

Universidad Nacional de San Martín

Escuela de Ciencia y Tecnología

**Instituto de investigación de
ingeniería ambiental**



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN**



**Instituto de Investigación
e Ingeniería Ambiental**

**Tratamiento de los efluentes líquidos de
los buques de carga y gestión integral
de residuos del Consorcio de Gestión del
Puerto Quequén**

Proyecto integrador final

Teodori Marco

Contenido

Resumen	6
Capítulo 1	7
1. Introducción	7
1.1 Objetivos del proyecto	9
1.2 Justificación del proyecto	9
Capítulo 2	11
2. Marco Teórico	11
2.1 Ubicación y características de la región	11
2.2 Actividad Portuaria	14
2.2.1 Como se exportan los distintos productos	17
2.3 Infraestructura Puerto Quequén	18
2.4 Problemas ambientales	20
2.5 Buques de carga	21
2.6 Ubicación de la planta de tratamiento	26
2.7 Marco Legal	27
Capítulo 3	32
3. Relevamiento Terminal Quequén y línea de base del Río Quequén	32
3.1 Terminal Quequén	32
3.2 Línea de base del Río Quequén	35
3.2.1 Agua superficial	38
3.2.2 Sedimentos	38
Capítulo 4	40
4. Caracterización del efluente	40
4.1 Líquidos de la sentina	40
Capítulo 5:	42
Memoria descriptiva y Análisis de las alternativas	42
5.1 Análisis de las alternativas de tratamiento	42
5.2 Alternativas de tratamientos fisicoquímicos para la separación de las fases	43

5.2.1	Decantador primario:	43
5.2.2	API	44
5.2.3	Flotación por aire disuelto (DAF)	46
5.3	Alternativas de tratamientos para la fase acuosa resultante.	47
5.3.1	Centrifuga decantadora:	47
5.3.2	Separador de placas coalescentes:	48
5.3.3	Filtración:.....	50
5.3.4	Reactor biológico aeróbico (Fangos Activados):	52
5.4	Memoria descriptiva de la planta de tratamiento.	56
5.4.1	Planta de tratamiento por decantación y filtración.....	56
5.4.1.1	Tanque de decantación.....	56
5.4.1.2	Decantador de placas coalescentes.....	57
5.4.1.3	Filtración	57
5.4.1.4	Diagrama de flujo de la planta de tratamiento.	58
5.4.2	Planta de tratamiento API y Fangos activados.....	59
5.4.2.1	Tanque de equalización	59
5.4.2.2	Piletas API	59
5.4.2.3	Reactor de lodos activados	59
5.4.2.4	Laberinto de cloración.....	60
5.4.2.5	Diagrama de la planta de tratamiento.....	60
5.5	Comparación entre ambos sistemas de tratamiento	61
5.5.1	Conclusión	62
Capítulo 6		64
Memoria de cálculo de la planta de tratamiento de decantación y filtración		64
6.1	Pretratamiento	64
6.2	Decantador	66
6.2.1	Cámara de mezcla rápida	66
6.2.1.1	Potencia y gradiente de velocidad.....	67
6.2.2	Decantador	69

6.3	Decantador de placas coalescentes	71
	Paquetes de placas:	74
6.4	Filtración.....	76
6.5	Caldera.....	78
Capítulo 7		80
7.	Líneas de conducción de efluentes.....	80
7.1	Conducción por gravedad	81
7.2	Conducción por presión.	83
7.3	Selección de bomba.....	84
Capítulo 8		85
Sistema de gestión de residuos del Consorcio de Gestión del Puerto Quequén		85
8.1	Introducción.....	85
8.2	Identificación de Actores y Acciones	85
8.2.1	Emprendimientos no industriales concesionados.	85
8.2.2	Buques	86
8.2.3	Planta de tratamientos de líquidos de sentina.	86
8.2.4	Consorcio de Gestión del Puerto Quequén.....	87
Capítulo 9		89
Presupuesto del proyecto		89
9.1	Costos mensuales.....	91
9.2	Consumo energético y de combustible	91
9.3	Costo del tratamiento y Venta del Fuel oíl recuperado.	92
9.3.1	Costo del tratamiento	92
9.3.2	Venta del Fuel oíl recuperado.....	96
Capítulo 10		100
Evaluación de impacto ambiental de la Planta de tratamiento de Líquidos de sentinas de los buques mercantes del Puerto Quequén.		100
10.1	Antecedentes	100
10.2	Metodología	101

10.3 Evaluación ambiental del área de estudio	101
10.3.1 Medio Socioeconómico.....	102
10.3.1 Clima Regional.....	103
10.3.3 Geología y geomorfología.....	105
10.3.4 Recurso Hídrico.....	108
10.3.5 Flora y Fauna.....	111
10.4 Evaluación de los impactos ambientales	112
10.5 Identificación de los Impactos Ambientales	114
10.5.1 Construcción de la matriz.....	114
10.5.2. Impactos del proyecto	117
10.6 Medidas mitigadora de impactos negativos.....	122
10.7 Plan de Contingencia	124
Capítulo 11	127
Planos de la planta de tratamiento.....	127
11.1 Planos de la planta de tratamiento	127
Capítulo 12	128
Conclusiones	128
Conclusiones finales:	128
Conclusiones personales	129
Bibliografía.....	130
Anexos	134

Resumen

El tráfico marítimo representa el 86% del movimiento de bienes o recursos comercializados entre los países. La Argentina al ser un país con una actividad bastante alta en productos de tipo agroindustrial y al poseer una gran superficie de costas, la actividad portuaria se encuentra muy desarrollada y representa el 45 % del total de exportación.

Como toda actividad antrópica, la actividad portuaria puede generar impactos negativos en el ambiente, para ello la Organización Marítima Internacional desarrollo el convenio Marpol 73/78, que regula principalmente la actividad del transporte de productos que contengan hidrocarburos o derivados, y también regula la generación de residuos de este tipo por la operación normal de un buque.

En este trabajo se plantea la posibilidad de incorporar una planta de tratamiento de los líquidos de sentinas de los buques que hagan escala en el Puerto Quequén, ubicado en la ciudad de Necochea, provincia de Buenos Aires. Además, se diseña los lineamientos para el desarrollo de un sistema de gestión integral de residuos.

Los líquidos de sentina tienen una gran presencia de hidrocarburos por el origen de los mismos, para el tratamiento de estos se plantearon dos alternativas, con el objetivo de eliminar los hidrocarburos y lograr un efluente de calidad que se pueda descargar en el río o darle un uso industrial. Siendo las siguientes: una a través de tratamientos fisicoquímicos, utilizando distintos tipos de decantadores y un sistema de filtración. Y la otra, a través de la actividad microbiana en un reactor de fangos activados.

Para la elección del tratamiento se realizó un análisis en el que se tuvo en cuenta los aspectos económicos, la eficiencia, el tamaño de la planta y la posibilidad de recuperar un residuo como el hidrocarburo presente.

