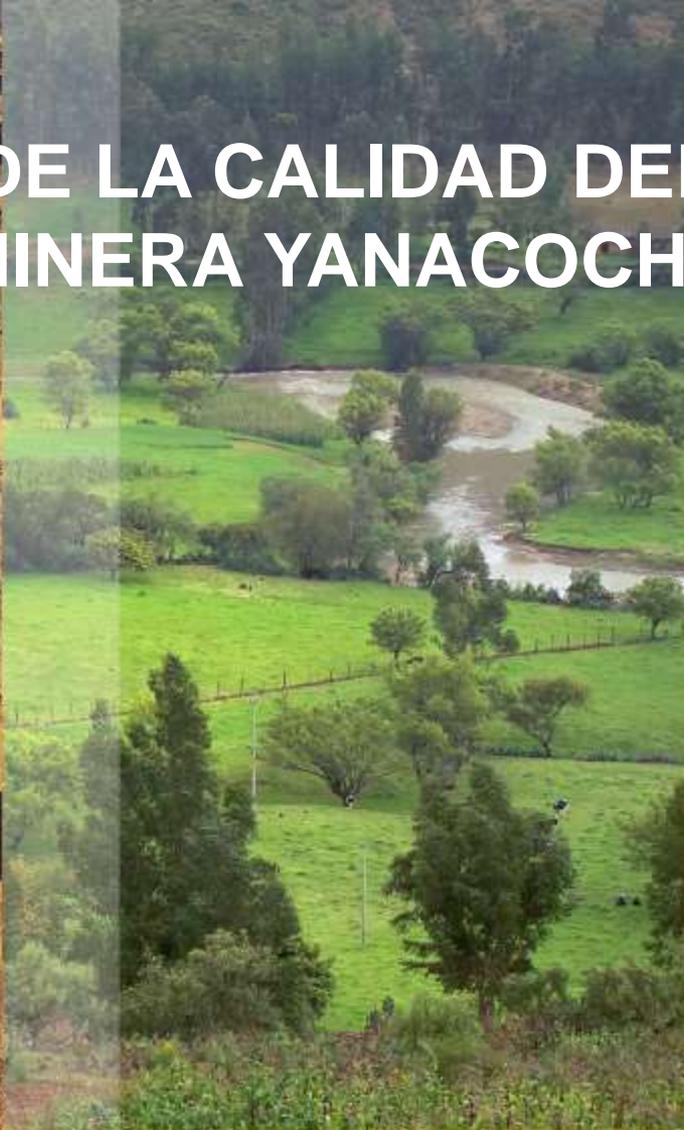


GESTION DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MINERA YANACOCHA



Wilder Raúl Sánchez Navarro
Minera Yanacocha SRL
Marzo 2016

Yanacocha

Contenido

- Generalidades
- Manejo Integral de Aguas
- Balance de Aguas
- Procesos de Tratamiento de Agua
 - Tratamiento de agua acida
 - Tratamiento de agua de excesos
 - Desarrollo de nuevas tecnologías
- Control de Erosión y Sedimentos
- Monitoreo de Calidad de Agua
- Usos del Agua

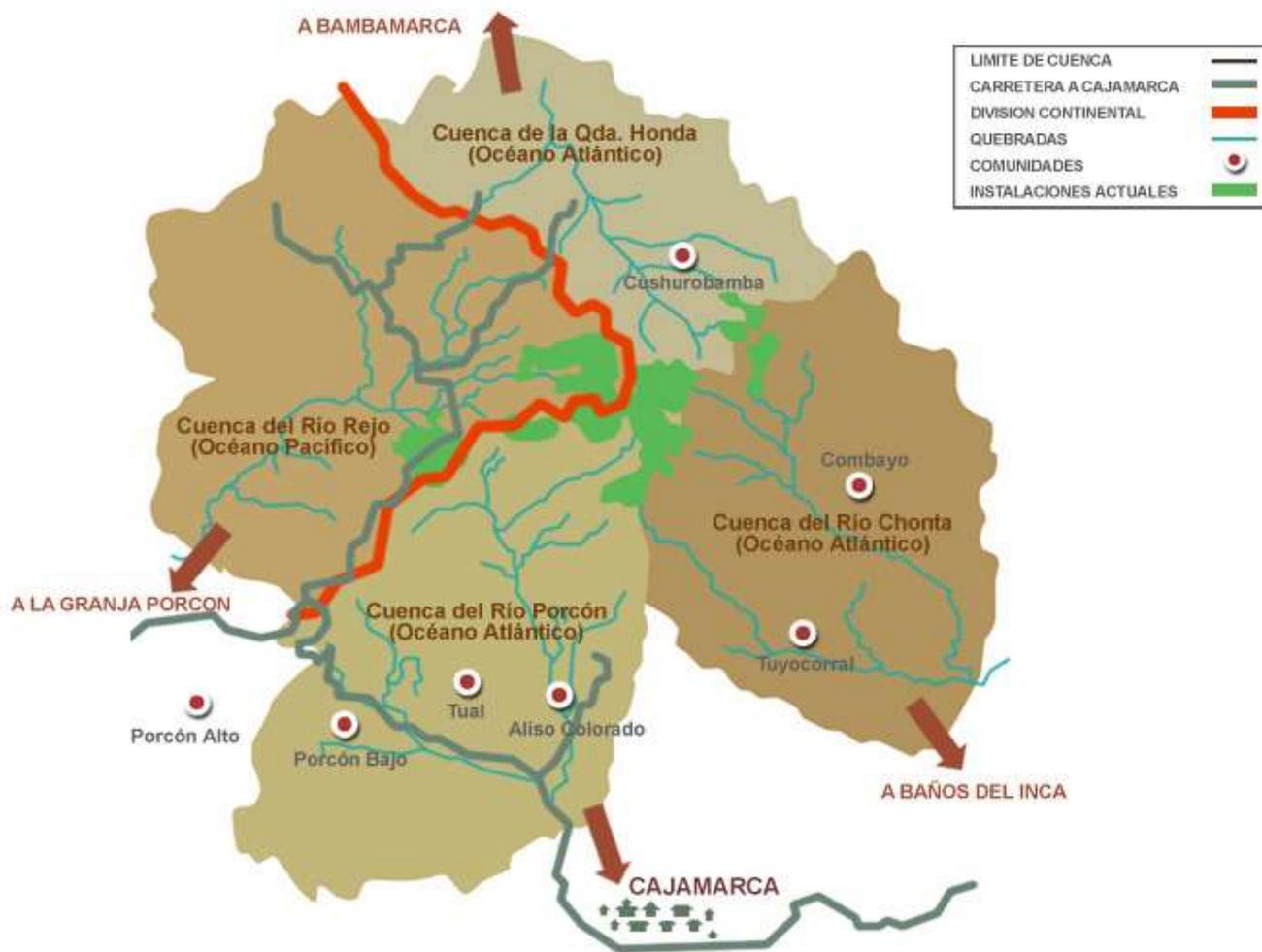
Generalidades

- Descubierta en 1985.
- Inicio de producción en 1993.
- Accionistas:
 - Newmont (51.35%)
 - Buenaventura (43.65%)
 - IFC (5%)



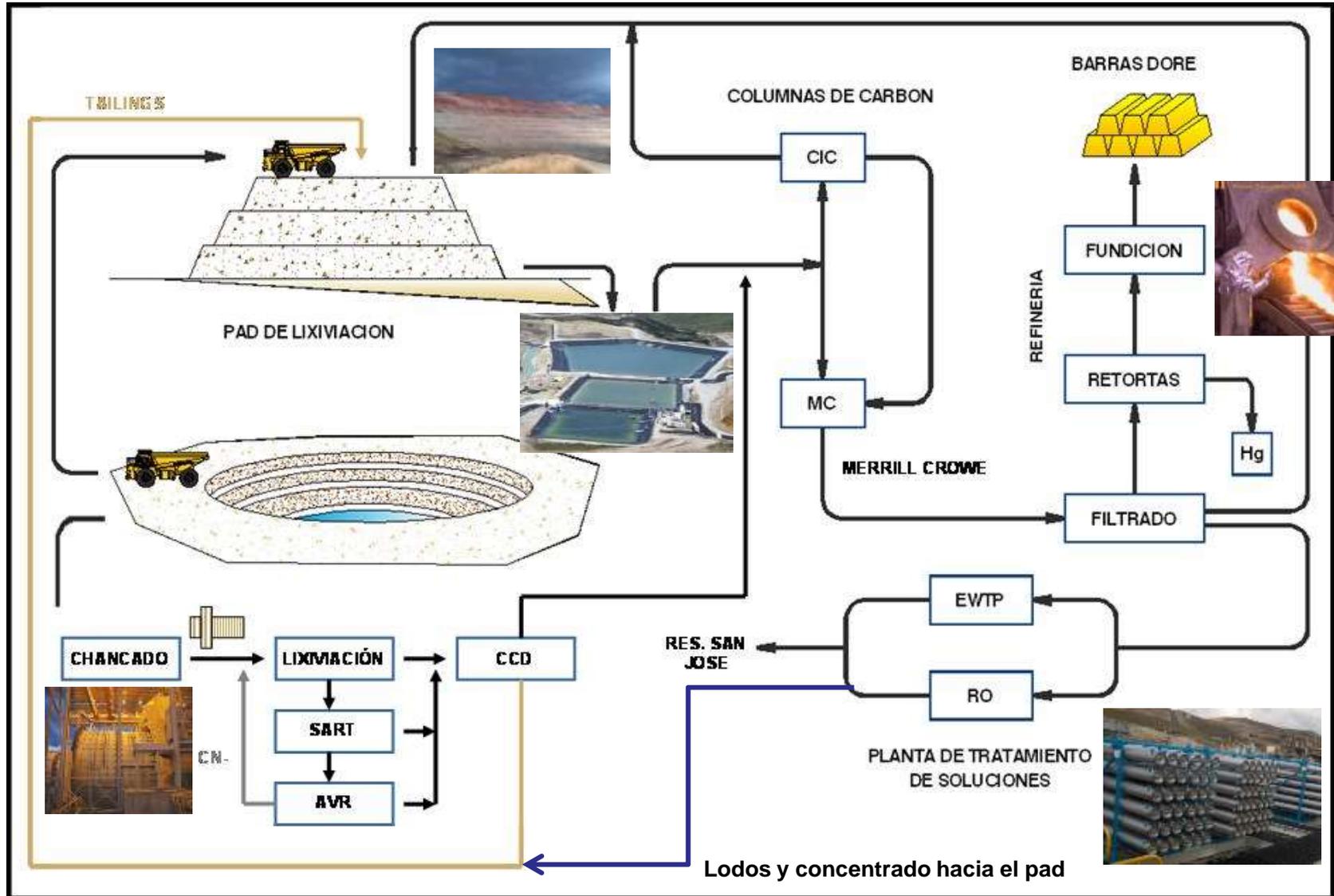
Generalidades

Yanacochoa y su entorno:



Generalidades

Proceso Productivo:



Manejo Integral de Aguas en Yanacocha

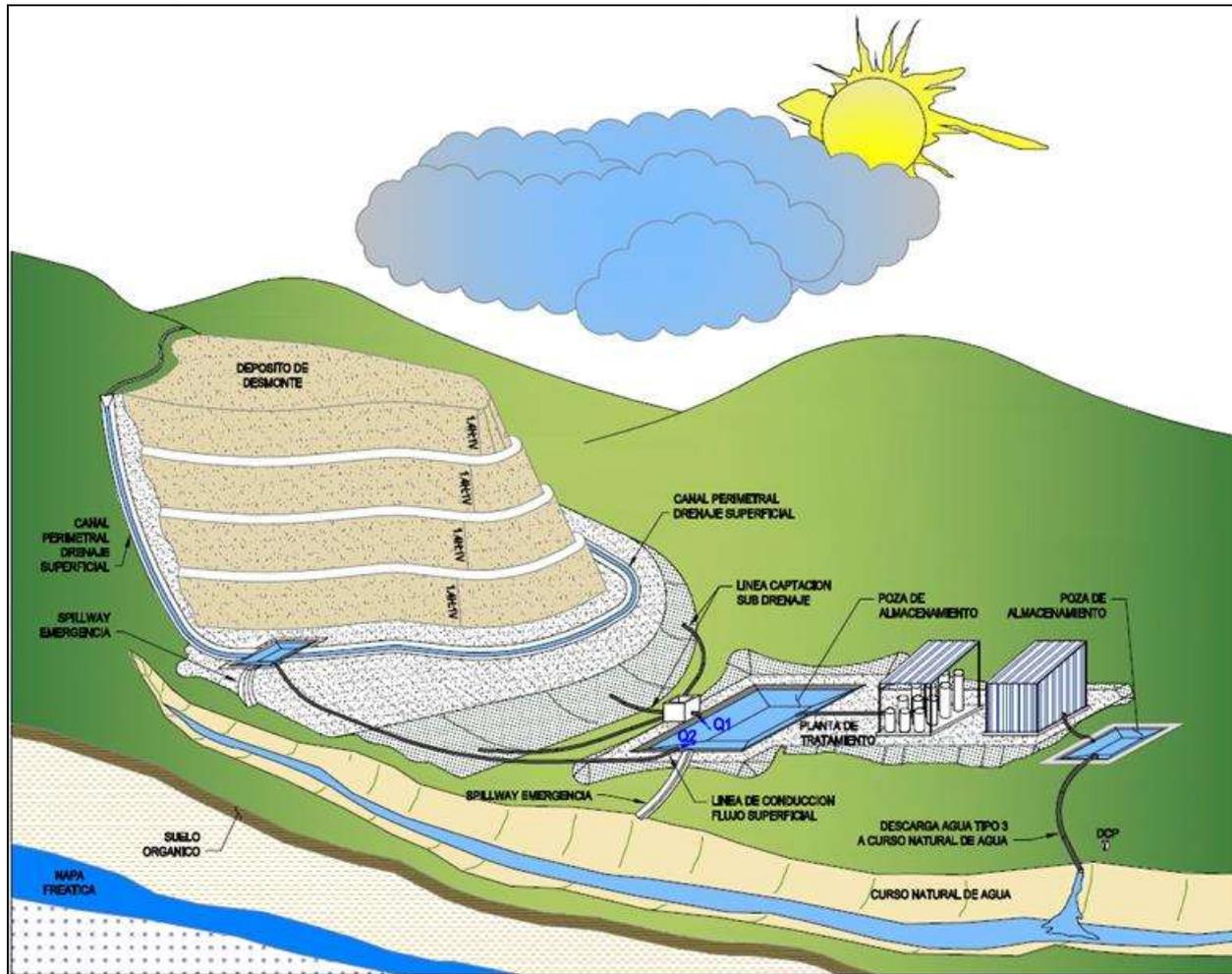
Esquema General:



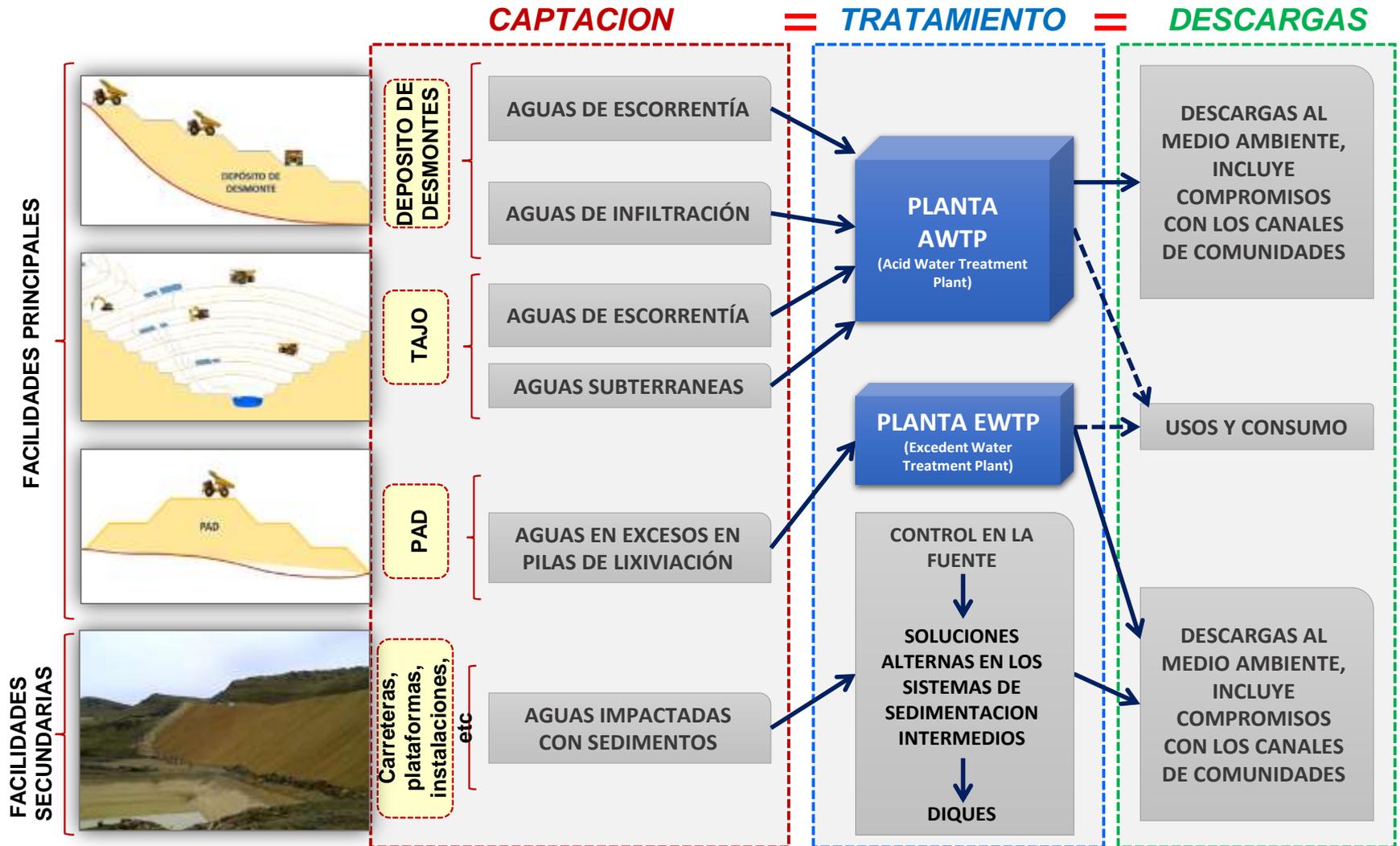
El manejo integral de las aguas en la minería sigue el esquema general de cualquier sistema abastecimiento

Manejo Integral de Aguas en Yanacochoa

Sistema de Captación – Tratamiento y Descarga:

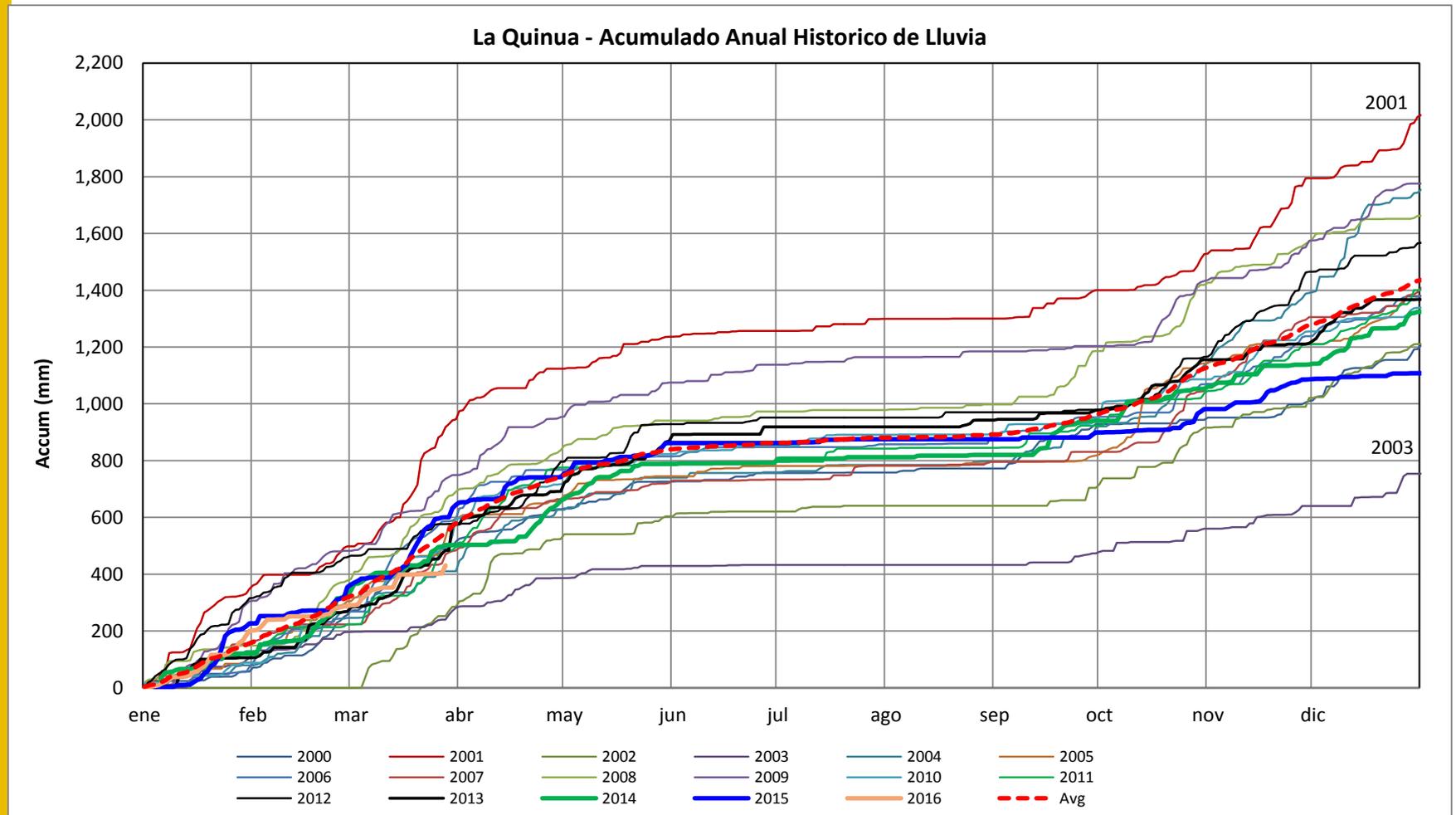


Manejo Integral de Aguas en Yanacocha



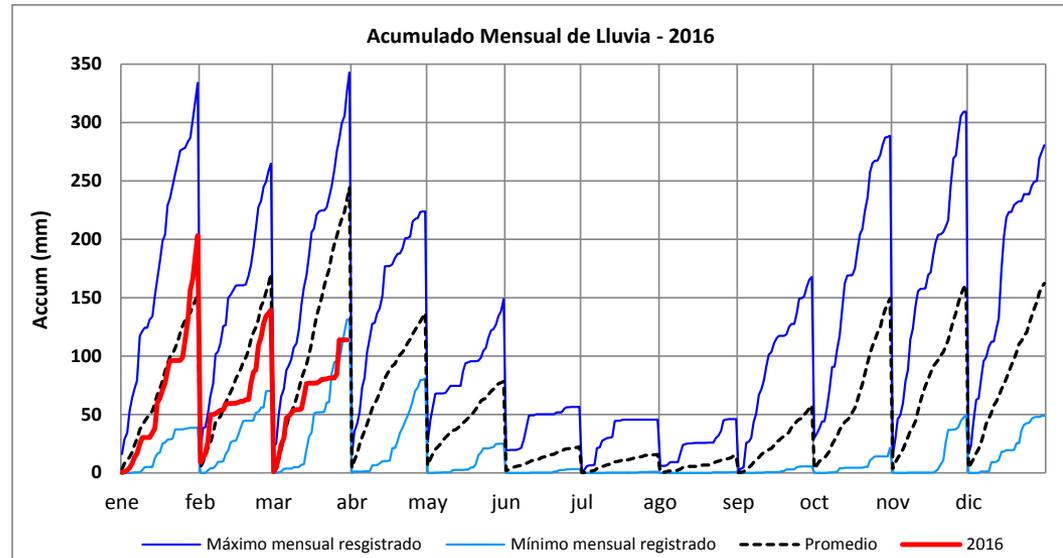
Balance de Aguas

Precipitación Histórica:

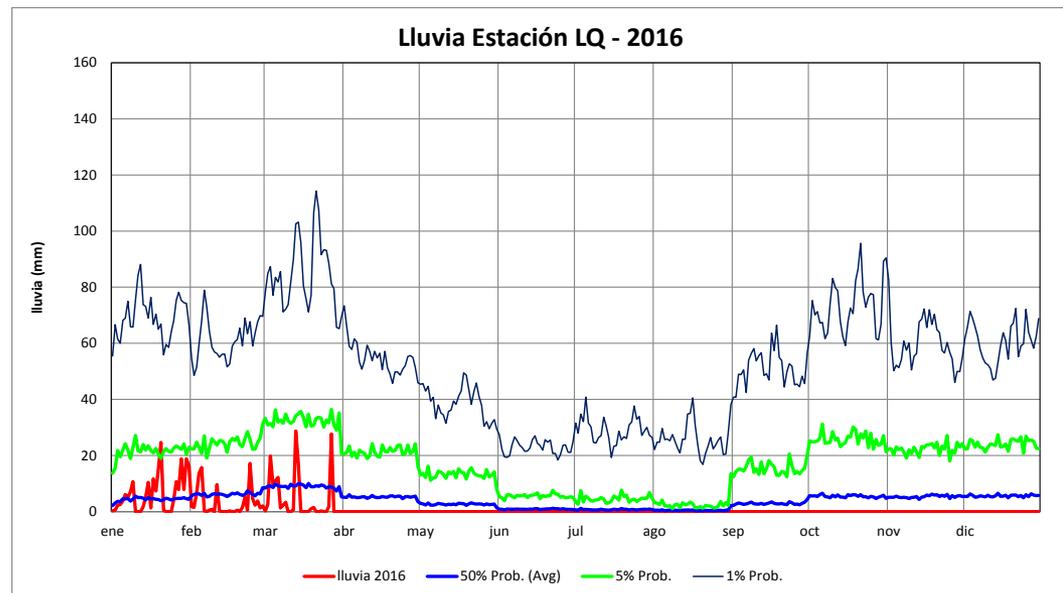


Balance de Aguas

Precipitación mensual:

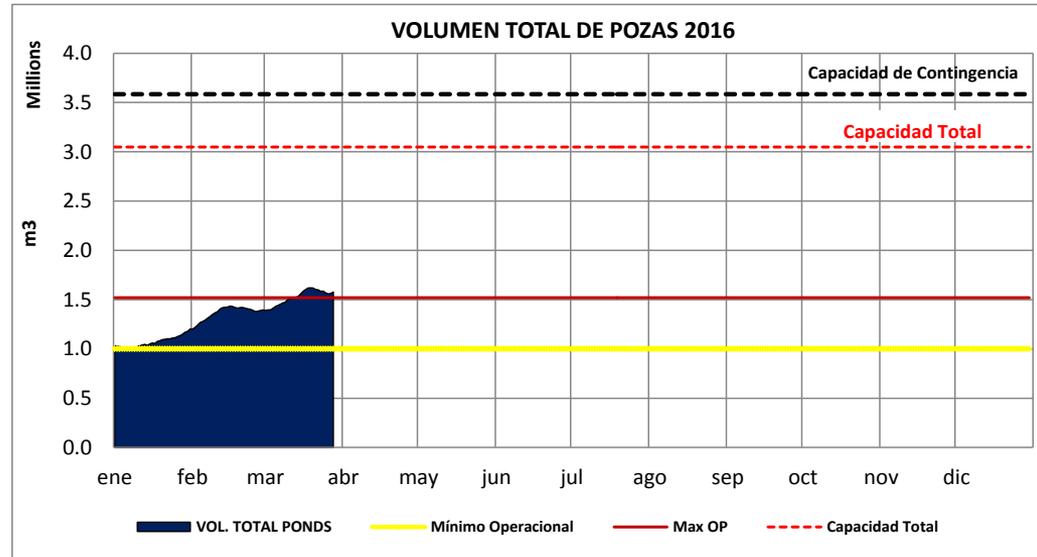


Proyección de la precipitación por cada zona geográfica, se usa un modelo estocástico para la predicción de lluvias.

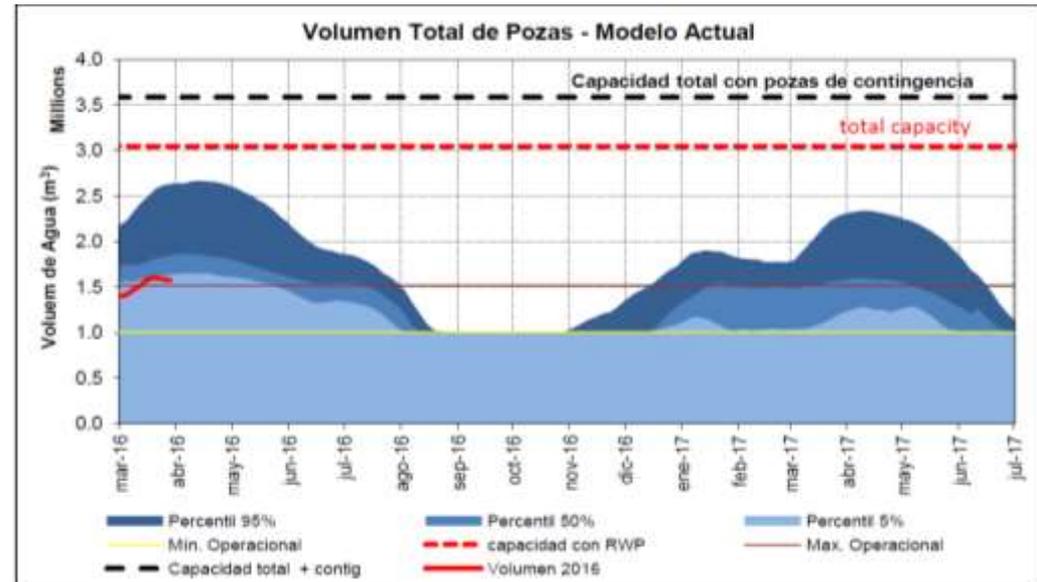


Balance de Aguas

Control de volumen actual de agua en el sistema:

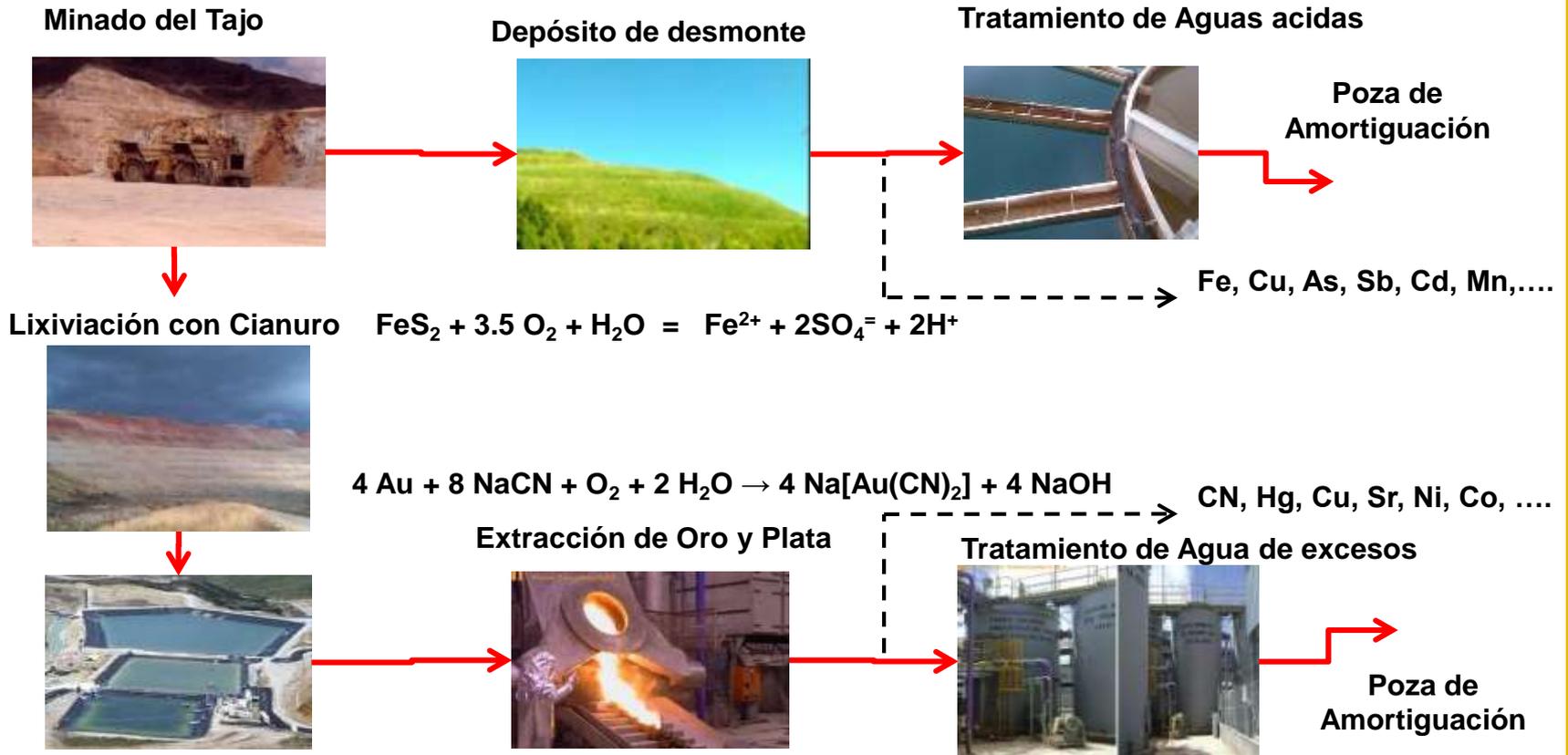


Proyección de volumen futuro de agua en el sistema, se modela cambios, optimizaciones, futuros proyectos:



Procesos de Tratamiento de Agua

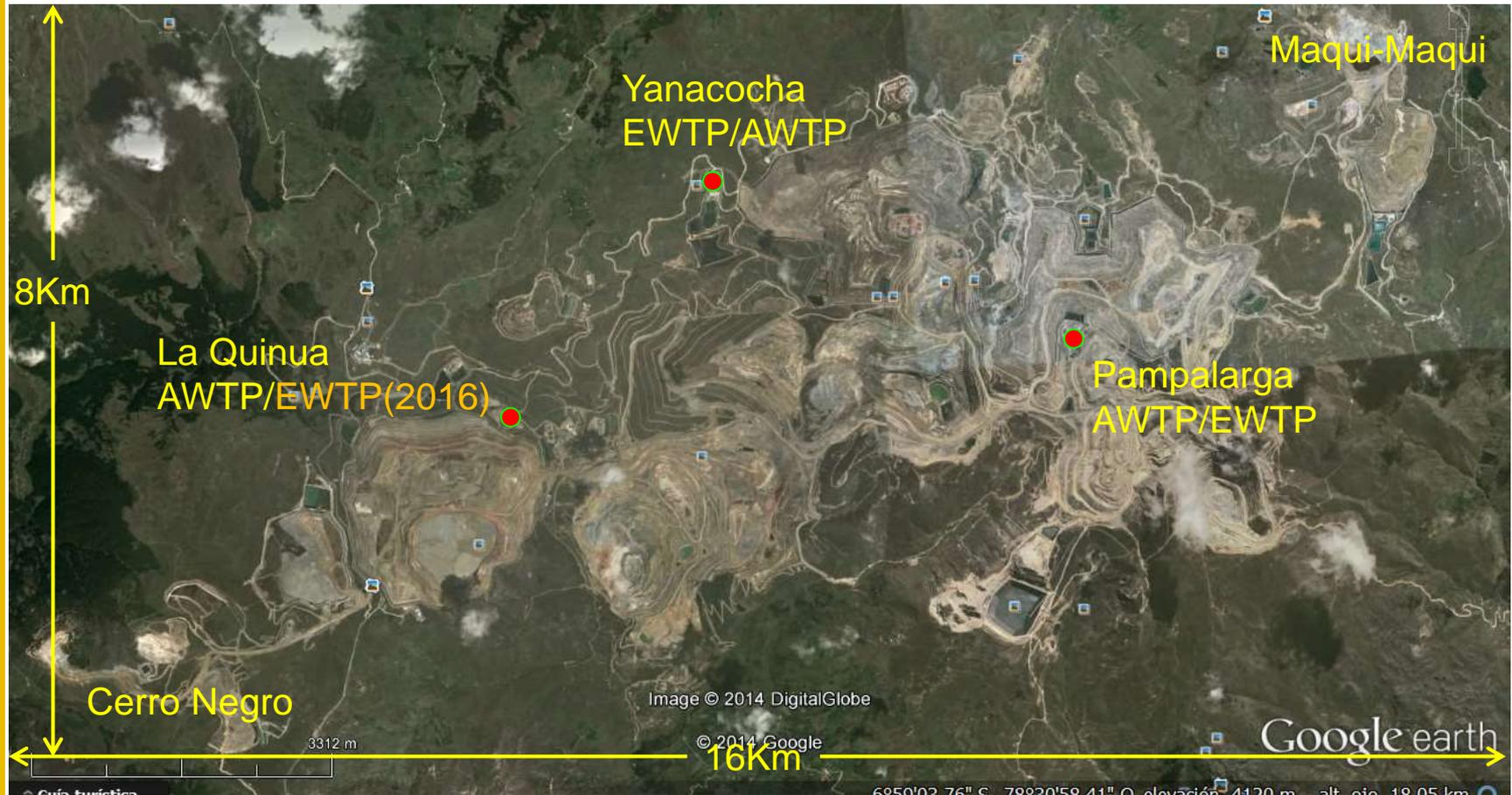
Generación de agua acida y agua de excesos:



Las plantas de procesos son para asegurar el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP) en los puntos autorizados de vertimiento.

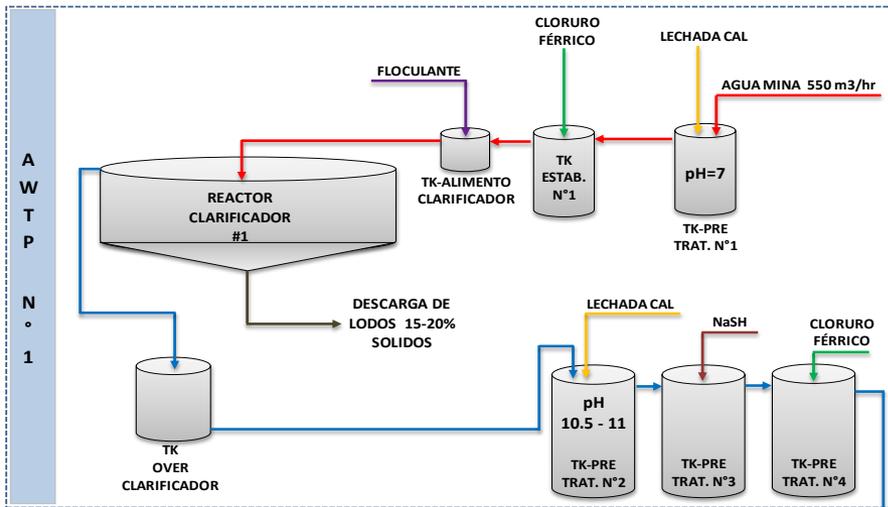
Procesos de Tratamiento de Agua

Distribución geográfica de las operaciones de las plantas de tratamiento de agua: EWTP (2,250 m³/h + 500 m³/h) , AWTP (4,800 m³/h)

