



Nueva planta de lodos activados para el tratamiento de los efluentes líquidos del Complejo Industrial Refinería Luján de Cuyo

Ing. Omar Jorge Ortiz

Ing. Eduardo Enrique de Casas

Complejo Industrial Refinería Luján de Cuyo

Repsol YPF

Introducción

La provincia de Mendoza, donde se encuentra emplazado el Complejo Industrial Refinería Luján de Cuyo, está situada al oeste de la República Argentina, cuenta con una superficie de 150.839 km², equivalente al 5,4% del territorio nacional, y su población es de 1,6 millones de habitantes, de los cuales el 80% se concentra en el Oasis Norte.

La actividad económica que más agua consume es la agricultura de frutas y hortalizas de clima templado, las cuales son consumidas en el mercado nacional e internacional. La vid ha

sido el principal cultivo por décadas, ocupa la mitad de la superficie apta para cultivo y aporta el 60% del valor de la producción agrícola. Otros productos agrícolas relevantes son el ajo, la cebolla, las aceitunas, los duraznos, las ciruelas, manzanas y peras.

Las actividades económicas significativas son la agroindustria, la generación eléctrica, la extracción y refinación de petróleo, la metalmeccánica y los servicios ligados a ellas.

En términos generales, las principales exportaciones de la provincia son los derivados del petróleo, ajos, vinos, mostos y frutas.

Mendoza es una zona semiárida en donde menos del 3% de su superficie está cultivada, y registra precipitaciones promedio inferiores a 200 mm anuales.

Las actividades humanas se han concentrado en tres oasis:

- Oasis Norte: Ríos Mendoza y Tunuyán Inferior.
- Oasis Valle de Uco: Ríos Tunuyán Superior, Las Tunas, además de arroyos y vertientes.
- Oasis Sur: Ríos Diamante y Atuel.

Los ríos nacen en la cordillera de los Andes y están formados por aguas de origen nival, y sus mayores caudales se registran en la época estival debido al deshielo.

En los oasis Norte y Valle de Uco se extrae en forma significativa agua subterránea, que es utilizada como complemento del recurso hídrico superficial.

El 90% del agua disponible en la provincia se destina al uso agrícola y particularmente, en el oasis del Río Mendoza, por ser el más poblado, el 17% se destina para abastecimiento poblacional.

A continuación se presentan datos comparativos de la disponibilidad del agua.

Resumen

Debido a que el agua es un recurso natural escaso y valioso en la provincia de Mendoza, el Complejo Industrial Refinería Luján de Cuyo se impone optimizar los procesos y servicios en los que la emplea.

Tabla comparativa de disponibilidad de agua por habitante en m³/habitante/año

Disponibilidad promedio mundial		7.400
Situación crítica		< 1.700
Mendoza	Promedio general	3.317
	Río Mendoza	1.621
	Cuenca Sur	10.740
Argentina	Ocupa el puesto 43	
	a nivel mundial	21.000
Groenlandia	Ocupa el puesto 1	
	a nivel mundial	1.767.857
Chile	5° Reg. y Metropolitana	< 1000
	2° y 3° Regiones	< 500
Israel	Franja de Gaza	52

Un uso racional del agua implica el tratamiento y reuso de los efluentes industriales y condensado de vapor, la disminución de los consumos y la concientización a personal propio y contratado sobre la importancia de estas acciones.

La Refinería Luján de Cuyo está situada en la margen sur del Río Mendoza, del cual se obtiene el agua necesaria para las diferentes etapas del proceso de refinación del petróleo.

El agua que se toma del Río Mendoza no es de libre disponibilidad y el Complejo Industrial tiene asignado un cupo otorgado por la ley según concesiones.

Una vez que el agua del río ingresa en la Refinería se trata para darle los siguientes usos:

- Agua potable para 1200 operarios propios y contratados.
- Agua para regar 30 hectáreas del Complejo Industrial.
- Agua desmineralizada para generación de vapor.
- Agua de reserva para afrontar emergencias de incendio y mitigación.
- Agua para los sistemas de enfriamiento de equipos.
- Agua para limpieza de equipos y unidades.

En los últimos años se han realizado acciones que permitieron reducir en un 65% el consumo promedio de agua que se tomaba del Río Mendoza (de 4800 a 2200 m³/h), dejándola disponible para consumos vitales de una zona semidesértica, tales como la potabilización y el riego.

Desarrollo

La Refinería Luján de Cuyo certificó las normas ISO 9001 y 14001 y con ello asumió un compromiso adicional con el medio ambiente y el uso racional de los recursos. Por lo tanto, se impone en forma permanente optimizar los procesos y servicios en los que emplea el agua, disminuyendo sus consumos y haciendo un reuso parcial de los efluentes industriales y del condensado de vapor.

Con el propósito de alcanzar un manejo sustentable del recurso se necesita, además de una firme decisión empresaria, de la participación de todos los empleados propios y contratados para que se considere el valor del agua, mediante un uso eficiente de ésta y el cuidado de no retornarla contaminada, para preservar la calidad de las reservas naturales.

Para asegurar un manejo eficiente del agua, la Refinería elaboró un programa que comprende las acciones necesarias para desarrollar una política de conservación de los recursos, de acuerdo con el siguiente principio básico: *la protección de la calidad y cantidad de los recursos hídricos disponibles, considerando la gestión del agua como un ciclo integral: captación, tratamiento, distribución y consumo, saneamiento y depuración, y reutilización o vertido final.*

Sistema de tratamiento de agua

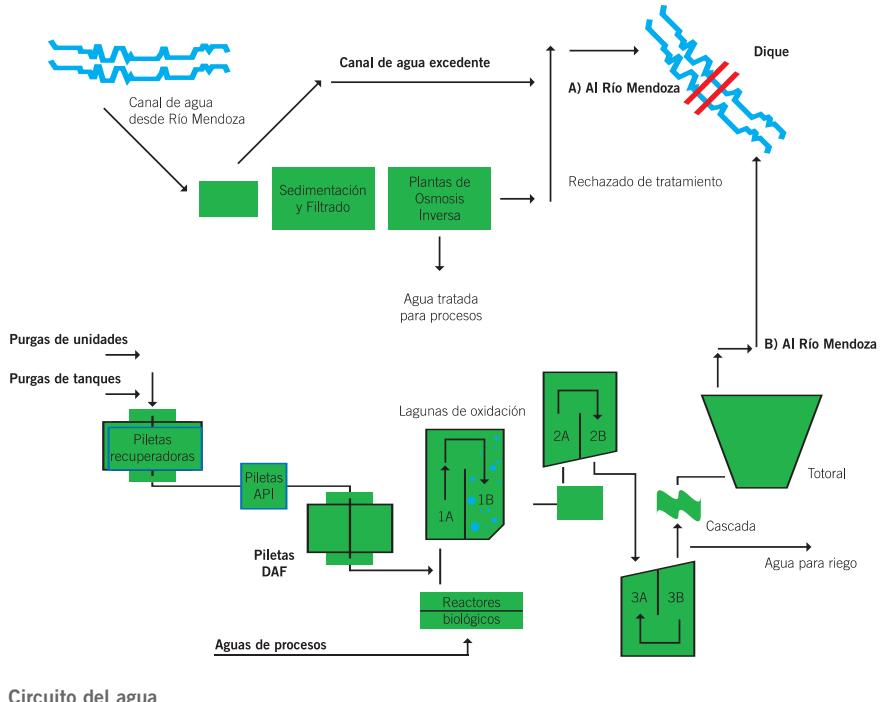
La Refinería Luján de Cuyo toma el agua del Río Mendoza desde el Dique Las Compuestas, y ésta ingresa hasta su planta de tratamiento por un canal de captación hormigonado en la totalidad de su trayecto.