Capítulo 1

1. Introducción

El Puerto Quequén es una estación marítima, considerada de aguas profundas, se encuentra ubicado en una zona estratégica de la llanura templada argentina, sobre el litoral atlántico, y con profundidades naturales cercanas a los 15 metros, en la desembocadura del río que da origen a su nombre, en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires.

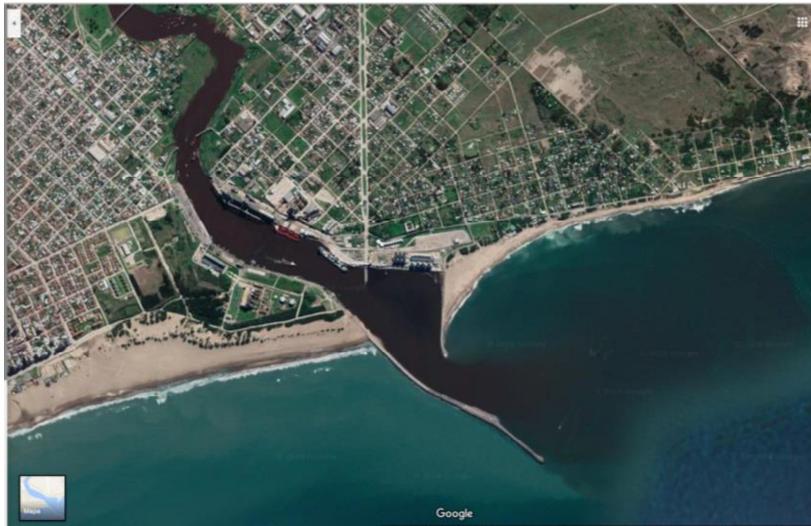


Imagen n°1.1: imagen satelital de la desembocadura del Río Quequén Grande y el Océano Atlántico Sur, donde se encuentra el puerto Quequén

Geográficamente tiene en su margen oeste la ciudad de Necochea y al este, la ciudad de Quequén. Es una zona fértil con reducida densidad demográfica y elevados rendimientos productivos, que hacen del puerto una excepcional puerta de salida a los excedentes agrícolas, con rápido acceso a las rutas internacionales.

Su canal de acceso tiene una solera de 120 metros de ancho y una profundidad a la tosca en la zona protegida de 14 metros (46 pies), y está localizado sobre un área no sedimentable de costa de la provincia de Buenos Aires.



Imagen n°1.2: Fotografía aérea de puerto Quequén

El Consorcio de Gestión del Puerto Quequén es la entidad que administra la actividad portuaria. Los productos que se exportan desde esta terminal son: Aceite de girasol y de soja, cebada, harina de soja, maíz, girasol, soja, trigo y madera. Y se importan distintos tipos de fertilizantes.

	Año				
	2014	2015	2016	2017	2018
Total Buques	224	230	293	275	247
Total tn	4.714.664	4.571.803	7.545.825	6.373.168	5.576.084

Tabla n°1.1: total de buques por año con su respectiva cantidad de productos que se procesaron en toneladas.

En la actualidad el puerto posee una profundidad de 14 metros (46 pies), pero se planifico para fines del 2018 empezar con la obra de dragado que va a aumentar la profundidad a 15 metros (50 pies), lo que generaría un aumento en un margen del 20% al 30%, en las toneladas de granos que se procesan y embarcan en el puerto. Dado que esta nueva profundidad permite aprovechar el 100% de las bodegas de los buques Panamax, además de disminuir los tiempos de logística y aumenta los días operables del puerto a la totalidad de los días del año.



Imagen n°1.3: Buque tipo Panamax entrando en el puerto Quequén con su correspondiente remolcador

En la actualidad, los residuos sólidos urbanos (RSU) y los residuos especiales (RE) generados por la entidad portuaria son tratados por agentes externos. En esta nueva etapa, donde la productividad del puerto aumenta, es necesario contemplar la posibilidad del tratamiento de los residuos generados. Además, es preciso evaluar la posibilidad de aceptar los residuos provenientes de los buques de carga, ya sean los RSU y los RE procedentes de las sentinas, de la cámara de máquinas o de los equipos de depuración de combustible y aceites de los motores de los buques, llevando a la actividad de la terminal portuaria a estándares internacionales.

1.1 Objetivos del proyecto

Realizar un mapa de los residuos generados, con sus posibles vías de tratamiento.

Diseñar una planta de tratamiento de efluentes para los residuos Tipo C según lo denomina el convenio internacional MARPOL 73/78, que son desechos generados por los buques y recogidos en las sentinas de las cámaras de máquinas o de los equipos de depuración de combustibles y aceites de los motores, que son principalmente aguas oleosas y la valorización del hidrocarburo recuperado.

1.2 Justificación del proyecto

La actividad portuaria procesa una gran cantidad de productos, principalmente estos se depositan en las bóvedas de los buques a granel los cuales generan polvillo. Siendo todos estos productos de exportación de origen orgánico y dada la cercanía de cuerpos de aguas receptores y la ciudad, es necesario implementar sistemas de gestión ambientales, los cuales minimicen los posibles impactos que puede generar esta actividad.

Además, con el fin de mejorar el estándar de la entidad del portuaria y brindar un servicio más a los clientes, se decide incorporar una planta de tratamientos para los líquidos contaminados con hidrocarburos proveniente de los buques y de la maquinaria utilizada en la terminal portuaria.

Capítulo 2

2. Marco Teórico

2.1 Ubicación y características de la región.

El Puerto Quequén se encuentra dentro de la **Región Pampeana**, la cual es una amplia planicie de más de 50 millones de hectáreas con un clima templado la cual posee tierras aptas para el cultivo y la crianza de ganado. La misma comprende las Provincias de Buenos Aires, La Pampa y parte de las provincias de Entre Ríos, Santa Fe y Córdoba. Esta región constituye el área nuclear de la Argentina a causa de las condiciones naturales y el desarrollo del proceso histórico que facilitó el aprovechamiento de esta. Según el Censo Poblacional 2010 en la Argentina habitan 40.117.096 de personas. La Región Pampeana es la más populosa y agrupa a 26.573.593 habitantes, lo que representa un 66,2% de la población total del país. Esta es la más densamente poblada con 32 hab/km². Sin embargo, la distribución de la población en este territorio es desigual. De los habitantes de dicha región 12.806.866 (31,9% de la población argentina) se concentran en el área metropolitana (Ciudad de Bs. As. y 24 Partidos del Conurbano Bonaerense). Coexisten así dos formas de ocupación del espacio:

A) El uso urbano la cual se concentra en la ribera de los ríos Paraná y de La Plata, en menor medida del Uruguay, en la faja costera atlántica y en los centros urbanos dispersos en el área rural como las cabeceras de Partidos. Rodeando los grandes centros urbanos se encuentra un cinturón productivo donde se practican las actividades intensivas para proveer de productos frescos a la población.

B) En el resto de la región pampeana predomina el uso rural, siendo la actividad económica principal la agrícola-ganadera.