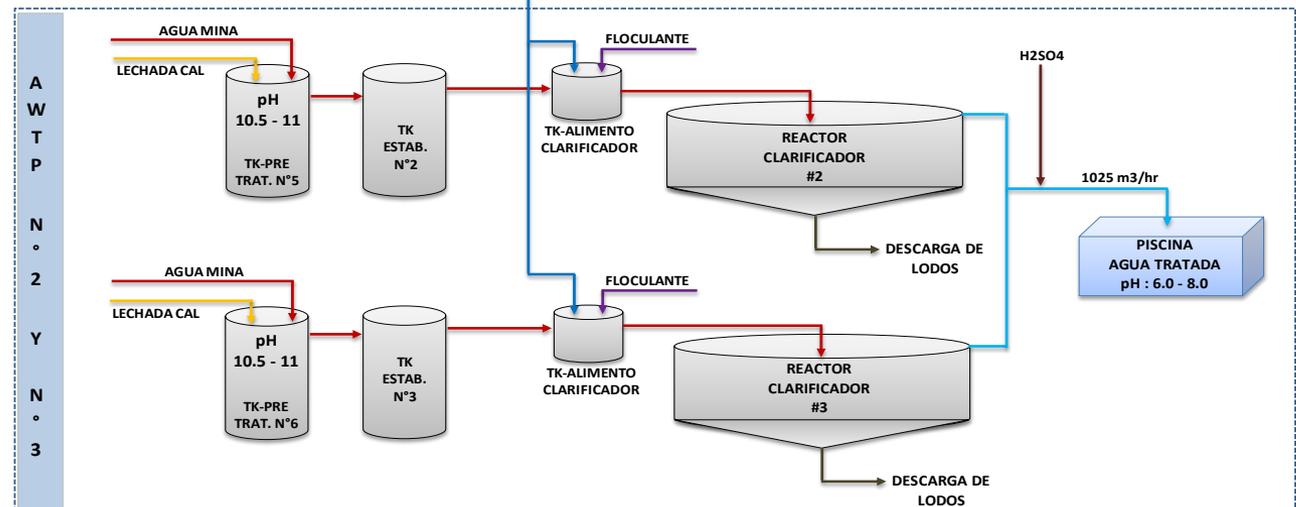


Procesos de Tratamiento de Agua

Plantas de Tratamiento de Agua Acida - AWTP:



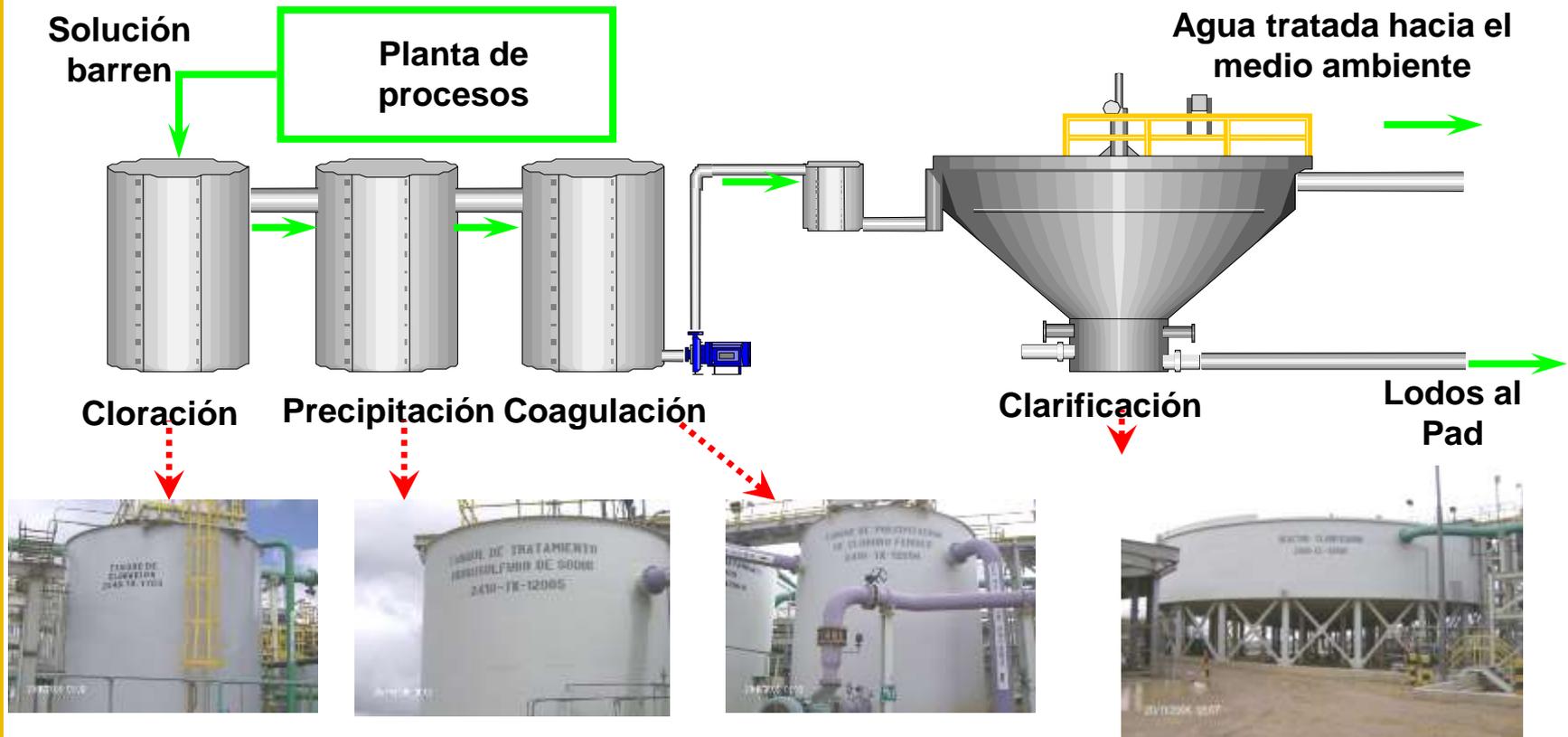
- Sistema de tratamiento convencional con dos etapas de precipitación de metales a pH 7 y pH 10.5 por la calidad de las aguas de alimento.
- Se tienen tres plantas en:
 - La Quinua – 2,800 m³/h
 - Pampalarga – 1,500 m³/h
 - Yanacocha – 500 m³/h



Procesos de Tratamiento de Agua

Plantas de Tratamiento de Agua de Excesos - EWTP:

- Sistema de tratamiento convencional, el cual dejó de operar en el año 2013 por el procesamiento de minerales complejos de Oro.



Procesos de Tratamiento de Agua

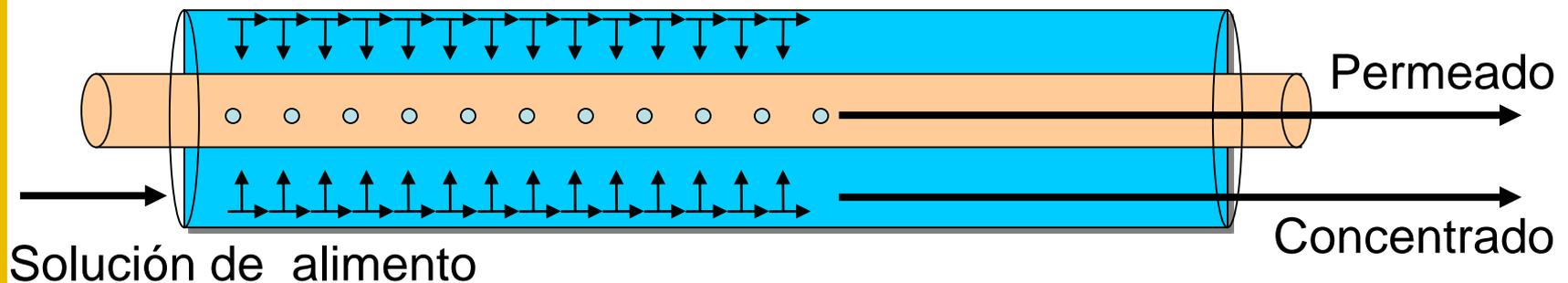
Plantas de Tratamiento de Agua de Excesos - EWTP:

- Sistema de tratamiento por Osmosis Inversa actualmente en operación:
 - Pampalarga: 1,000 m³/h
 - Yanacocha Norte: 1,250 m³/h.
 - La Quinoa: 500 m³/h en construcción incluye sistemas de UF y SO₂/aire
- El sistema de Osmosis Inversa permite:
 - La tecnología se desarrollo con el objetivo principal de mantener y asegurar siempre que las descargas de agua al medio ambiente cumpliendo los estándares y exigencias del gobierno e internas de Newmont (IFC).
 - Poder procesar minerales mas complejos.
 - Se realizaron pruebas a escala en el año 2,002 para demostrar la tecnología.
 - Resultado: Uso de tecnología de membranas Osmosis Inversa (RO)
 - La tecnología se patento en Perú siendo en Yanacocha donde se desarrollo la tecnología del uso de membranas para tratamiento de efluentes mineros iniciando operaciones en feb. 2,004 con 250 m³/h y actualmente se tiene una capacidad de diseño de 2,250 m³/h.
 - Actualmente es la tecnología mas avanzada de tratamiento de agua.

Procesos de Tratamiento de Agua

Proceso de Osmosis Inversa:

Flujo a través de la membrana



- * La solución de alimento ingresa a la membrana bajo presión, produciendo un flujo que atraviesa la membrana llamado permeado el cual es la solución limpia.
- * La solución de alimento que no logra atravesar la membrana se llama concentrado y contiene un mayor número de sales

Procesos de Tratamiento de Agua

Proceso de Osmosis Inversa:

De la membrana

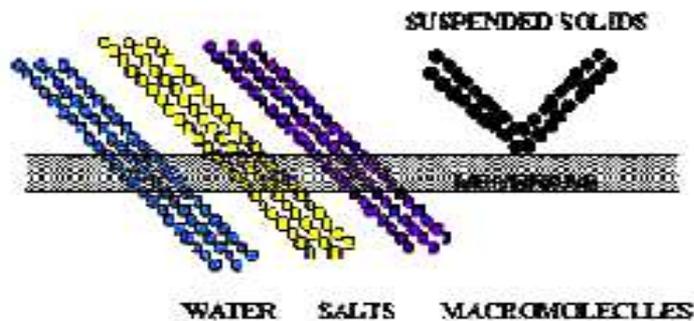
- * Material: Poliamida
- * Tipo: De enrollamiento en espiral



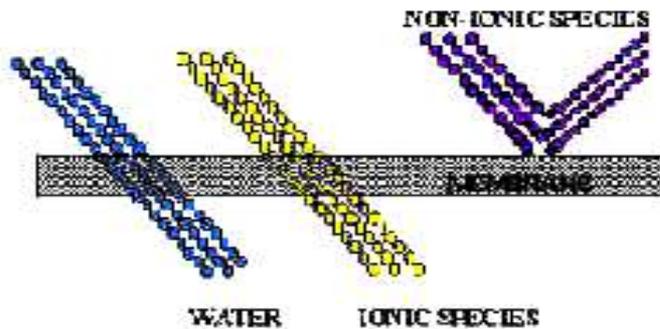
Procesos de Tratamiento de Agua

Proceso de Osmosis Inversa:

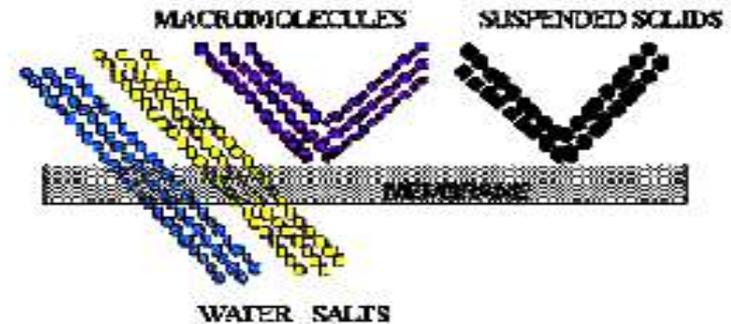
Tipos de filtración



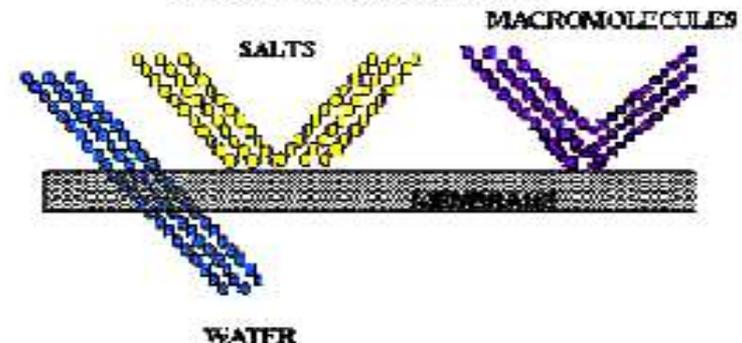
Microfiltration



Nanofiltration



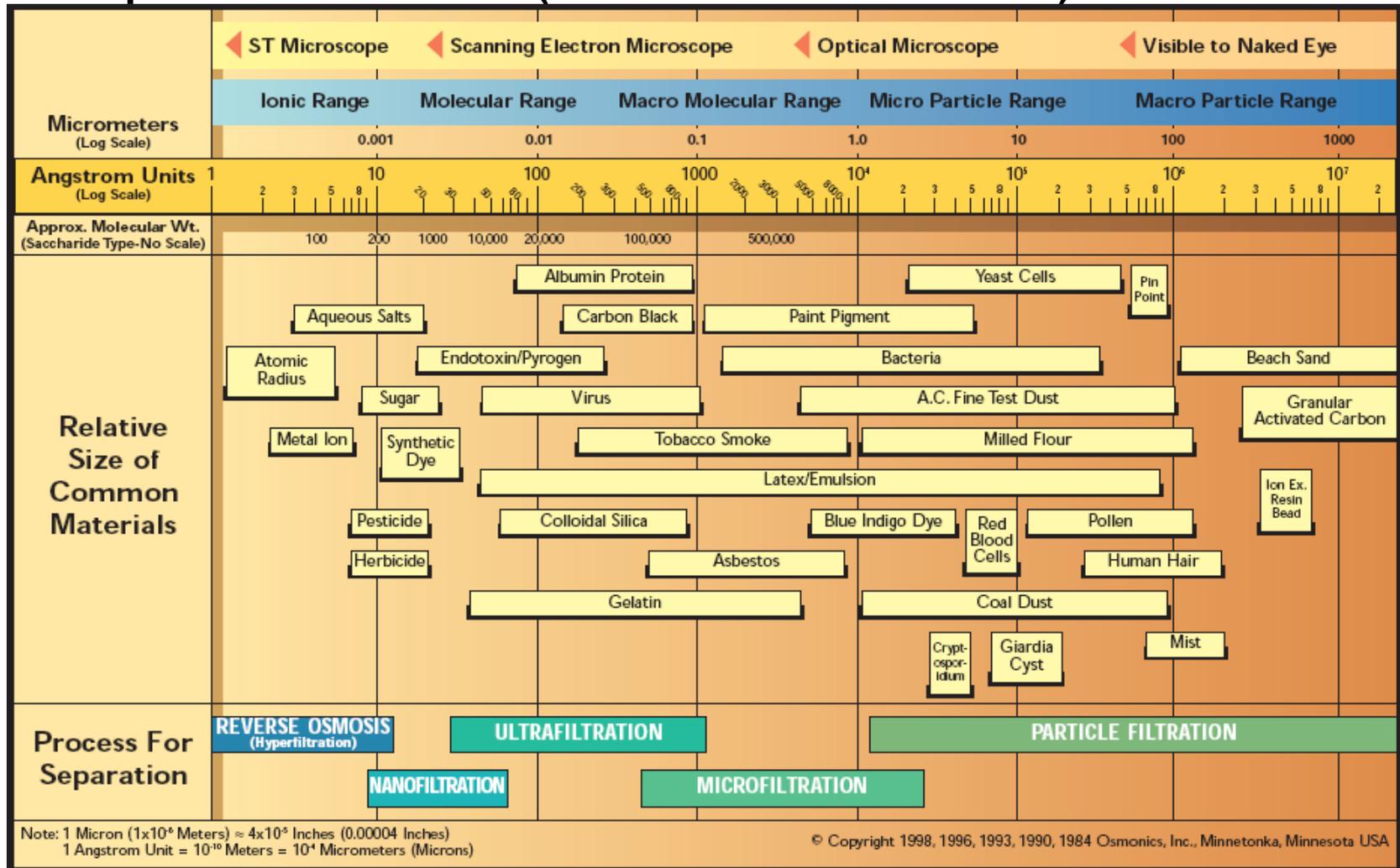
Ultrafiltration



Reverse Osmosis

Procesos de Tratamiento de Agua

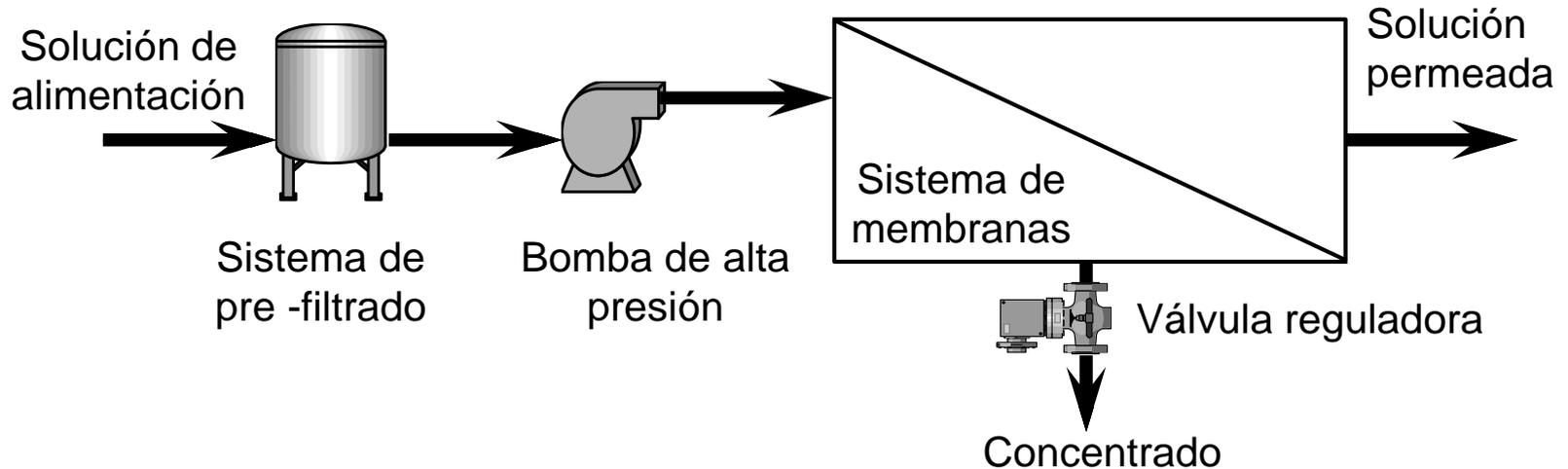
- Espectro de filtración – (Cortesía de Osmonics Inc.)



Procesos de Tratamiento de Agua

Proceso de Osmosis Inversa:

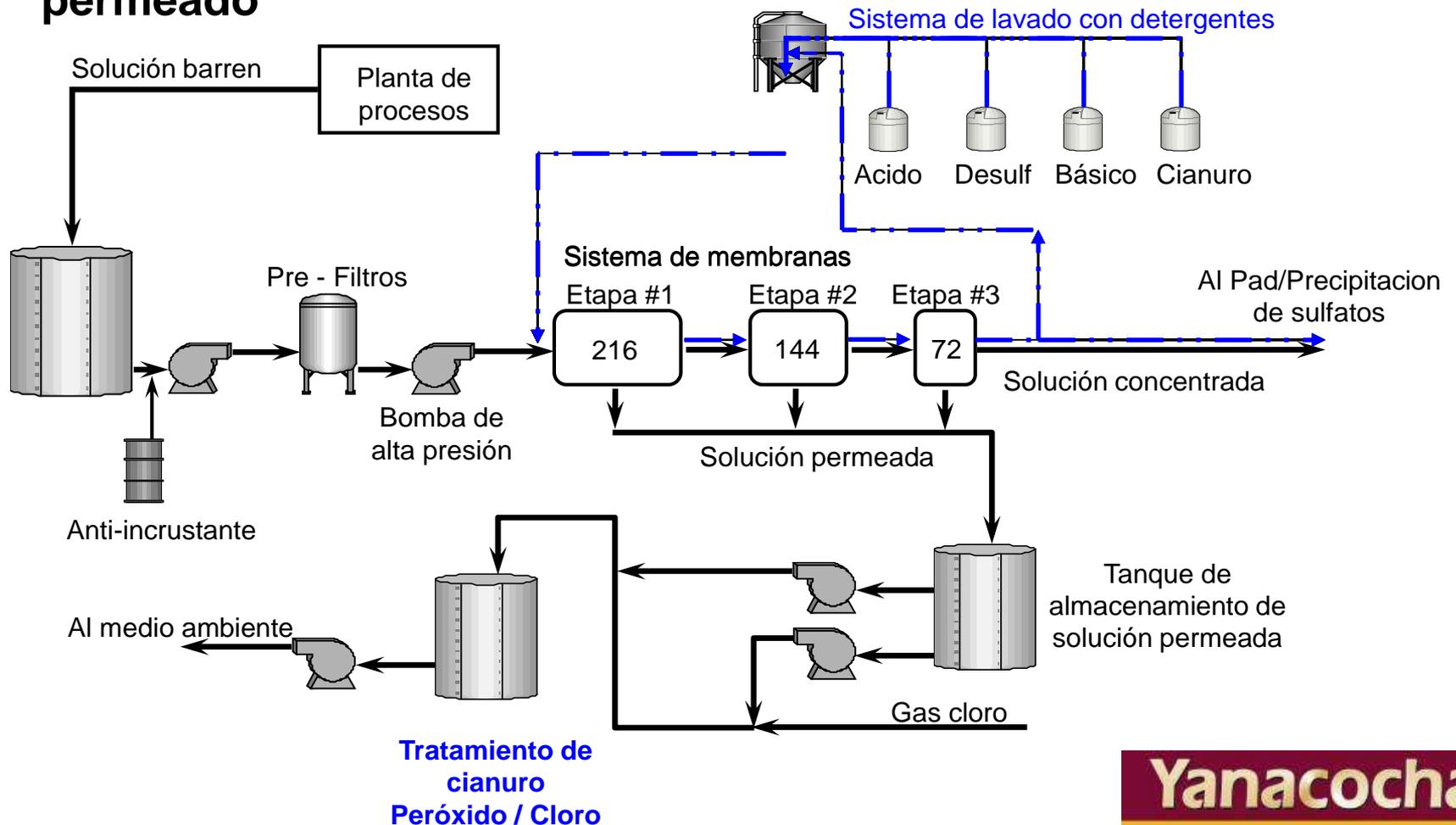
Esquema básico de un sistema de Osmosis Inversa