Por resolución del Departamento General de Irrigación de la Provincia de Mendoza (DGI), la Refinería tiene asignado un cupo máximo de captación del río de 5080 m³/hora, divididos en 1368 m³/hora para uso consuntivo del agua y los restantes 3712 m³/hora para uso no consuntivo.

Al agua que ingresa se le debe eliminar todo tipo de material sobrante y arrastrado para adecuarla a las necesidades de las plantas de tratamiento de agua, de agua de reposición

Características del agua proveniente del Río Mendoza, incluyendo variación estacional

Característica	Promedio
Calcio	380 mg/l
Magnesio	20 mg/l
Sodio	61 mg/l
Hierro total	0,3 mg/l
Bicarbonatos	139 mg/l
Sulfatos	284 mg/l
Cloruros	92 mg/l
Sílice	11,1 mg/l
pH	7,8
Conductividad	950Us/cm
Turbiedad	10 NTU
Dureza total	407 ppm
Alcalinidad total	139 mg/l
Temperatura	5-15° C



en los sistemas de enfriamiento, agua potable, agua para riego, agua de reserva para sistemas de incendio y mitigación.

El tratamiento primario consiste en etapas de floculación, sedimentación y filtración, y posteriores tratamientos que acondicionan según el destino: potable, desmineralizada, enfriamiento, etc.

Composición de los efluentes líquidos de la Refinería

La Refinería tiene dos corrientes de efluentes líquidos, que difieren en su punto de vuelco al Río Mendoza y que tienen distintos orígenes, composición y tratamiento (ver esquema).

A- Vuelco aguas arriba del Dique

Cipoletti: este efluente está compuesto por el excedente de agua tomada del río, el rechazo de las plantas desmineralizadoras y las purgas y lavados de los equipos de la planta de clarificación y filtrado. Esta corriente no tiene ningún tratamiento, ya que está exenta de todo tipo de componentes derivados del crudo o impurezas.

B- Vuelco aguas abajo del Dique

Cipoletti: formado por efluentes líquidos provenientes de la unidades de procesos y de las purgas de

tanques de almacenamiento de crudos y productos terminados del Complejo Industrial. La composición de estos efluentes, que contienen componentes derivados del proceso de refinación y purgas de tanques, recibe un tratamiento especial a fin de adecuarla a la reglamentación y antes de su vuelco al río. Las corrientes que integran los efluentes industriales son:

- Desagües pluviales.
- Agua de lavado de plantas.
- Purga de tanques de crudo, productos intermedios y productos terminados.
- Purgas de las operaciones: desaladores, pérdidas de bombas y saca muestras.
- Aguas de proceso: lavado de gases,

condensado de despojamiento con vapor de HC livianos.

- Purgas de reactores biológicos, de agua de enfriamiento, de calderas.

Los principales componentes de los aportes son:

- Hidrocarburos
- Finos de carbón de coque/sólidos
- Sulfuros
- Fenoles
- Nitrógeno amoniacal
- DBO
- DQO

El DGI realiza controles de los efluentes líquidos aportados a cauces de agua y es el responsable de hacer cumplir la legislación vigente: Resolución 778/96 y Convenios de aplicación.

A continuación se resumen los valores máximos de los parámetros

Especificación	pH	Fenoles mg/l	Conduct. micS/l	DBO mg/l	DQO mg/l	N2 Amon. mg/l	HC mg/l	Sulfuro mg/l
Requerimientos Dpto. General de Irrigación – Convenio	5.5 - 9.0	< 0.1	< 2000	< 120	< 250	< 8	< 5	< 1
Vuelco al Río Mendoza promedio año 2005	7.8	< 0.05	1200	43	67	4.9	1.37	< 0.1

MANEJANDO LA ENERGÍA DE LA NATURALEZA



Toda la fuerza del viento, todo el empuje de las olas...

Toda la inteligencia, la capacitación, la tecnología, el trabajo en equipo...

Todo el compromiso, la decisión de afrontar los costos y de correr el riesgo para el que se han preparado...

Toda la voluntad de competir y de respetar las reglas...

Son muchas las cosas que asocian a estos hombres con nuestra actividad.

Porque manejamos la energía de la naturaleza.

Porque ponemos inteligencia, trabajo en equipo, enormes inversiones y sofisticadas tecnologías al servicio de la exploración y producción de hidrocarburos.

Porque somos competitivos.

Porque estamos comprometidos con el país y jugamos limpio con la comunidad, con el ambiente... y con nosotros mismos.

Pan American ENERGY

La energía de la naturaleza

más importantes del efluente volcado aguas abajo del Dique Cipoletti.

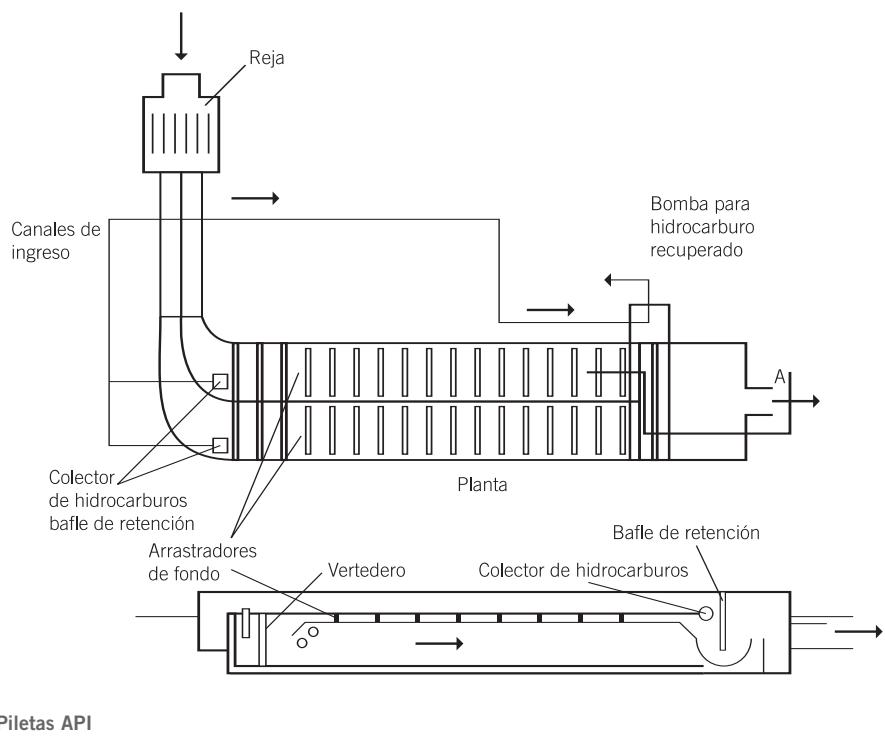
Tratamiento actual

La corriente de efluentes líquidos que se devuelve al río aguas abajo del Dique Cipoletti, ya en especificación, recibe los siguientes tratamientos:

- Despojamiento con vapor de las aguas de proceso en plantas de tratamiento de aguas agrias.
- Tratamiento primario de separación física de impurezas e hidrocarburos.
- Tratamiento secundario biológico de degradación de compuestos biodegradables.

A) Despojamiento con vapor

de aguas de proceso: eliminación de la mayor parte de compuestos de azufre y nitrógeno, presentes en el petróleo crudo y eliminados a través de aguas de proceso producidas por lavado de gases y vapor utilizado en el fraccionamiento. El sulfuro y amónico componentes del agua agria, ya separados, son posteriormente procesados en otra unidad mediante conversión a azufre, nitrógeno y agua (Planta Claus).