El clima es templado con temperaturas benignas; las medias de verano oscilan entre los 20 y 25 °C y las de invierno entre los 5 y los 12 °C con un promedio anual de 17 °C. Las lluvias son abundantes, decreciendo hacia el Oeste (Dolores, en el este, 920 mm/año; General Pico, en el oeste, 587 mm/año).

La región pampeana se caracterizó por una región con excelentes condiciones edáficas y climáticas que permitió el desarrollo de cultivos de cosecha y la ganadería. Los productores tradicionales pampeanos basaron su producción en esquemas mixtos, que implicaba rotaciones entre agricultura y ganadería. Esto le permitió mantener la capacidad productiva de los suelos a la vez que le ayudaba a adaptarse a las oscilaciones de precios del mercado internacional. En base a sus patrones edáficos y

pluviométricos, la eco-región pampeana puede ser dividida en 5 áreas más o menos homogéneas:

- 1.- Pampa ondulada
2. -Pampa central
- 3.- Pampa austral
- 4.- Pampa deprimida
5. Pampa mesopotámica

En la *Pampa ondulada* predominan suelos profundos con buenas condiciones de drenaje que permitirían un uso agrícola de la tierra. Tanto los contenidos de materia orgánica y nitrógeno como la estructura granular de los suelos declinan hacia las tierras subhúmedas y semiáridas del oeste de la región. La mayor parte de las tierras de la *Pampa central* son aptas para la agricultura y la ganadería, a pesar de que los riesgos de erosión de sus suelos imponen algunas limitaciones a la labranza. La *Pampa Deprimida* y la *Pampa Mesopotámica* poseen una aptitud predominantemente ganadera (actividad de cría) bajo pastoreo de praderas naturales y pasturas perennes introducidas. Las principales restricciones al cultivo de cereales y oleaginosas derivan de problemas de salinidad, drenaje y erosión hídrica. Pese a su heterogeneidad, las tierras de la *Pampa austral*, donde se encuentra el **Puerto Quequén**, presentan restricciones localizadas impuestas por la profundidad de los suelos. Sin embargo, la mayor parte de sus suelos son aptos para cultivos anuales, aunque existen áreas marginales hacia el oeste que son destinadas exclusivamente a la producción ganadera.

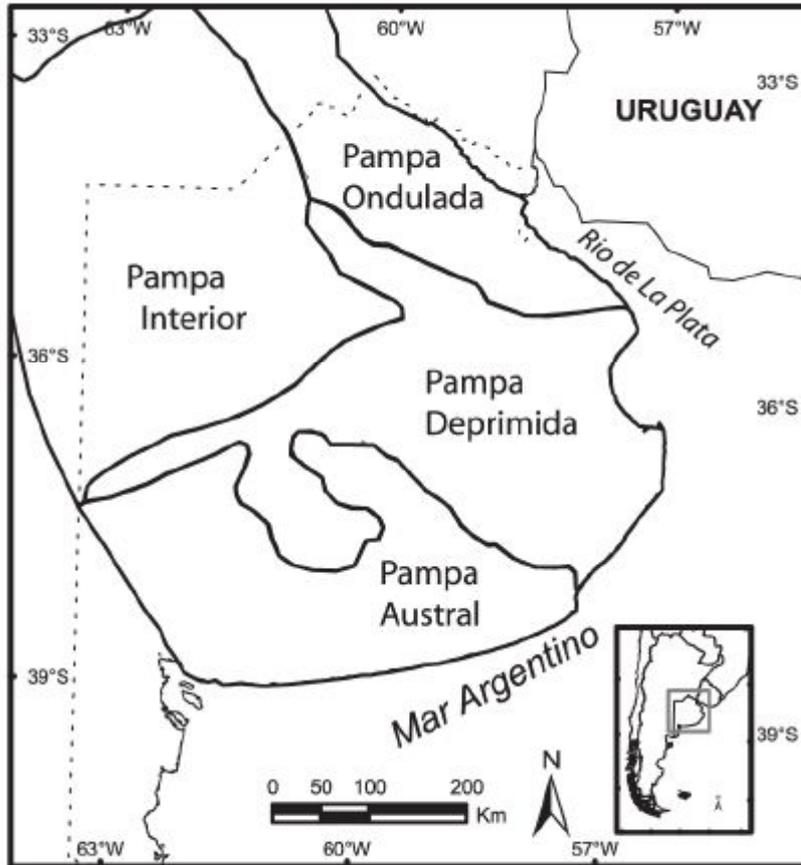


Imagen n°2.1.1: Región Pampeana

Las vías de acceso del puerto son a través, de la ruta nacional 228 proveniente de la zona de Tres Arroyos y de las rutas provinciales 86, 88 y 227, de las zonas de General Lamadrid, Mar del Plata y Balcarce respectivamente.



Imagen n°2.1.2: Vías de acceso de la ciudad de Necochea y el Puerto Quequén

2.2 Actividad Portuaria

La actividad portuaria es la principal vía de exportación (45% del total exportaciones, IES Consultores) e importación de distintos productos, además del movimiento de mercadería de cabotaje, el cual se denomina Removido. En los últimos dos años se exportaron un promedio de 86 millones de toneladas de productos agroindustriales de los distintos puertos de toda la República Argentina (Ministerio de Agroindustria).

La Argentina cuenta con 22 terminales portuarias, las cuales por sus condiciones geográficas o por su ubicación, realizan diferentes actividades, además de la exportación de granos y sus derivados, como puede ser la exportación de pescado, importación de combustibles, descarga de contenedores, industria automotriz, ect.

De las 22 terminales portuarias, 15 de ellas poseen terminales de carga para productos agrícolas. Destacándose por su actividad los siguientes puertos: Buenos Aires, Rosario, San Lorenzo y San Martín, Bahía Blanca, Quequén, Zarate/Guazú, San Pedro, San Nicolás, Villa Constitución y Diamante.



Imagen n°2.2.3: Sistema portuario argentino (Cámara de Puertos Privados Comerciales).

En el puerto Quequén se exportan cereales y oleaginosas, subproductos derivados de ellos, como pueden ser los aceites, harinas, pellets. Y se importan de fertilizantes los cuales se pueden encontrar en estado sólido o líquido. En los últimos dos años contribuyo en promedio un 7 % en el total de la exportación de estos excedentes. En el 2018 el puerto exportó 5.5 millones de toneladas de granos y subproductos.