Procesos de Tratamiento de Agua

Proceso de Osmosis Inversa:

Diagrama de flujo de una unidad de RO – 250m³/h de permeado

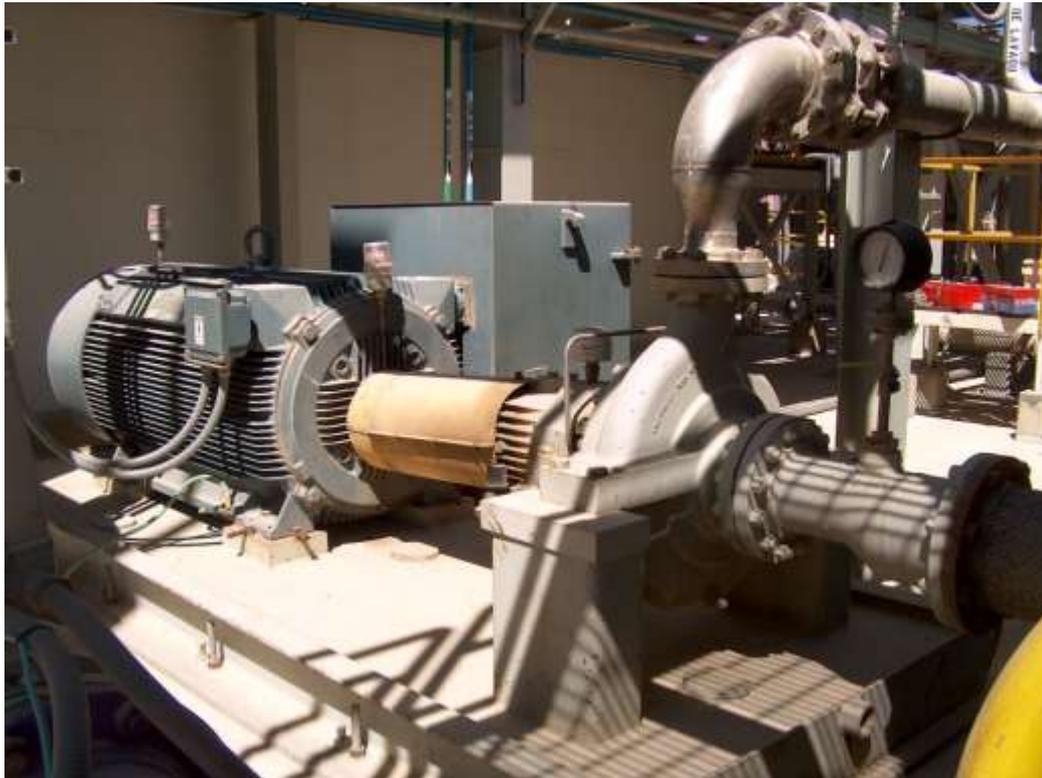


Procesos de Tratamiento de Agua

Proceso de Osmosis Inversa:

Principales equipos

- * Bomba de alta presión; 600 HP - 380 PSI



Procesos de Tratamiento de Agua

Proceso de Osmosis Inversa:

Principales equipos

- * Filtros de bolsa de 1 micra de abertura



Procesos de Tratamiento de Agua

Proceso de Osmosis Inversa:

Principales equipos

- * Sistema de membranas



Procesos de Tratamiento de Agua

Proceso de Osmosis Inversa:

Principales equipos

- * Sistema de lavado de membranas; detergentes ácido, básico, desulfurante y cianuro



Procesos de Tratamiento de Agua

Proceso de Osmosis Inversa:

Principales equipos

- * Vista de planta



Procesos de Tratamiento de Agua

Proceso de Osmosis Inversa:

Calidad de Agua

- Cumple con todos los LMPs y en la mayoría de los casos alcanza valores muy por debajo de los estándares de calidad de agua requeridos por el MEM y el IFC. Disminuye de manera eficiente las concentraciones de otros parámetros como nitratos, nitritos y otros metales, inclusive en parámetros no son regulados por estas entidades.

	pH	CN WAD ppm	Metales Totales (mg/l)								Nitritos como N	Nitrato como N
			As	Cd	Cr_hex	Cu	Fe_(dis)	Pb	Hg	Zn	mg/l	mg/l
Limite máximo permisible en la descarga de la planta*	6.0-9.0	0.20	0.080	0.04	0.08	0.4	1.600	0.200	0.0016	1.200		
Sol. Permeada	8.0	<0.05	<0.010	<0.002	<0.010	0.1	<0.50	<0.005	<0.0005	0.3	0.09	0.64
Sol. Alimentación	10.1	46.7	0.4	<0.002	<0.010	3.1	<0.50	<0.005	0.0025	17.2	5.19	27.47
Sol. Concentrada	9.7	117.5	1.5	<0.002	<0.010	11.6	<0.50	<0.005	0.0076	65.1	17.11	89.83

* Estandares del MEM e IFC para descarga de efluentes mineros

Procesos de Tratamiento de Agua

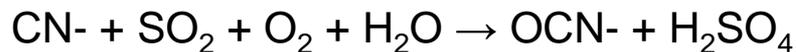
Desarrollo de Nuevas Tecnologías:

Tratamiento de Cianuro por SO₂/aire:

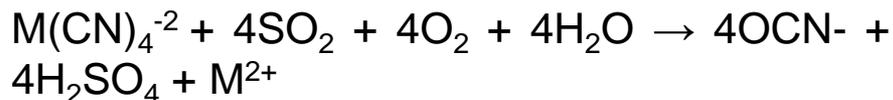
Se realizaron prueba a nivel laboratorio y piloto para validar la tecnología.

El proceso de destrucción de cianuro por SO₂/aire es mediante una reacción química donde involucra al ion cúprico. Se da la oxidación del cianuro libre, complejos débiles de metales según las siguientes reacciones:

Reacción 1:



Reacción 2:



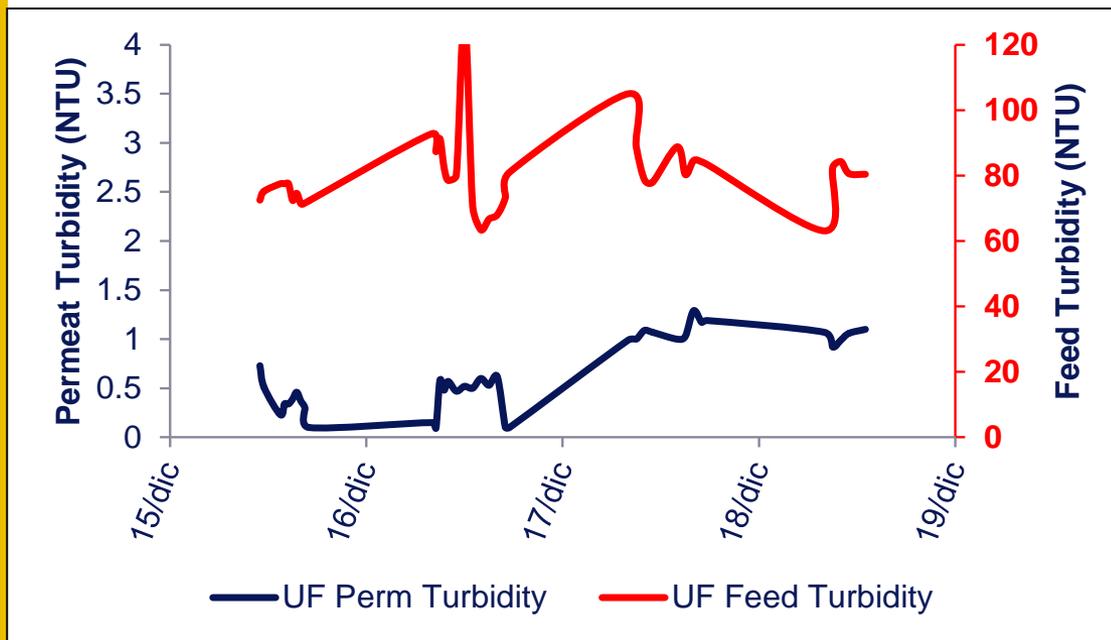
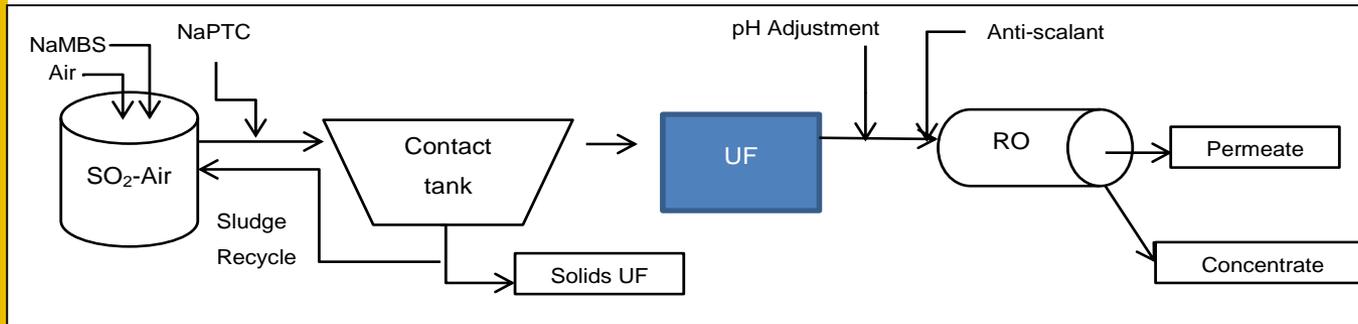
También se tiene precipitación de metales como el cobre.