B) Tratamiento primario:

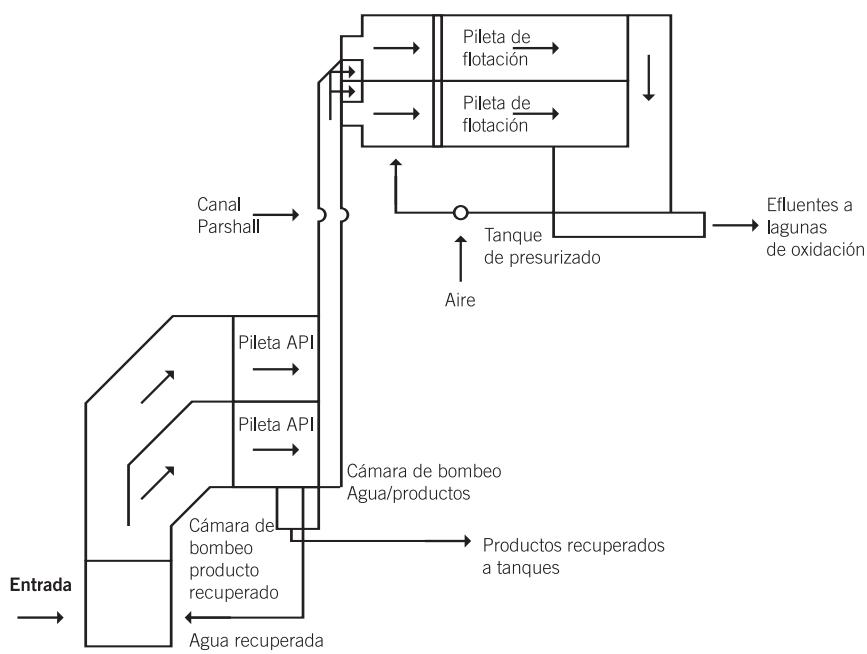
los distintos aportes de la corriente final de efluentes tienen hidrocarburos, propios de la preparación de tanques de crudo, de los procesos de elaboración y de los sólidos en suspensión provenientes de los arrastres de finos

de carbón de las plantas de coque.

Estos hidrocarburos y sólidos en suspensión se separan por diferencias de densidad mediante dos etapas de piletas separadoras que trabajan en serie; la primera de ellas, compuesta por seis piletas, es antigua y de baja eficiencia y será reemplazada por tecnología de última generación, y el segundo grupo está ubicado en una Planta de Tratamiento de Efluentes Industriales (PTEI), compuesta por dos piletas API (American Petroleum Institute) y dos piletas DAF (Distribution Air Flotation), que completan el tratamiento físico de los efluentes (ver esquema).

La PTEI es un conjunto de instalaciones diseñadas para separar hidrocarburos y sólidos del efluente líquido. Las denominadas piletas API cuentan en el ingreso con una reja de desbaste para eliminar sólidos. Cada pileta tiene sistemas de arrastradores y *skimmers* o colectores superficiales para la recuperación de hidrocarburos sobrenadantes. Mientras que los sólidos precipitados son conducidos por arrastradores de fondo a tolvas de recuperación de barros.

Los hidrocarburos líquidos recu-



Planta de tratamiento de efluentes industriales

perados son bombeados a tanques de producto intermedio para su posterior reproceso.

Los sólidos separados, mezclados con agua e hidrocarburos, se disponen en otras piletas para recuperar el hidrocarburo líquido mediante centrifugación. El sólido seco producido se dispone en hornos de cementeras y es utilizado como combustible alternativo en sus procesos.

Las dos piletas DAF sirven para recuperar los restos de hidrocarburo que escapan del anterior tratamiento. Estas piletas aprovechan la diferencia de densidades entre el hidrocarburo y el agua, junto con la acción de arrastre hacia la superficie del aire liberado por una corriente de recirculación. El nombre de flotación se debe al principio de funcionamiento, que consiste en recircular una parte del efluente de la salida a través de un tanque presurizador en el que se disuelve aire en el agua. Esta disolución ingresa a través de un tabique perforado en la cabeza de la pileta y, al ser liberado en forma de burbujas muy finas, se dirige a la superficie arrastrando el hidrocarburo que se recupera por medio de arrastradores y colectores de superficie.

El caudal de diseño de esta planta es de 1500 m³/h, mientras que el caudal actual es del orden de 550 m³/h, producto de la optimización realizada en la generación de efluentes en los últimos años.

C) Tratamiento secundario o biológico: para eliminar los restos de materia orgánica del efluente (hidrocarburo y compuestos fenólicos) se realiza un tratamiento biológico en lagunas de oxidación, donde se produce su degradación y se obtiene como producto final CO₂ y agua.

El sistema de tratamiento biológico consta de dos reactores biológicos y seis lagunas de oxidación. Los reactores son piletas de gran volumen (4000 m³) con dosificación de oxígeno y agitación para lograr la oxigenación y el mezclado de la carga con la masa bacteriana que produce la biodegradación.

Estos reactores reciben como carga un efluente proveniente de las plantas

de tratamiento de aguas agrias, compuesto por agua despojada de sulfuros, con bajo contenido en nitrógeno amoniacal pero rica en compuestos fenólicos. Este contenido de fenoles, del orden de 200 a 400 ppm, se aprovecha como alimento para lograr un importante crecimiento de bacterias que luego son el licor de siembra en las lagunas, para la biodegradación de los compuestos fenólicos presentes en

el efluente de la PTEI.

Las bacterias utilizadas para la biodegradación de fenoles han sido desarrolladas específicamente para la Refinería por el Lic. Vicente A. Denita, Bioquímico de la ciudad de Mendoza.

Las lagunas de oxidación reciben la salida de la PTEI y, además, la corriente proveniente de los reactores biológicos. La primera corriente tiene bajos contenidos de hidrocarburo, fenoles,



CREATIVIDAD CON RESULTADOS.

Para **San Antonio** cada trabajo es único y especial. Combinando la tecnología más adecuada con las experiencias más exitosas a lo largo de casi 30 años como empresa de servicios, San Antonio le brinda la operatividad más eficiente, segura y rentable en cada proyecto.

Creatividad con resultados.

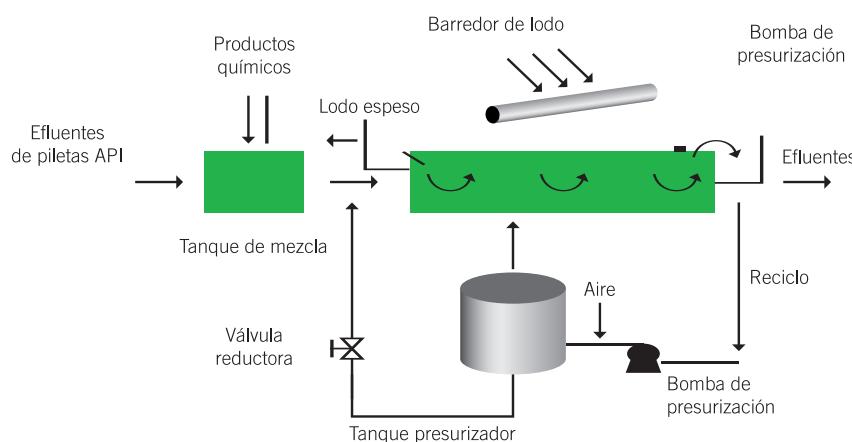
Servicios Especiales para Perforación y Terminación en la Industria Petrolera

PRIDE
SAN ANTONIO

CERTIFICADA ISO 9001 ISO 14001 OHSAS 18001



Buenos Aires (54-11) 4370-5550
Neuquén (54-299) 449-1500
Cdro. Rivadavia (54-297) 448-2153
www.sanantonio.com.ar



Pileta de flotación

Caracterización del efluente de la PTEI

Componente	Contenido normal	Contenido máximo
Hidrocarburos mg/l	10 – 25	50
Compuestos fenólicos mg/l	1.0-2.5	7.5
Sulfuros mg/l	< 0.5	5.0
Nitrógeno amoniacal mg/l	4.0-5.0	7.5

sulfuros y nitrógeno amoniacal, y la segunda, bajo contenido de compuestos fenólicos y abundante masa bacteriana apta para degradar la materia orgánica. Las lagunas de oxidación son seis, tienen una gran extensión y profundidad, y la mayoría están impermeabilizadas. De ellas, tres son aeróbicas y el resto anaeróbicas. En las tres primeras se produce la degradación deseada, cumpliendo los límites de hidrocarburos, fenoles, sulfuros,

DQO y DBO, y las restantes conforman un sistema de aseguramiento de la calidad. La aireación necesaria se realiza mediante aireadores y dosificación de oxígeno líquido.