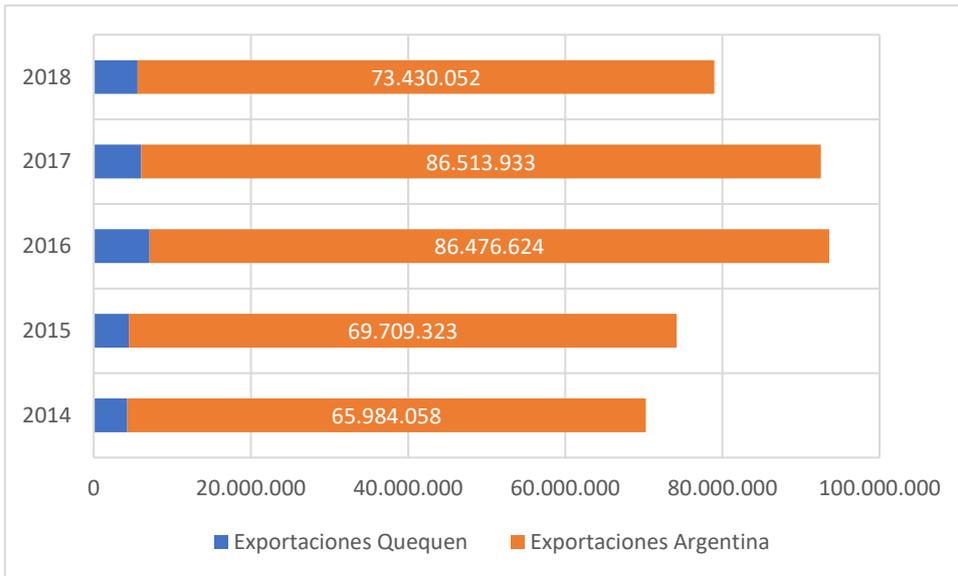


Gráfico n°2.2.1: exportaciones del puerto Quequén en conjunto con el total de exportaciones del país.

Fuente www.agroindustria.gob.ar

En el gráfico n° 2.2.1, se observa un aumento en las exportaciones tanto del país como del puerto en estudio en el año 2016, esto se debe a una política nacional implementada en ese periodo, la cual retiraba las retenciones al trigo, maíz y una reducción del 5% a la soja.

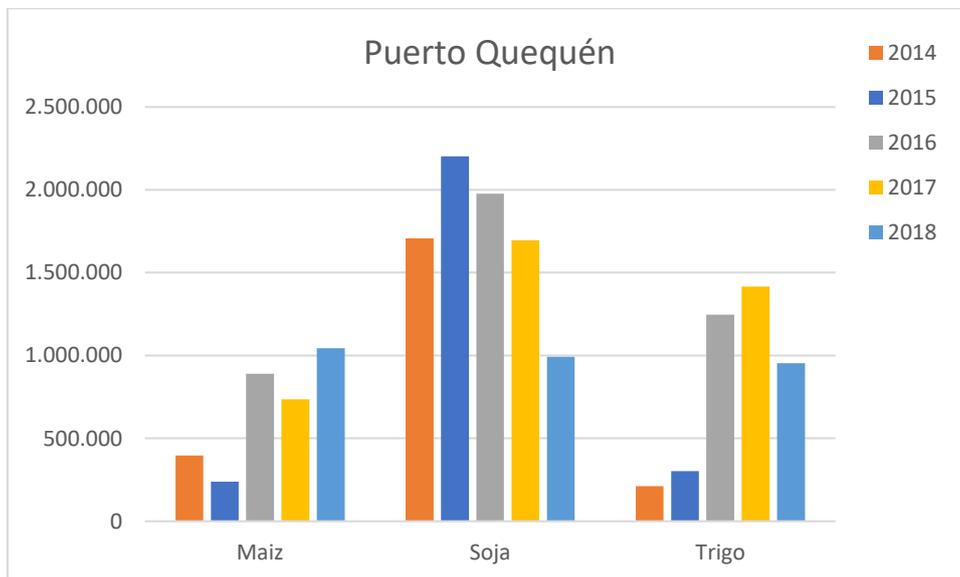


Gráfico n°2.2.2: variación de las exportaciones de maíz, soja y trigo en el puerto Quequén. Fuente

www.puertoquequen.com

Esta medida generó un aumento del 400% aproximadamente para el trigo y el maíz, entre los años 2015 y 2016. Por lo contrario, para soja se observa que la exportación de este descendió un 54% del 2015 al 2018.

Otro dato interesante a evaluar para este proyecto es la actividad mensual (cantidad de barcos por mes) del Puerto Quequén, dado que la plata de tratamiento se va a diseñar en función de este parámetro.

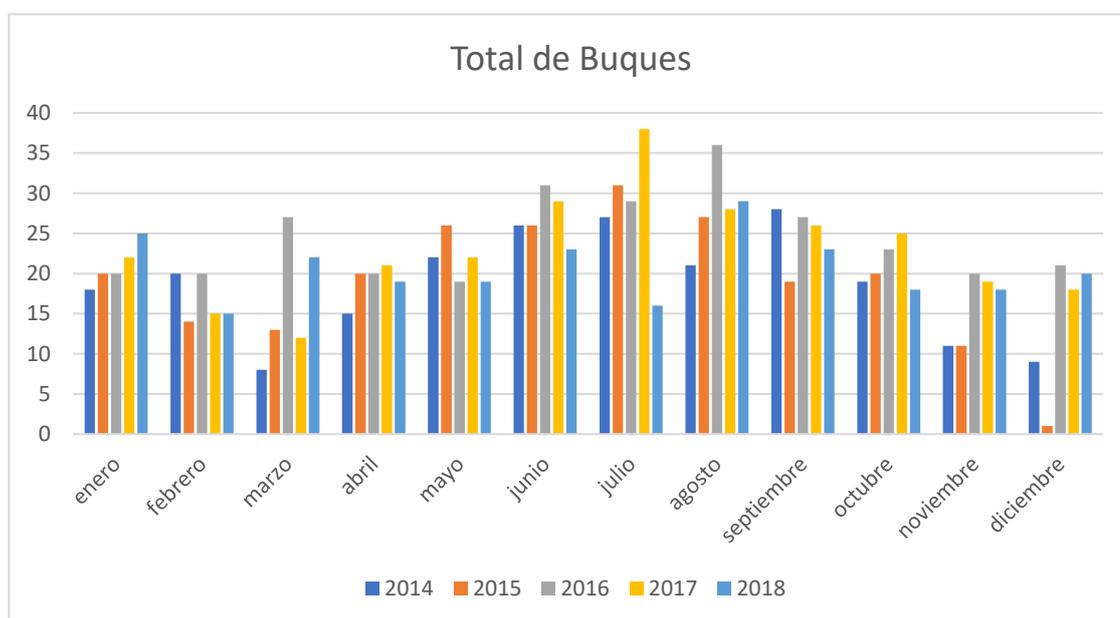


Gráfico n°2.2.3: Total de buques por mes para cada año, fuente www.puertoquequen.com

Como se observa en el gráfico anterior los meses de mayor actividad portuaria son junio, julio y agosto, coincidiendo con la cosecha de la soja y trigo.

El promedio de actividad es de 20 buques por mes, el valor máximo se obtuvo en el mes de julio del 2017 con 38 buques y el valor moda es de 20 buques por mes.

El promedio de toneladas exportadas analizando esos 4 años es de 5,7 millones.

2.2.1 Como se exportan los distintos productos

En esta terminal portuaria se exportan tres variedades de productos, aceites, harina, pellets y granos, se importan distintos tipos de fertilizantes y en materia de removido; el principal producto es Fuel Oil utilizado en la central térmica y remolcadores del puerto.