Procesos de Tratamiento de Agua

Desarrollo de Nuevas Tecnologías:

Ultrafiltración para separación Sólido/Líquido:



- ✓ Valores bajos y estables de turbidez en la solución permeado de la ultrafiltración aptos para una buena operación de los procesos de Osmosis Inversa.

Procesos de Tratamiento de Agua

Desarrollo de Nuevas Tecnologías:

Ultrafiltración para separación Sólido/Líquido:

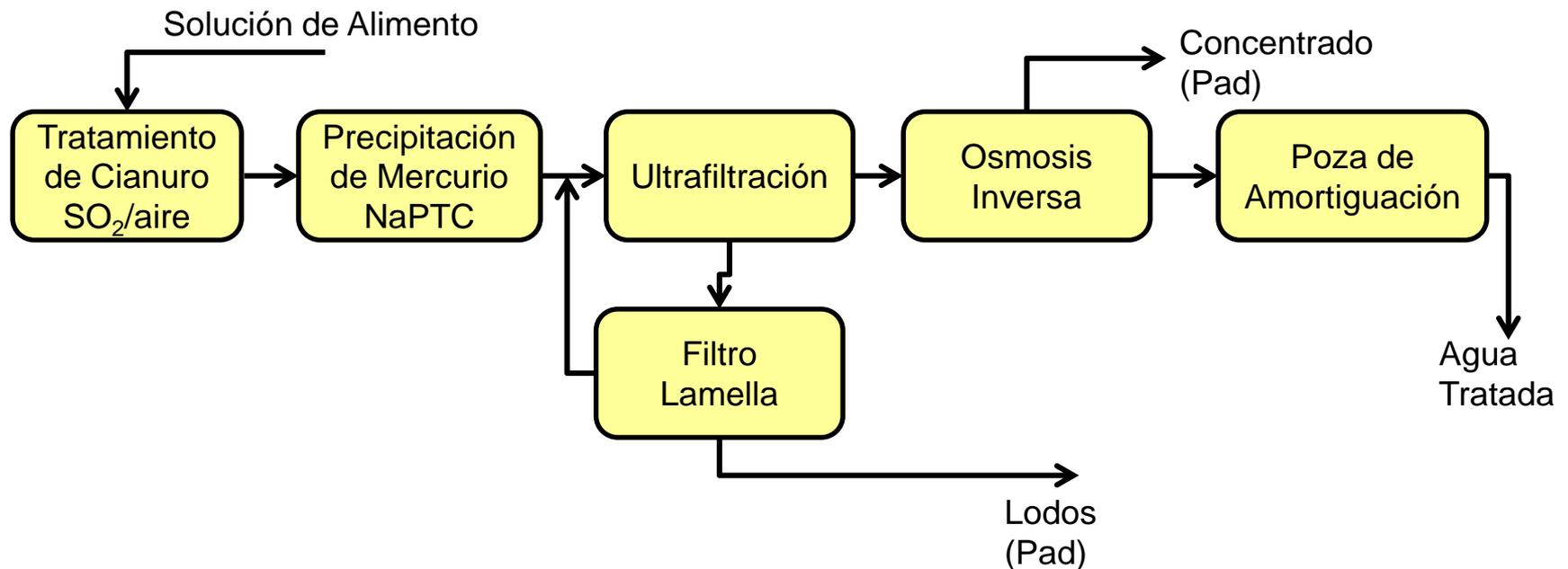
- ✓ Sistema móvil portátil instalado para validación del proceso, instalado en planta Yanacocha Norte. 200 m³/h



Procesos de Tratamiento de Agua

Desarrollo de Nuevas Tecnologías:

Proceso de Tratamiento de Agua en Nueva Planta:



Monitoreo de Calidad de Agua

Monitoreo Interno y Externo

Laboratorios de análisis

- Laboratorio de Yanacocha está acreditado en ISO 17025 (sólo control interno).
- Las muestras de agua se analizan en laboratorios certificados (Lima).
- Los resultados de análisis de calidad de agua se reportan a las autoridades (MEM, DIGESA ,Autoridad del Agua).



Monitoreo de Calidad de Agua

Monitoreo Participativo

- Participan los principales interesados, que son los usuarios del agua.
- Existe colaboración e independencia.
- Los propios interesados son capacitados, escogen los lugares de toma de muestras y los laboratorios.
- Esta actividad ha permitido detectar desviaciones puntuales que se han solucionado oportunamente



Monitoreo de Calidad de Agua

Monitoreo de Calidad de Agua Externo

Vigilancia

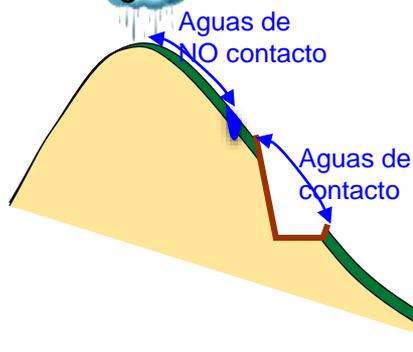
Monitoreo Externo de Autoridades (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, Autoridad del Agua, entre otros)



Control de Erosión y Sedimentos

<p>Fuente</p> <p>CONTROL DE FUENTES</p>	<p>Ubicación Intermedia</p> <p>CONTROL DE SEDIMENTOS INTERMEDIOS</p>	<p>Límite de propiedad</p> <p>CONTROL DE DESCARGAS</p>
<p><i>Limita la erosión</i></p>	<p><i>Reduce la carga de sedimentos a las presas</i></p>	<p><i>Controla la concentración de la descarga de TSS</i></p>

- Manejo de aguas.
- Perturbación controlada.
- Coberturas (mantas, barreras, pacas, piedras).
- Restauración y revegetación.



- Serpentes.
- Trampas de rocas.
- Trampas de sedimentos.



- Presas
Asentamiento, monitoreo.

DIQUES



90%

10%

Nota: (BMP) Best Management Practices

Control de Erosión y Sedimentos

Manejo de aguas: Se debe separar las aguas de no contacto y las provenientes de la zona disturbada.



Coberturas para protección de áreas disturbadas: Con la finalidad de evitar arrastre de sedimentos.



Control de Erosión y Sedimentos

Barreras: Para evitar el arrastre de sedimentos en las zonas disturbadas se debe implementar barreras de silt fences, pacas de arroz y de roca.



IMPLEMENTACION DE BARRERAS DE PACAS Y BARRERAS DE ROCA



IMPLEMENTACION DE BARRERAS DE SILTFENCES



REVEGETACION CON DE TALUDES EXPUESTA



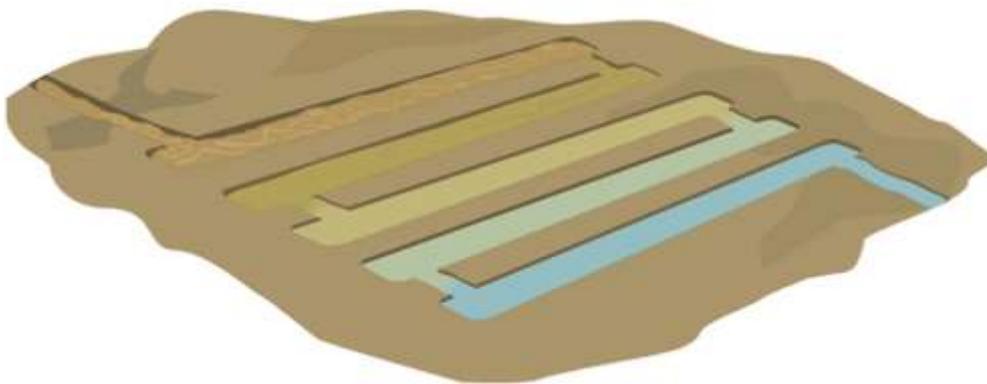
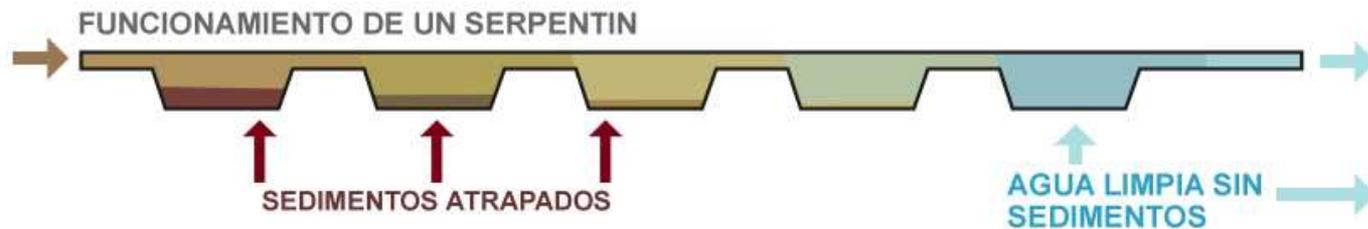
REVEGETACION CON ICHU DE AREAS DISTURBADAS

Nota: (SILTFENCES) Rafia de polipropileno

Control de Erosión y Sedimentos

Serpentines:

Contamos con serpentines diseñados para captar el agua de las lluvias que discurren por las quebradas de nuestras operaciones.



Control de Erosión y Sedimentos

Diques:

Los diques de control de sedimentos de Río Grande, Río Rejo y Río Azufre

DIQUE GRANDE



DIQUE REJO



Usos del Agua – Granja Porcon

Recreación



Acuicultura



Ganadería



Usos del Agua – Zonas cercanas a la operación

Ganadería



Agricultura





Muchas gracias!!!

Yanacocha