La biodegradación del nitrógeno amoniacal no es eficiente como el resto de los componentes biodegradables, motivo por el cual se controla especialmente en las plantas cualquier posible contingencia en aguas que contengan este producto.

Con el objeto de mantener el efluente dentro de la especificación requerida, se implementa un riguroso control mediante muestreos periódicos durante todo el día a través de:

- un laboratorio que testeá los parámetros exigidos y
- un control operativo del personal de planta que realiza controles con kits de determinaciones rápidas por colorimetría, con el propósito de anticipar y prevenir contingencias.

Si bien el sistema descrito de piletas separadoras y lagunas de oxidación es eficaz en el logro del tratamiento acorde a los efluentes generados y a las exigencias establecidas en el convenio con el DGI, se considera necesaria una actualización de aquél en la cual, y atentos a cambios futuros, se eliminen puntos débiles para lograr mayor eficiencia, menor superficie dedicada y menores costos:

- El primer sistema de piletas separadoras, de mucha antigüedad, es obsoleto e insuficiente para la recuperación de hidrocarburos.
- El costo de operación y mantenimiento de las piletas es elevado.
- Hay una gran superficie de lagunas de oxidación afectadas al tratamiento.
- Hay baja degradación de productos nitrogenados.
- Hay bajo nivel de automatización y flexibilidad del sistema.
- Existen mayores exigencias establecidas en la legislación para el futuro.



Representantes en Argentina de:

GRACE

Catalizadores para
Cracking de Petroleo

45 años al servicio de la Industria Petrolera

Tel: 54-11-4704-7199 Fax: 54-11-4702-6345 E-mail: kelsteps@fibertel.com.ar



Chevron Lummus Global

Tecnologías y catalizadores
para Hidrocraqueo



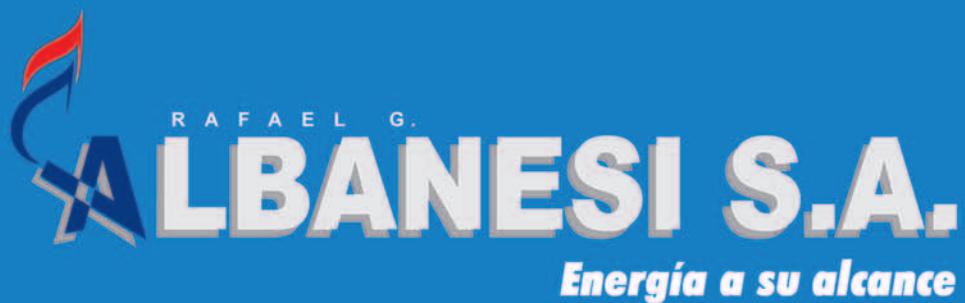
Advanced Refining Technologies

Catalizadores para
Hidrotratamiento

Descanse...



De la Energía nos ocupamos nosotros.



Nuevo sistema de tratamiento de efluentes industriales

Con el objetivo de lograr actualización tecnológica, se ejecutó la *ingeniería conceptual* para la adecuación y optimización del tratamiento. En esta etapa se priorizaron los siguientes objetivos:

- Superar las exigencias de calidad de efluentes con vista a la operación a largo plazo.
- Separar los finos de carbón de coque de ambas plantas de craqueo térmico en el lugar de origen.
- Reemplazar las seis piletas recuperadoras de hidrocarburo por nuevos equipos compactos, cerrados y de mayor eficiencia para separación de producto y barros, recuperando superficie para nuevas unidades.
- Actualización tecnológica del actual sistema biológico, y reemplazo de la superficie de lagunas por otro de menores dimensiones, automatizado y de mayor versatilidad.
- Concentrar en un solo reactor biológico todos los efluentes líquidos del Complejo Industrial.
- Incorporar un sistema propio de secado de barros biológicos y oleosos.

Sobre la base de lo expresado se definió el *nuevo sistema de tratamiento de efluentes* de la Refinería que incluye:

- Nuevas piletas separadoras de partículas de carbón de coque en origen.
- Sistema de segregación de exceso de pluviales y su almacenaje.
- Reemplazo de las seis piletas separadoras primarias por unidades compactas.
- Construcción de una **planta de lodos activados** en reemplazo de los actuales reactores biológicos y las lagunas de oxidación.
- Inclusión de una etapa de secado mecánico de lodos biológicos.
- Inclusión de una etapa de secado mecánico de lodos oleosos.

Descripción de equipos e instalaciones

Piletas separadoras de finos de carbón

Se incorpora un sistema de separa-

ción y recuperación de finos de carbón, generado en la operación de corte hidráulico del carbón producido en las unidades de craqueo térmico. La instalación consta de tres piletas de decantación de disposición longitudinal y adosadas lateralmente, con rampa para limpieza en uno de los extremos. Éstas serán operadas en paralelo.

El efluente producido de esta operación, decantado y clarificado, se recicla como agua de corte de carbón y en caso de necesidad puede derivarse por gravedad al tratamiento de efluentes.

En la operación normal estarán en servicio una o dos piletas, y la tercera quedará en proceso de limpieza o reserva. Los sólidos en suspensión decantan y se acumulan en el fondo de las piletas activas. Las sucesivas descargas van llenando las piletas con sólidos hasta que sea necesario vaciarlas y extraer el carbón acumulado mediante máquina.

Diseño:

Volumen de agua por operación	200 m ³
Superficie	120 m ²
Volumen unitario	186 m ³
Nº de piletas	3
Volumen total	558 m ³

Sistema de segregación de exceso de pluviales y almacenaje

El efluente proveniente de las plantas de proceso de la Refinería llega a la PTEI por dos líneas principales, y entre sus componentes están las aguas pluviales. Por las características de la zona, las lluvias importantes se dan principalmente en verano, con una elevada precipitación que cae en períodos de tiempo relativamente cortos. Por lo tanto, para controlar los posibles excesos de caudal que se pueden producir por este efecto y evitar superar la capacidad de diseño de los equipos de la PTEI y de la **planta de lodos activados**, se instalarán tres canaletas Parshall con vertedero lateral regulable, para evacuar el exceso temporal de caudal:

- Canaleta Parshall en ingreso a las unidades separadoras compactas: el excedente se deriva a la salida de dichas unidades.

• Canaleta Parshall entre las piletas API y DAF: el exceso se deriva a una nueva pileta pulmón.

- Canaleta Parshall en cámara colectora de las plantas de la Obra Aumento de Conversión: permite derivar el exceso de caudal a una pileta existente colectora de agua de lluvias, actualmente utilizada como reactor biológico, recuperando así una pileta de almacenamiento de agua de lluvia con una capacidad de 9000 m³.