- Aceite: se puede producir por prensado en frío, el cual es un proceso mecánico de molienda del grano, que produce un aceite de calidad, pero menor volumen. La diferencia del prensado en caliente se da en que el grano es calentado previamente, de esta forma se obtiene más aceite, pero se pierde la calidad de este. También se extrae aceite de la torta de residuo que se produce en la molienda, utilizando disolventes orgánicos como cloruro de etileno, hexano. En

esta terminal se exporta; aceite de girasol, soja y de colza. Se cargan en los buques a granel líquido.

- Harinas y Pellets: estos productos son originados a partir de la torta, residuo de la molienda del grano, esta es triturada para formar las harinas y el pellet se forma a partir de agrupamiento del polvo, a través de presión en caliente. En esta terminal se exporta, harina de soja, pellets de soja, girasol y colza. Se cargan en los buques a granel sólido.
- Granos: cebada, soja, maíz, trigo y colza. Se cargan en los buques a granel sólido.
- Fertilizantes:
 - Líquidos: El UAN es un fertilizante líquido que contiene nitrógeno en tres diferentes estados: ureico, amoniacal y nítrico por lo que es considerado un fertilizante de alta eficiencia y por ende de gran asimilación para el cultivo
 - Sólidos: El Fosfato Diamónico DAP es considerado un fertilizante como fuente de Fósforo, sin embargo, la presencia de Nitrógeno en esta fórmula compleja tiene un efecto sinergizante, El Amonio en altas concentraciones reduce las reacciones de fijación del fosforo haciéndolo disponible para la planta.
El Fosfato monoamónico MAP es considerado un fertilizante como fuente de Fósforo, sin embargo, la presencia de Nitrógeno en esta fórmula compleja tiene un efecto sinergizante, El Amonio en altas concentraciones reduce las reacciones de fijación del fosforo haciéndolo disponible para la planta
Urea: Es un fertilizante que dada su composición es capaz de suministrar Nitrógeno, importante para la formación de las proteínas en los vegetales.

2.3 Infraestructura Puerto Quequén

El recinto portuario lo componen ambas márgenes de Puerto Quequén. Sobre la margen Quequén se desarrolla el movimiento de mayor envergadura que son los embarques de granos, subproductos y aceites, donde se han emplazado las distintas terminales, debido a las características de corte agroindustrial de la ciudad de Quequén.

En cambio, del lado Necochea se desarrollan actividades de carga general, sobre todo las ligadas a la industria pesquera, cemento e importación de fertilizantes.

Sitio 0, posee una zona descarga de camiones: El área de descarga de camiones consta de una reja para camiones con batea y cuatro silos con 12.000 toneladas. Cada uno con

sus respectivas tolvas subterráneas que encausan el cereal en dos cintas transportadoras de 900 t/h. cada una. La velocidad de descarga de estas plataformas es de aproximadamente 4 minutos por camión.

Carga a buque: La carga a buques se efectúa a través de una cinta con una capacidad de transporte de 1.200 toneladas. por hora para abastecer tres torres de embarque emplazadas en el sitio 1.

Los Sitios 1 Y 2 que alcanzan los 300 metros de extensión, están constituidos por 3 dolfinos (estructuras de amarre) de 10 metros de ancho cada uno y plataformas de cargas. Su utilización es exclusiva para el embarque de oleaginosos y subproductos mediante el empleo de cintas transportadoras portátiles de transferencia de camión a buque.

En el Sitio 3, de 90 metros se encuentran las instalaciones de embarques de las terminales privadas ACA (Asociación de Cooperadoras Argentinas) y FACA para el transporte de granos y subproductos. Ambas tienen galería con tres pescantes de carga, transportadora a cadena, y caño telescópico de 1.200 toneladas por hora para granos, y de 1.000 Ton. por hora para aceites vegetales, con 120.000 toneladas de acopio.

El mayor movimiento portuario se desarrolla en los sitios 4,5 Y 6 sobre la margen Quequén. Allí opera la Terminal Quequén concesionaria del elevador de la ex Junta Nacional de Granos, para embarque de granos aceites y subproductos. Estas instalaciones cuentan con una galería de embarque de 250 metros de longitud y una capacidad de acopio de 125.000 toneladas. Dispone de un total de 315 metros de muelles, 4 dolfinos, 16 caños telescópicos de cargas de 1200/1600 toneladas por hora.

Sobre la margen Necochea se hallan los sitios 7-10, destinados a la exportación de rollizos de madera, pescado congelado e importación de fertilizantes. Los Sitios 11 y 12 con dos y tres dolfinos de atraque respectivamente, son utilizados para cargas generales.



Imagen 2.3.1: Ubicación de los sitios más importantes del Puerto Quequén. Imagen provista por <http://trimar.com.ar>

2.4 Problemas ambientales

La actividad portuaria, como cualquier actividad industrial, pueden generar impactos negativos en el ambiente que los rodea.

En esta terminal portuaria, tienen generación de residuos domiciliarios y de residuos industriales.

El principal impacto que genera esta actividad es el material particulado de los granos y subproductos, este material particulado se genera en todo momento, descarga de camiones, movimiento de los granos y descarga en los buques.

Los buques mercantes por convenios internacionales poseen sistemas de gestión de residuos, y planes de contingencias por posibles derrames de hidrocarburos. Los residuos de tipo domiciliarios son recibidos por la entidad portuaria como residuos patógenos y reciben su tratamiento correspondiente.

También se generan impactos en el ambiente en las actividades de dragado del puerto.

Las escorrentías que se generan en la superficie del puerto no poseen un sistema de captación, las cuales sin dificultad y con una alta carga orgánica desembocan en el Río Quequén.

2.5 Buques de carga

Estos tipos de buque son los encargados del transporte de grandes cantidades de cargas sólidas a granel. Esta carga se carga directamente en bodega, normalmente sin ningún tipo de embalaje específico. Ejemplos de estas cargas son: mineral de hierro, carbón, cereales, bauxita, acero, cemento, azúcar, chatarra... Desde su aparición los buques “bulkcarriers” han evolucionado, simplificando las operaciones de carga y descarga. Son buque que, en general, se construye con una sola cubierta, tanques en la parte superior de los costados y tanques laterales tipo tolva en los espacios de carga y destinado principalmente al transporte de carga seca a granel, incluso tipos como los mineraleros y los buques de carga combinada.

2.5.1 Estructura de un buque

Se denomina casco al cuerpo estructural del buque, en cuyo interior se alojarán los equipos y maquinarias para el funcionamiento de este, así como la carga a transportar.

Desde el punto de vista geométrico, el casco, ha de tener una serie de dimensiones, que reciben nombres específicos, tales como **eslora, manga y puntal**.

Considerando el buque como elemento flotante, han de tenerse en cuenta determinadas dimensiones respecto a la parte del casco que está sumergida, la cual se denomina **calado**.

