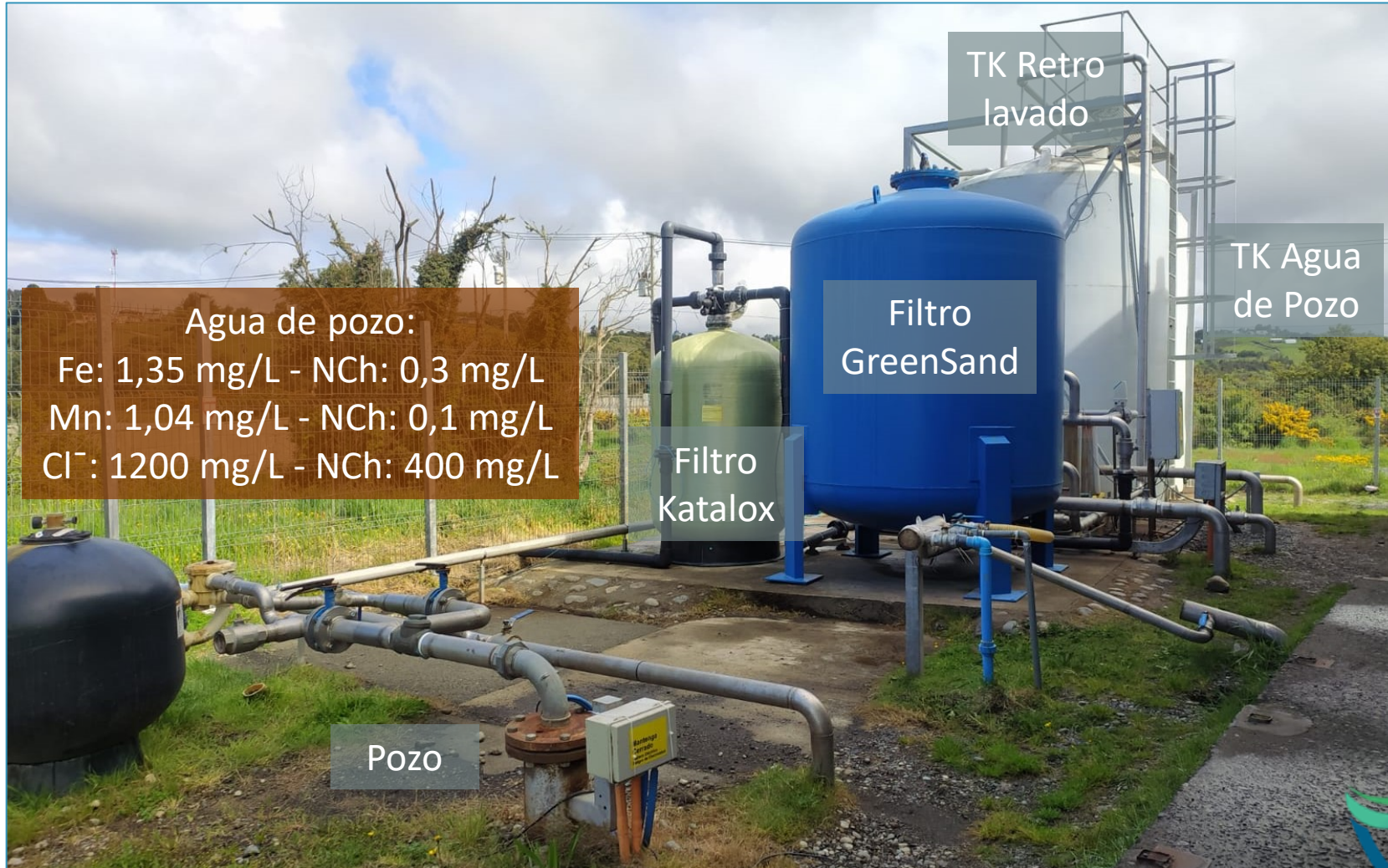
Total cumplimiento de la NCn409

- Hierro: 0.00 mg/L
- Manganeso: < 0.007 mg/L
- Cloro Libre: 1.0 - 0.7 mg/L
- pH: 7.0 - 7.5