Además, se construirá una nueva pileta pulmón (capacidad: 9000 m³), que asegurará la captación de cualquier excedente de agua a la salida de las piletas API, con un sistema de recuperación de hidrocarburos. Posteriormente, según las posibilidades de tratamiento y el caudal de ingreso a la **planta de lodos activados**, se recicla el hidrocarburo y el agua acumulada.

Unidades compactas separadoras de placas coalescentes

En el circuito actual de efluentes, para lograr la separación primaria de agua, hidrocarburo y sólidos, se cuenta con piletas separadoras de hidrocarburos y barros de grandes dimensiones que, por su antigüedad y baja eficiencia, serán reemplazadas por separadores compactos de láminas de alta eficiencia. De este modo, además de la renovación tecnológica, se liberará superficie que se destinará a nuevas unidades.

La instalación consistirá en dos equipos separadores compactos, construidos en hormigón, que permitirán separar el efluente en tres fases: agua, hidrocarburo y barros. El agua seguirá el curso a la PTEI, el hidrocarburo recuperado se enviará a tanques para reproceso y los barros, a la nueva instalación de secado de barros oleosos.

Los separadores de placas coalescentes refuerzan la separación por gravedad utilizando la diferencia de densidad entre los componentes inmiscibles de las mezclas de líquidos a separar.

La disposición y el espaciado de las placas, su diseño sinusoidal para favorecer el contacto y el material de que están construidas aumentan la eficiencia de la separación por gravedad.

Dicha separación comienza con el ingreso de la mezcla de agua e hidrocarburos en una cámara de entrada para reposo y distribución, que continúa luego a la cámara de placas donde se profundiza la separación, ya que las gotas de hidrocarburos de diámetro superior a las 20 micras coalescen y se depositan por gravedad en la superficie oleofílica de éstas, desde donde ascienden a la superficie. Así el producto separado es retirado por colectores superficiales y enviado a la cámara de hidrocarburos para su recuperación.

La operación de los equipos será en paralelo con la evacuación de los hidrocarburos y los barros en forma automática por medio de bombas.

Diseño:

Caudal operativo

y máximo	260 m ³ /h / 360 m ³ /h
----------	---

Hidrocarburos:

entrada/salida	3-5% / 100-300 ppm
----------------	--------------------

Nº de unidades separadoras	2
----------------------------	---

Caudal nominal unitario	600 m ³ /h
-------------------------	-----------------------

Slops separados en régimen nominal	26 a 78 kg/h
------------------------------------	--------------

Sólidos separados	12 a 60 kg/h
-------------------	--------------

Planta de lodos activados

La instalación tratará las aguas de salida de la actual PTEI mediante un proceso biológico por lodos activados. En estos procesos participan una gran variedad de microorganismos que convierten a los componentes controlados en productos ambientalmente aceptables. La metabolización de estos componentes requiere una combinación versátil y flexible de una compleja mezcla de bacterias.

En general, estos tratamientos biológicos pueden ser aeróbicos o anaeróbicos. La diferencia consiste en que en el proceso aeróbico el oxígeno necesario para metabolizar los compuestos indeseables se obtiene a partir del oxígeno disuelto en el efluente, y en los procesos anaeróbicos/anóxicos se obtiene de las moléculas de los mismos compuestos. Los reactores biológicos de la planta a instalar contemplan la existencia de zonas aeróbicas y anóxicas.

En los procesos aeróbicos los

microorganismos inician la degradación por medio de enzimas extracelulares y convierten a los componentes orgánicos, fáciles de degradar, como carbohidratos, grasas, aceites y proteínas, en dióxido de carbono y agua.

El amoníaco, presente en los efluentes provenientes de la descomposición de proteínas y otros compuestos orgánicos ricos en nitrógeno, se oxida secuencialmente por dos géneros de bacterias (Nitrosomonas y

Nitrobacter) a nitritos y nitratos en presencia de oxígeno; esta reacción general es conocida como nitrificación. Las bacterias responsables de este proceso crecen mucho más despacio y son bastante más susceptibles a las condiciones ambientales que los microorganismos involucrados en la degradación de la materia carbonácea.

En ausencia de oxígeno, una gran porción de bacterias puede utilizar el oxígeno de los nitratos y reducirlos a nitróge-

Trabajamos junto a nuestros clientes a través de soluciones integrales de Recursos Humanos en todas las etapas de radicación y consolidación de sus proyectos en contextos complejos e inesperados.

SERVICIOS

- Selección de personal
- Análisis y diseño organizacional
- Evaluaciones psicotécnicas y de potencial
- Asesoría legal contractual
- Consultoría en seguridad industrial
- Inmersión cultural para extranjeros y sus familias
- Outsourcing de Personal
- Capacitación y coaching organizacional
- Desarrollo de carrera
- Outplacement

Alsina 943 Piso 6° of. 607 – Tel/Fax 5235-9804/5
E-mail: servicios@alejandrasalinas.com.ar
www.consultorasalinas.com.ar



Alejandra Salinas & Asociados

Consultora en Recursos Humanos

no gas (*Pseudomonas*, *Micrococcus*, etc.). Estas reacciones, conocidas como de nitrificación, requieren para su ejecución una fuente de materia carbonácea fácilmente biodegradable.

Estos sistemas biológicos necesitan del cumplimiento de ciertos requisitos básicos para alcanzar los objetivos del tratamiento, tales como:

- Cantidad suficiente de microorganismos para asegurar la eficiencia del reactor.
- Edad del lodo biológico adecuada a los procesos deseados.
- Temperatura controlada del efluente.
- Caudal constante.
- Dosificación de nutrientes y fuentes de materia carbonácea acorde a las necesidades.
- Ausencia de microorganismos indeseables y especies filamentosas.

Para el crecimiento y metabolismo de los microorganismos responsables de estos procesos de degradación de compuestos carbonáceos y amoníaco, es necesaria la presencia de los fosfatos como nutrientes.

Al finalizar el tratamiento biológico, se encuentran los decantadores secundarios para separar la masa biológica excedente, con el objeto de obtener un efluente claro y de aspecto adecuado. Por ello los microorganismos se deben flocular, separar, estabilizar y secar para luego disponerlos según las normas vigentes.

De acuerdo con el balance de masas, el caudal de la nueva planta operará en el rango de 460 y 660 m³/h en tiempo seco y con recuperación de pluviales, respectivamente. Dado que el caudal tratado por la PTEI no es rigurosamente constante, se dispondrá de un depósito ecualizador, que permita mantener uniforme el caudal enviado a la nueva planta y homogeneizar la calidad del agua a tratar.