Las dimensiones de los buques guardan cierta proporcionalidad entre la longitud, altura y anchura, siendo la longitud muy superior a las otras dimensiones. Estructuralmente a esta forma se la denomina Viga. Los extremos de la viga tienen formas específicas para facilitar la movilidad del buque en el agua, a la parte delantera tomando como sentido el avance, se la denomina **proa**, y a la posterior **popa**, la cual contiene el sistema de propulsión (hélice) y de maniobrabilidad (timón) estructura denominada **codaste**, el elemento que une los dos laterales en la proa se denomina **roda**. A las caras de las vigas se las denomina **costados** a la superior y **fondo** a la inferior. La **quilla** es el elemento que une las dos aristas laterales inferiores de la viga.

La eslora es la longitud desde la proa a la popa, se denomina manga a la anchura de la superficie superior del barco, y el puntal, es la altura medida desde el centro de la quilla hasta la cubierta del costado del buque.

Desde el punto de vista estructural, podemos destacar diferentes elementos, como las bodegas donde se van a depositar las cargas de granos, en la zona de la cubierta se encuentran las escotillas, estructura que facilita la carga y descargas de los tintos productos transportados.

También cabe destacar la cámara de máquinas, donde se encuentran el motor principal encargado de la propulsión del buque, motores auxiliares (grupos electrógenos) destinados a la generación de energía para uso interno del buque. Además, se encuentran los tanques de sentinas en la parte inferior de la misma. El sistema de sentinas, el cual se utiliza para evacuar el líquido que se acumula en los espacios del buque debido a condensaciones, pérdidas, baldeo, rechazo de combustible, etc. Estas instalaciones están equipadas con el fin de poder retener la totalidad de aguas de sentinas oleosas para descargarlas posteriormente en instalaciones de recepción. Las aguas oleosas acumuladas se deben tratar antes de descargarlas, para eso se utiliza el separador de sentinas, su misión es de separar el aceite y/o combustible del agua, antes de expulsarla al mar, consiste en cualquier combinación de separador, filtro u otros medios, con el objetivo de producir un efluente con un contenido de hidrocarburos adecuados. Para evacuar el efluente tratado debe tener menos de 15 ppm de hidrocarburos y/o aceites como lo indica el convenio MARPOL.

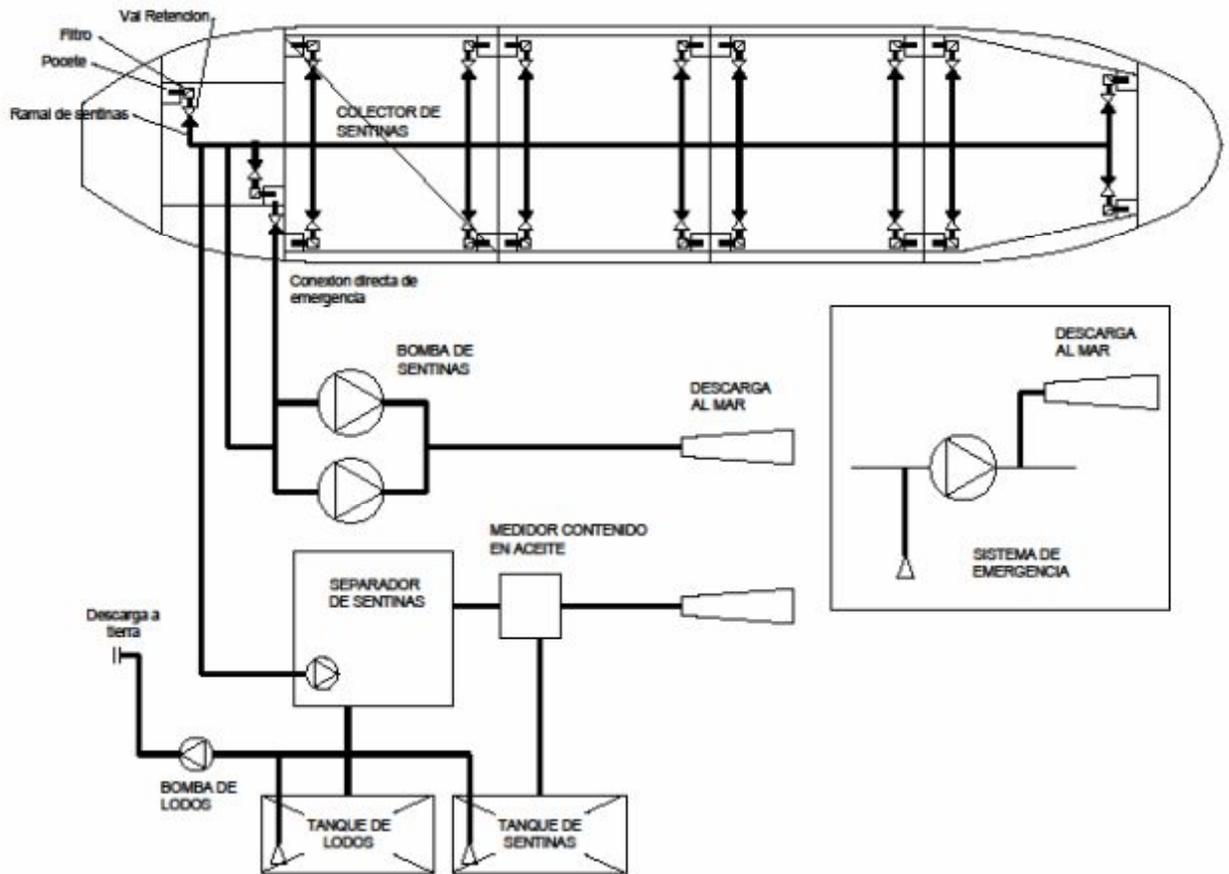


Imagen nº2.5.1: Sistema de sentinas para un buque mercante de 50000 TPM.

2.5.2 Tipos de buques de carga

Los graneleros se describen normalmente en función de su tonelaje de peso muerto (TPM), es decir, según su capacidad de carga. El tamaño más común en los graneleros son el Handy-sized, con un peso muerto de 10.000-40.000 TPM y, por lo general, de cuatro o cinco bodegas.

Un granelero de tamaño Handy-sized se llama así porque sus dimensiones son estándar y tiene la capacidad de poder entrar en una gran cantidad de puertos en todo el mundo. Por este motivo son numerosos y una gran parte de la flota mundial de los graneleros son de este tipo. La capacidad de este tipo de buques es en torno a 40.000 TPM. Se emplean principalmente en tráficos entre puertos con restricción de tamaño o de calado, estos buques suelen tener un calado de 10 metros.



Imagen n°2.5.2.1: granelero Handy-sized

Los graneleros Handymax se parecen en diseño a los graneleros Handy-sized. Este tipo de buques tienen una eslora no superior a los 200 metros. Las capacidades de este tipo de buques oscilan entre 40.000-60.000 TPM. Por lo general son de cinco bodegas y suelen estar equipados con grúas para la carga y descarga



Imagen n°2.5.2.2: granelero Handymax.