## Caso de estudio 2: Agua de proceso



# Planta potabilizadora



# Filtros de abatimiento Hierro-Manganeso



# Filtros de abatimiento Hierro-Manganeso





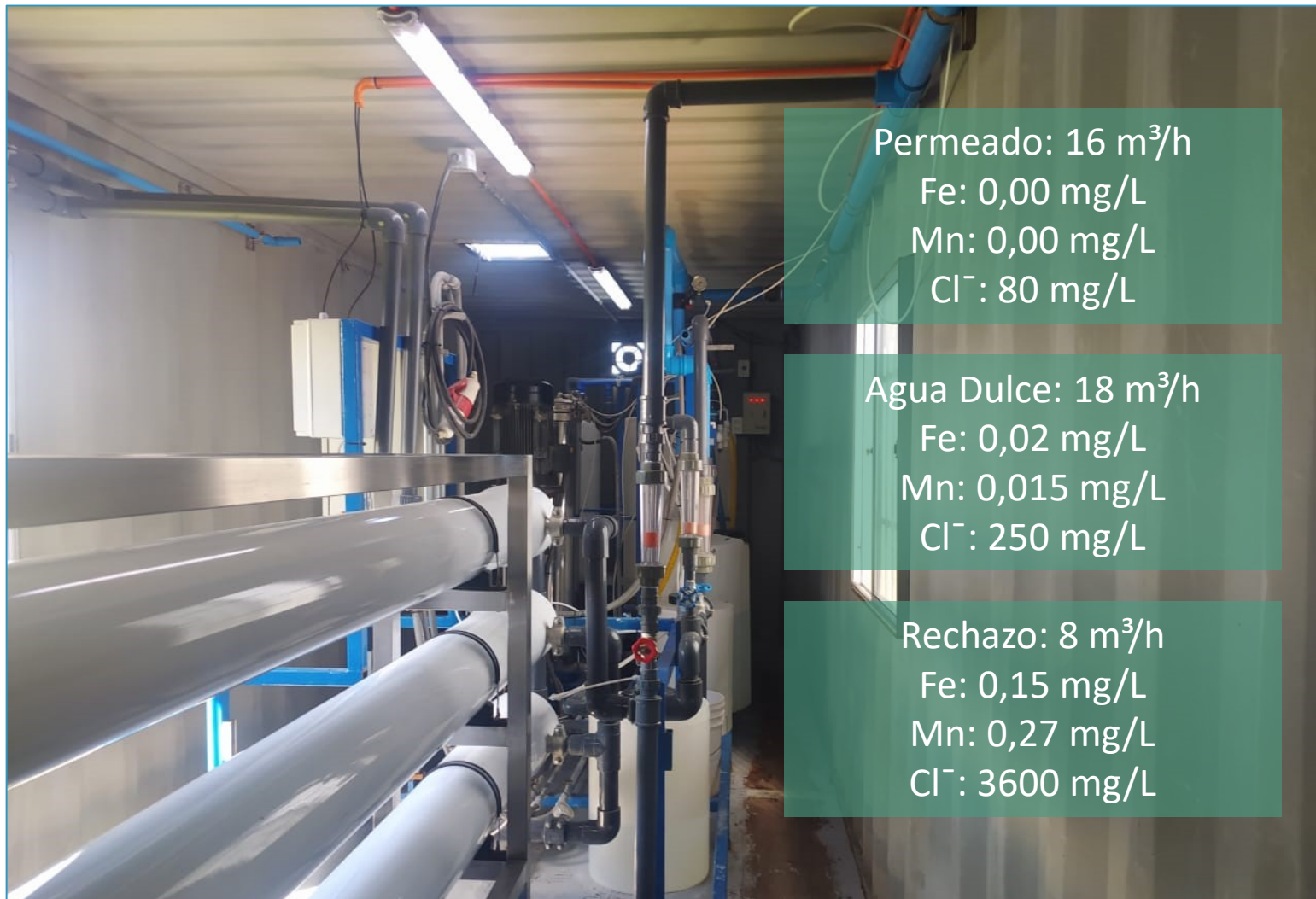
# Filtros de abatimiento Hierro-Manganeso



# Osmosis Inversa



# Sistema de Osmosis Inversa



Permeado: 16 m<sup>3</sup>/h  
Fe: 0,00 mg/L  
Mn: 0,00 mg/L  
Cl<sup>-</sup>: 80 mg/L

Agua Dulce: 18 m<sup>3</sup>/h  
Fe: 0,02 mg/L  
Mn: 0,015 mg/L  
Cl<sup>-</sup>: 250 mg/L

Rechazo: 8 m<sup>3</sup>/h  
Fe: 0,15 mg/L  
Mn: 0,27 mg/L  
Cl<sup>-</sup>: 3600 mg/L

# Relevancia de los sistemas de control



- Control de Hierro y óxidos metálicos en general.
- Dosificación de antiincrustante.
- Abatimiento de cloro.
- Adecuada retención de partículas.
- Monitoreo de parámetros operacionales.

---

## Consideraciones

- En sistemas de pretratamiento que cuentan con abatimiento de Hierro/Manganeso para osmosis inversa, es necesario controlar el residual de óxidos metálicos, para evitar su oxidación y adhesión en la superficie de las membranas, y eliminar el cloro libre antes del ingreso a las membranas.
- Los sistemas de abatimiento de Hierro/Manganeso por lechos filtrantes requiere de un control apropiado de las variables y acondicionamiento químico, como respuesta a las variaciones del agua alimentada.

GRACIAS



AYRE

---