La instalación constará de los siguientes elementos:

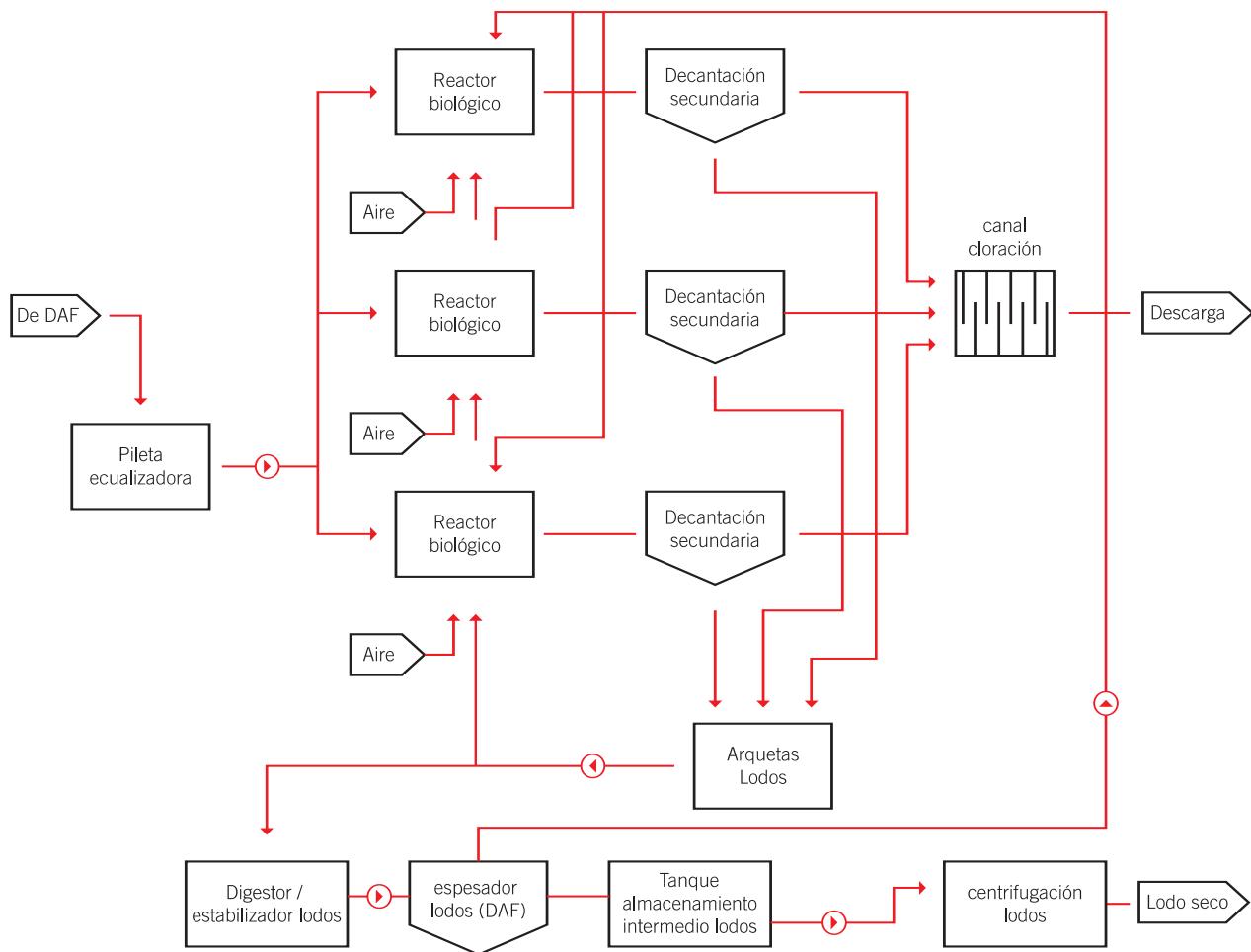
- Pileta ecualizadora de caudal para bombeo a caudal constante.
- Reactor biológico, que incluye zonas de aeróbicas y anaeróbicas con recirculación de licor mixto.

- Dosificación de alcalinizante (NaOH).
- Dosificación de nutrientes fosforado y nitrogenado.
- Dosificación de carga carbonosa.
- Decantador secundario.
- Sistema de recirculación de lodos y evacuación del exceso de biomasa formada.
- Estabilización/digestión de lodos.
- Secado de lodos excedentes.

Para mantener una operatividad óptima, la instalación se divide en tres líneas, capaces de funcionar en paralelo o independientemente. Cada línea es de 220 m³/h nominales (y máximo de 330 m³/h). Se incluyen dispositivos de interconexión entre las diferentes etapas del tratamiento, de forma que la retirada de servicio de una unidad de tratamiento no interfiera en las demás.

a. Pileta ecualizadora

El agua tratada por la PTEI se recibe en una pileta ecualizadora para homogeneización parcial de carga y lama-



**Muchas palabras describen lo que hacemos.
Pero ahora una sola define quiénes somos.**

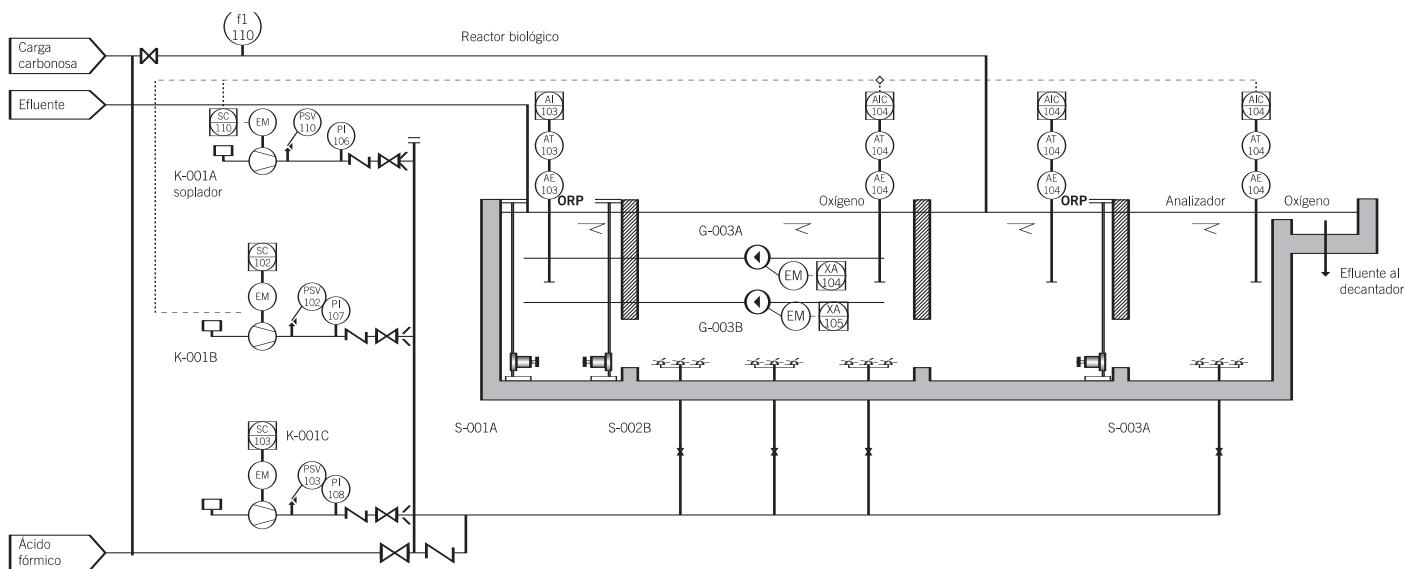
La gente que compone ChevronTexaco, Caltex, Chevron y Texaco da un paso adelante, bajo un mismo nombre: Chevron.

Somos una fuerza laboral de 47.000 empleados, en 180 países, que trabaja incansablemente para brindar al mundo energía confiable.

Y si bien las marcas presentes en nuestras estaciones de servicio no cambiarán, nuestra nueva imagen refleja que hemos llegado a ser una compañía dedicada a mejorar su vida aprovechando el recurso más importante del planeta: la energía humana.



Human energy™



ción de puntas de caudal. Dicha pileta cuenta con dos agitadores sumergidos para homogeneizar su contenido y un grupo de bombas centrífugas para alimentar los reactores biológicos de la planta. Para asegurar la flexibilidad total entre las bombas y las líneas en servicio, se dispondrá de regulación de caudal mediante variadores de frecuencia en los motores de accionamiento.

Este bombeo está controlado en función del caudal nominal, nivel en la pileta y concentración de nitrógeno amoniacoal.