Un bulk carrier de tamaño Panamax: Son mayores que los de tamaño Handysized, se le conocen como “Panamax” debido a que están diseñados con las dimensiones máximas, en particular la manga máxima, que pueden pasar a través del Canal de Panamá. Los buques Panamax por lo general tienen siete bodegas y, en la práctica, por lo general no más de 225 metros de eslora para cumplir con las restricciones de longitud impuestas por muchas terminales de carga. Son buques que oscilan entre 60,000-85,000 TPM. Esta categoría de buque se emplea ampliamente en el transporte de grandes cargas a granel como el carbón, cereales, bauxita y mineral de hierro



Imagen n°2.5.2.3: granelero Panamax

Mini bulkers: Además de las categorías Handymax, Panamax, Cape-sized y VLBC ya descritas, existen graneleros pequeños de menos de 10.000 TPM que se emplean principalmente en las rutas costeras, en aguas europeas y otras partes del mundo, llevando envíos más pequeños de cargas a granel a puertos más pequeños. Dichos buques tienen una bodega o dos como mucho, y su estructura interna es rectangular. Pueden ser conocidos como Mini bulkers, buques de carga seca o buques polivalentes.



Imagen n°2.5.2.4: mini bulkers.

Además de la clasificación por TPM, existen una clase de graneleros con características propias, como son los self-unloaders y los Conbulklers.

Self-unloaders (auto descargables): Son graneleros equipados con sistemas de descarga por cintas transportadoras (conveyor belt) y con un “brazo” el cual permite descargar desde el buque para depositarlo en tierra. Este equipo es costoso de instalar y reduce el espacio disponible para la carga, pero reduce su estancia en puerto. No se cancela la descarga en circunstancias de lluvia, porque la carga está cubierta durante todo el proceso de descarga. El número de auto descargadores ha aumentado y su papel probablemente continuará creciendo. Aunque la mayoría se encuentran en las

categorías handysize y handymax, o incluso más pequeñas. Las cargas que transportan este tipo de buques son: carbón, piedra, yeso, fertilizantes, mineral de hierro, grano, arcilla, sal y bauxita

Conbulklers: Los graneleros equipados para el transporte de contenedores se desarrollaron a partir de graneleros abiertos, y se demostró que eran adecuados para el transporte de contenedores cuando las circunstancias eran correctas. Las grúas de a bordo son adecuadas para el trabajo con contenedores. Los conbulklers son capaces de llevar una amplia gama de cargas a granel, así como productos forestales, tuberías de perforación y contenedores. Estadísticamente, los barcos de carga a granel tienen una participación de alrededor del 40% en el sector del transporte marítimo internacional. De ellos el 40% del mercado en términos de propiedades y operaciones son los países del sur de Asia como China, Japón y Corea del Sur. Además de estas naciones, Grecia es otro propietario y operador líder de los graneleros.

2.6 Ubicación de la planta de tratamiento

La planta de tratamiento se va a construir en el predio del Puerto Quequén, del lado de la rivera este. Dado que es el sector con mayor actividad (carga de cereales, granos, aceites, etc).

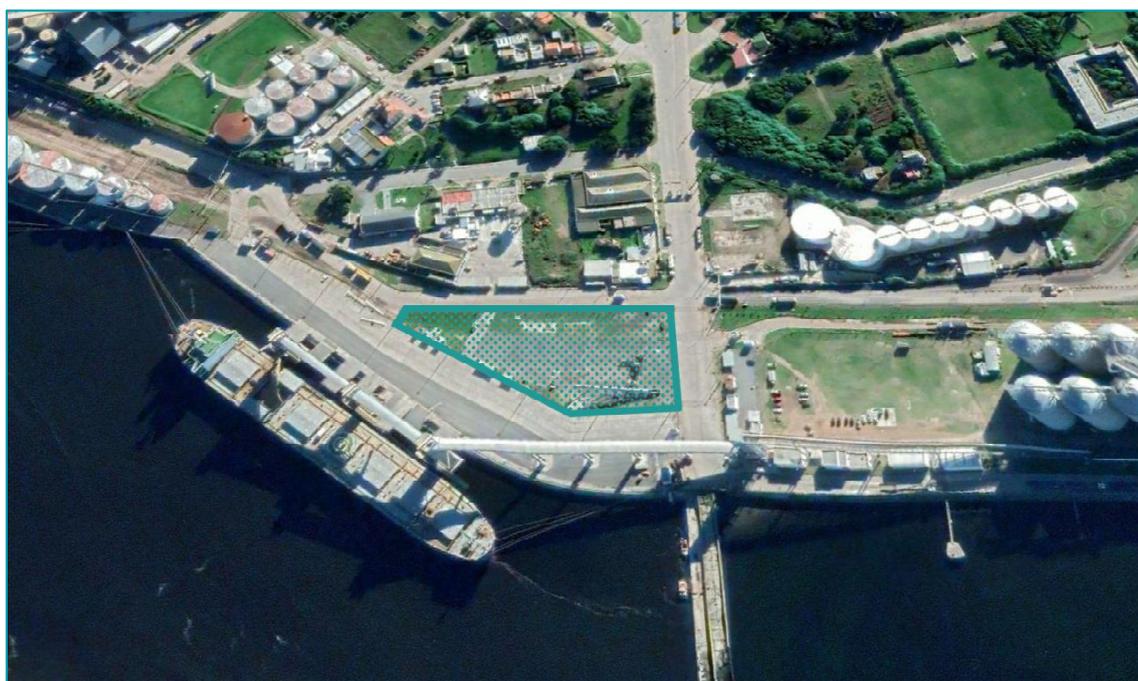


Imagen 2.6.1: Ubicación de la planta de tratamiento.

Actualmente ese sector se utiliza como depósito de maquinaria fuera de uso. Esta ubicación es ideal dada su cercanía con los sitios 1, 3, 4,5 y 6. Se encuentra

delimitado por la rivera del río y dos accesos de entrada y salida de vehículos, como la Calle 536 y la avenida Almirante Brown.

El área que cuenta este sector para la construcción de la planta de tratamiento es de 8.300 m², y la distancia máxima que tiene que recorrer el efluente es de 1000 metros.

El transporte de los efluentes de los sitios del 1 al 6 se va a realizar por una línea fija de conducción. El efluente de los tanques de sentinas se va a succionar con bombas del caudal necesario, en cada sitio de carga se van a colocar una toma de efluentes conectada a la red de transporte. La primera conducción se va a realizar con mangueras de succión conectadas a la red principal de transporte, la cual va a tener una conducción a gravedad hasta llegar al primer tratamiento de la planta.

Los sitios ubicados en la rivera de Necochea serán recolectados por un camión de sentinas.

2.7 Marco Legal

Este proyecto utilizará como eje normativo las siguientes leyes y convenios:

Ley Nacional n°25612 de Gestión integral de residuos industriales.

Esta ley establece los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional, y sean derivados de procesos industriales o de actividades de servicios. Se entiende por proceso industrial, toda actividad, procedimiento, desarrollo u operación de conservación, reparación o transformación en su forma, esencia, calidad o cantidad de una materia prima o material para la obtención de un producto final mediante la utilización de métodos industriales. Se entiende por actividad de servicio, toda actividad que complementa a la industrial o que por las características de los residuos que genera sea asimilable a la anterior, en base a los niveles de riesgo que determina la presente.