La descarga de las bombas se hará a una cámara partidora que reparte equitativamente el caudal a los reactores biológicos que estén en servicio. Esta cámara recibe además los lodos recirculados, el álcali para ajuste del pH, la carga carbonosa y los nutrientes fosfatados y nitrogenados.

La pileta eualizadora dispone de una línea de rebalse que descarga el excedente a la pileta pulmón. Este rebalse se activará en caso de falla de las bombas de carga o de llegada de agua en cantidad superior a la que puede procesar la **planta de lodos activados**.

b. Intercambiador de calor

La temperatura del medio es una variable importante de control y debe mantenerse por debajo de los 40° C; por lo tanto, si el agua bombeada supera dicha temperatura se hace pasar por un cambiador de calor tubular que emplea agua como fluido refrigerante.

c. Reactor biológico

El agua procedente de la cámara distribuidora llega a un reactor biológico, conformado por tres líneas en paralelo, cada una diseñada y dimensionada para:

- depurar el caudal nominal (220 m³/h), con carga nominal o máxima,
- aceptar hidráulicamente un caudal de hasta 330 m³/h (pluviales)
- permitir el mantenimiento de un reactor por vez con la planta en servicio.

El reactor está dividido en 4 zonas:

- Una primera zona anóxica, donde se recibe el efluente, y una recirculación de licor mixto aireado donde no se aporta aire y hay una elevada actividad biológica. El oxígeno necesario se toma del aportado por el licor mixto recirculado y, como éste es insuficiente, se toma además de los nitratos presentes que quedan reducidos a nitrógeno elemental. La agitación se asegura mediante dos agitadores sumergidos.
- Una segunda zona aeróbica, donde se aporta la mayor parte del oxígeno necesario para la depuración, produce la oxidación del NH₃ presente a nitratos (NO₃⁻), de los S= a sulfatos (SO₄²⁻) y de la materia orgánica (hidrocarburo y compuestos fenólicos) a CO₂. Al final de esta zona, se toma el licor mixto para la recirculación a la entrada mediante dos bombas sumergidas.
- Una tercera zona anóxica para reforzar la eliminación de nitratos.

- Finalmente, una última zona aeróbica para eliminar el NH₃ restante y evitar la posible llegada de licor mixto anóxico al decantador secundario donde podría entrar en anaerobiosis.

d. Dosificación de alcalinizante

Hay un consumo de alcalinidad en el proceso de nitrificación, por lo que se ha dispuesto un sistema de dosificación de hidróxido sódico al 50%. El punto de inyección será la cámara distribuidora del efluente.

e. Dosificación de nutriente

Se prevé la dosificación de ácido fosfórico (H₃PO₄) líquido al 75% como nutriente que aporte fósforo. El punto de inyección será la cámara distribuidora del efluente.

f. Dosificación de carga carbonosa

Cuando el efluente tenga contenidos altos en nitrógeno amoniacoal y su carga orgánica sea insuficiente, para asegurar su correcta metabolización, se debe dosificar un compuesto que aporte carbono orgánico. Esta dosificación puede no ser continua, y será necesaria únicamente en caso de alto NH₃ en el efluente. Los puntos de inyección podrán ser la cámara distribuidora o la segunda zona de anoxia de los reactores biológicos.

g. Dosificación de carga nitrogenada

Para absorber las variaciones de carga nitrogenada está prevista la dosificación de un nutriente con nitrógeno, a fin de mantener constantes las con-

LUFKIN ARGENTINA S.A.

CHUBUT LEASING



Lufkin Argentina s.a. y el Banco del Chubut s.a. han diseñado una modalidad de financiación acorde a sus necesidades de constante reposición de equipos.

Bajo el sistema de leasing del Banco del Chubut s.a. denominado "Chubut Leasing", usted puede contar con unidades de bombeo para petróleo nuevas fabricadas por Lufkin Argentina s.a. disponiendo de las mismas en tiempos acotados de entrega y con una financiación a mediano y largo plazo de hasta el 100% de su valor.

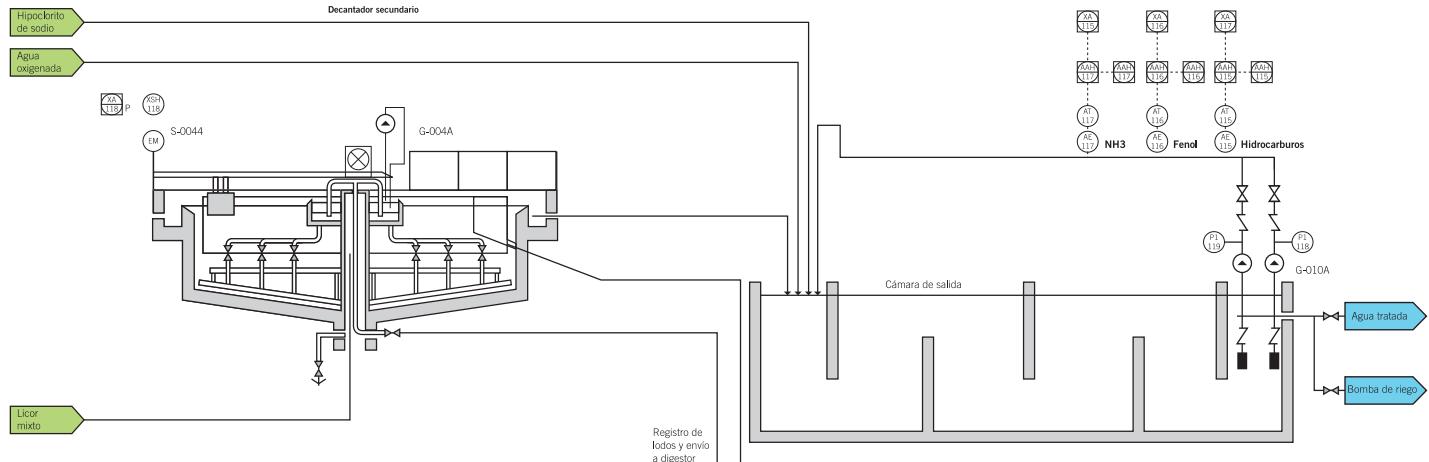
El acceso a estos bienes, sin necesidad de comprometer su capital de trabajo, es una posibilidad que le brinda "Chubut Leasing".

Usted podrá informarse sobre las condiciones para acceder a esta operatoria en cualquier sucursal del Banco del Chubut s.a., o escribiendo a la siguiente dirección de correo electrónico:

lufkinba@lufkin-arg.com

LUFKIN ARGENTINA S.A.

 Banco del **Chubut**



diciones operativas que acepten la llegada brusca de amoníaco.

h. Dosificación de ácido clorhídrico

Se prevé la dosificación de ácido clorhídrico como agente de limpieza en las líneas de aire y en particular de los difusores. El punto de inyección será en las líneas de impulsión de los soplantes.

i. Decantador secundario

La descarga de los reactores biológicos se lleva a una cámara de reparto, desde donde se distribuye entre los decantadores secundarios que estén en servicio para la separación de los barros biológicos y la obtención de un efluente clarificado. Por su diseño, estos decantadores son de grandes diámetros

y pequeños tiempos de residencia. Los decantadores poseen barredores de fondo que llevan el lodo sedimentado a la zona central, para luego ser descargados en la pileta de lodos biológicos.

Diseño: se disponen tres decantadores secundarios, operando en paralelo, con capacidad para funcionar a caudal máximo con dos equipos en servicio.

Diámetro	28 m
Altura lámina (media)	2,5 m
Caudal mínimo (sin pluviales, 3 decantadores)	153 m ³ /h
Caudal máximo (con pluviales, 2 decantadores)	330 m ³ /h

j. Cloración final

Se dosifica un agente oxidante y esterilizante en el agua de salida de

los decantadores secundarios (hipoclorito sódico), antes de su vertido al medio natural, controlando que se mantenga el Cl₂ libre en el vertido.

k. Dosificación de peróxido de hidrógeno

Estará previsto, en caso de necesidad, dosificar un agente oxidante (peróxido de hidrógeno) en el agua tratada, para asegurar la ausencia de materia orgánica.

l. Toma de muestras

En el canal de cloración se dispone de bombas para la toma de muestras del efluente tratado, y se envía la muestra a una serie de analizadores continuos de hidrocarburos, fenol, NH₃ y conductividad.

Bombas centrífugas para gases licuados

Aplicaciones

- Trasvase y fraccionado de amoníaco, gas carbónico, GLP, freones, etc.
- Sistemas de carga vehicular y flotas cautivas (autoelevadores, tractores).



Bombadur

Combatientes de Malvinas 1282
Dock Sud, Avellaneda
(B1871CSD), Buenos Aires
Tel. +54 (11) 4222-2333
Fax. +54 (11) 4201-2951
bombadur@bombadur.com
<http://www.bombadur.com>



La identidad se define con los años.

Hace más de 14 años que brindamos nuestro servicio a 1.300.000 hogares argentinos, de la zona norte y oeste de la Provincia de Buenos Aires.

Durante todo este tiempo, trabajamos de una forma que ya nos identifica y caracteriza, porque supimos interpretar las necesidades de millones de argentinos y de miles de industrias y comercios.

Porque invertimos mas de 390 millones de pesos hoy contamos con una red de mas de 21.000 kilómetros.

Una historia de trabajo y esfuerzo que se manifiesta en hechos y cifras.

Una historia de compromiso con Argentina.

m. Recirculación y evacuación de fangos biológicos

Los fangos biológicos separados en los tres decantadores se descargan en un depósito, desde donde aspiran varias bombas para la recirculación y evacuación del exceso. La descarga de las bombas de recirculación se produce en la cámara distribuidora antes de los reactores biológicos, y las de exceso descargan a un digestor.

El caudal de recirculación de lodos se mide y regula, ya que es uno de los parámetros de operación de la planta. El caudal de evacuación de lodos permite regular la biomasa del sistema y, por lo tanto, el funcionamiento de las bombas de exceso es otro de los elementos de regulación.

n. Digestión aerobia de barros biológicos

Los lodos biológicos en exceso, producidos en las tres líneas, son enviados a un solo digestor para reducir su volumen y asegurar su estabilización evitando olores. Por la cantidad de lodos excedentes que se producen, se ha elegido un sistema aerobio, que consiste en una pileta aireada mediante soplantes y difusores. El funcionamiento del digestor está controlado por un analizador de O₂ disuelto que regula el aporte de aire de los sopladores de tipo volumétrico y de velocidad variable.

Espesamiento y secado mecánico de barros digeridos

Los lodos biológicos digeridos son bombeados a un sistema de espesamiento y secado mecánico por centrifugación. Aprovechando la baja densidad de la biomasa generada, el espesamiento de los lodos se logra por flotación mediante un espesador DAF, donde la mezcla del lodo a espesar con un flujo de agua recirculante y sobresaturado de aire provoca la aparición de microburbujas de aire que se adhieren a los flóculos de biomasa provocando su flotabilidad; la materia sólida presente en el lodo sube a la superficie del espesador, desde donde un conjunto de brazos rascadores la descargan por una tolva.

El lodo espesado es enviado a los decantadores centrífugos de dos fases

que separan ambas fases; la fase sólida se descarga sobre un tornillo transportador hasta un contenedor para su evacuación, y la fase líquida se envía a la pileta ecualizadora.

Diseño:

Superficie necesaria	10 m ²
Diámetro equipo adoptado	4,0 m
Caudal bomba lodo digerido	10 m ³ /h
Capacidad de la centrífuga	3 m ³ /h

Secado de lodos oleosos

Los lodos oleosos producidos en las diferentes unidades de tratamiento de efluentes deben ser evacuados previa reducción del volumen y la recuperación del hidrocarburo por medio de sistemas de secado mecánico. Para ello se instalará un sistema fijo de secado para todos los lodos aceitosos generados en la Refinería, en las piletas API y DAF de la PTEI y en las unidades separadoras compactas.

La instalación consta de los siguientes elementos:

- Depósito de recepción de lodos aceitosos para almacenamiento.
- Bombeo a caudal constante.
- Dosificación de floculante.
- Calentamiento con vapor para ajustar la temperatura de la centrífuga.
- Centrifugación sobre centrífuga de tres fases (sólidos, agua, hidrocarburos).
- Recuperación de agua sobre pileta API.
- Recuperación de hidrocarburos para reprocesso.

Esta instalación no opera en forma continua; normalmente se espera disponer de lodos acumulados para operar la instalación en forma de *batch*. Los equipos instalados son de operación automática y requieren de poca atención de personal. El lodo seco se descarga sobre contenedores, y la fase hidrocarburo se recibe en una cámara para su bombeo al depósito de producto recuperado de la PTEI. La fase acuosa se envía por gravedad a la entrada de las piletas API.

Diseño:

Caudal bomba lodo espesado	2 a 5 m ³ /h
Concentración lodo espesado	20 a 40 kg/m ³
Aporte sólidos a secado	80 a 100 kg/h
Capacidad hidráulica centrífuga	5 m ³ /h
Sequedad lodo	20%

Conclusiones

El Complejo Industrial Luján de Cuyo de Repsol YPF está abocado a la remodelación integral de su sistema de tratamiento de efluentes industriales, con el objeto de reafirmar su compromiso con la preservación del medio ambiente y garantizar el cumplimiento de las exigencias requeridas por el ente de regulación y control de vuelcos de efluentes a los cauces públicos.

Los beneficios más importantes se pueden resumir en:

- Retención de sólidos en las plantas de origen.
- Reemplazo de piletas a cielo abierto por unidades separadoras compactas cerradas.
- Eliminación de dos reactores biológicos.
- Unificación del tratamiento de efluentes.
- Provisión de piletas para aguas pluviales.
- Planta automatizada de tecnología de última generación.
- Menor superficie ocupada, con reducción de evaporación e infiltración.
- Reuso parcial del efluente obtenido para riego del predio de la Refinería.
- Reaseguro del cumplimiento de las especificaciones del efluente final.

Es así que el nuevo sistema de tratamiento incorpora una moderna planta de mayor eficiencia, menor superficie y, contemplando futuras ampliaciones, de mayor capacidad que garantizará el tratamiento de los efluentes actuales y futuros. ■

Bibliografía

- Wastewater and sludge treatment processes*
– WRC plc 1995.
Reed beds & constructed wetlands for wastewater treatment –
WRC plc – 1996.

Salvar al medio ambiente es apenas una recompensa

Felicitaciones a Repsol YPF por la conquista de uno de los premios ecomagination Leadership de GE en 2006.

Como socios en la preservación del medioambiente, GE Water & Process Technologies homenajea a aquellos clientes que implementan gestiones de negocios ecológicamente correctas. Estas empresas aplican nuestros innovadores productos para conservar millones de litros de agua y reducir las emisiones de gases, a la vez que aumentan su productividad.

Los ganadores del premio ecomagination trabajan arduamente para mejorar el medioambiente en sus comunidades.

Agradecemos a Repsol YPF por los logros obtenidos en forma amigable con el medioambiente.

Visite www.ge.com/ecomagination para más información, o contáctenos vía e-mail:
sa-custhelp@ge.com