Ley Provincial n°11720: Generación, Manipulación, Almacenamiento, Transporte, Tratamiento y Disposición Final de Residuos Especiales:

Esta ley define residuo como a cualquier sustancia u objeto, gaseoso (siempre que se encuentre contenido en recipientes), sólido, semisólido o líquido del cuál su poseedor, productor o generador se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo.

Por lo que serán residuos especiales los que pertenezcan a cualquiera de las categorías enumeradas en el anexo 1, a menos que no tenga ninguna de las características descritas en el anexo 2; y todo aquel residuo que posea sustancias o materias que figuran en el anexo 1 en cantidades, concentraciones a determinar por la Autoridad de Aplicación, o de naturaleza tal que directa o indirectamente representen un riesgo para la salud o el medio ambiente en general.

También, enuncia la gestión que deber realizar los distintos actores que manipulen estos tipos de residuos.

Quedan excluidos del régimen de la presente Ley y sujetos a la normativa específica conforme a su objeto:

a) Aquellos residuos especiales que la Autoridad de Aplicación compruebe fehacientemente su uso como insumos reales y/o se constituyan en productos utilizados en otros procesos productivos. la autoridad de aplicación deberá crear mecanismos técnico -administrativos específicos de control a los fines de garantizar el destino y uso de los mismos, evitando posibles evasiones al régimen de responsabilidad administrativa instituido por la presente, hasta tanto se dicte una norma particular al respecto;

b) Los residuos patogénicos, los domiciliarios, los radioactivos

c) Los residuos derivados de las operaciones normales de los buques, con excepción de aquellos que para su tratamiento o disposición final sean trasladados a instalaciones fijas en tierra. Asimismo, se excluye lo relativo al dragado y disposición final de sedimentos provenientes de dicha actividad.

Convenio Internacional para prevenir la contaminación de buques, Convenio MARPOL y sus correspondientes protocolos. Este convenio fue aprobado por la Ley Nacional n°24.089/92.

A partir de una serie de catástrofes navales para el medio ambiente en la década del 60, se emprendió una restructuración de las normas internacionales de navegación. Se adoptaron una serie de convenios en el marco de la Organización Marítima Internacional (OMI) con el fin de luchar tanto contra la contaminación accidental como contra la contaminación causada por la explotación normal, como por ejemplo la limpieza de tanques con agua del mar.

El anexo I del convenio, entre otras cosas, obliga a los buques a tener un sistema de control de descargas equipados con un registro continuo, control del contenido de

hidrocarburos, sistemas de limpieza de tanques, depósitos de decantación con capacidad suficiente para los residuos generados durante el lavado de tanques y equipos separadores de agua e hidrocarburos.

En cualquier caso, los buques están obligados a contar con un libro de registro donde se debe anotar cualquier descarga o fallo del sistema de vigilancia de descargas de hidrocarburos, motivo suficiente para que las autoridades de vigilancia realicen inspecciones en el próximo puerto de escala del buque.

Los residuos oleosos más comunes de los buques son; residuos de fuel, aguas oleosas de las sentinas de los buques, lodos de aceites y fuel, aceites lubricantes usados, agua sucia oleosa de lastre, aguas oleosas por lavado de tanques.

El proyecto planteado se refiere a los residuos MARPOL-Anexo I, tipos C, procedentes de los buques. Cada anexo se dedica a regulación de un tipo de polución. Los residuos tipo C son los desechos generados por los buques y recogidos en las sentinas de las cámaras de máquinas o de los equipos de depuración de combustible y aceites de los motores. Todos los buques tienen este tipo de residuos en mayor o menor proporción. Las causas más frecuentes que impulsan a realizar descargas ilegales al mar:

- Falta de instalaciones de recepción en los puertos.
- Retrasos importantes en la recepción de los residuos y por lo tanto demoras en el giro de los buques.
- Altos costos para el uso de las instalaciones
- Mal estado de operación de los separadores de agua/aceite a bordo.
- Falta de información de la disponibilidad de instalaciones adecuadas.

Ley Nacional N° 22.190 “Régimen de Prevención y Vigilancia de la Contaminación de las Aguas u Otros Elementos del Medio Ambiente por Agentes Contaminantes Provenientes de Buques y Artefactos Navales”

En esta ley, se prohíbe a los buques y artefactos navales la descarga de hidrocarburos y sus mezclas fuera del régimen que autorice la reglamentación y en general incurrir en cualquier acción u omisión no contemplada reglamentariamente, capaz de contaminar las aguas de jurisdicción nacional. La prohibición es extensiva a los buques de bandera nacional en alta mar.

Los buques y artefactos navales deberán cumplir con las siguientes obligaciones, de conformidad con los requisitos que establezca la reglamentación:

a) Llevar el Libro de Registro de Hidrocarburos y los demás registros que se determinen por vía reglamentaria.

b) informar de las descargas propias y de terceros buques y artefactos navales, así como de las manchas que constaten.

c) contar con equipos y utilizar sistemas, medios y dispositivos para la prevención y lucha contra la contaminación.

d) observar las reglas de diseño pertinentes.

e) observar las reglas operativas para la prevención y lucha contra la contaminación.

La administración general de puertos tendrá a su cargo la limpieza de las aguas de los puertos sometidos a su jurisdicción. Asimismo, ejecutará las obras y proveerá los servicios tendientes a disminuir los riesgos de contaminación y que permitan la recepción de las sustancias contaminantes que los buques y artefactos navales no deben arrojar a las aguas.

La Prefectura Naval Argentina (PNA) tendrá a su cargo la ejecución de las medidas para combatir la contaminación y efectuar la limpieza de las aguas en jurisdicción nacional que no estén a cargo de la administración general de puertos. Cuando la magnitud de la contaminación lo hiciere necesario, la PNA dispondrá la intervención de otros organismos de la ARMADA que considere conveniente.

Ambos organismos tienen la potestad de multar cuando se compruebe alguna infracción.

Resolución n°336/2003 provincial: Parámetros para vuelco de efluentes

Con respecto a los efluentes generados en la planta de tratamiento de las aguas con hidrocarburos, se va a contemplar los límites de vuelcos de la provincia de Buenos Aires, según la Resolución n°336/2003. Siendo la concentración de hidrocarburos totales para descargas en colectora cloacal menos a 30 mg/l.

ANEXO II
PARÁMETROS DE CALIDAD DE LAS DESCARGAS LÍMITE ADMISIBLES

GRUPO	PARAMETRO	UNIDA D	CODIGO TÉCNICA ANALITICA	LÍMITES PARA DESCARGAR A:			
				Colectora Cloacal	Cond. Pluv. o cuerpo de agua superficial	Absorción por el suelo (h)	Mar Abierto
I	Temperatura	°C	2550 B	≤45	≤45	≤45	≤45
	pH	upH	4500 H+ B	7,0-10	6,5-10	6,5-10	6,5-10
	Sólidos Sedim 10 Min (2)	ml/l	Cono Imhoff	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	Sólidos Sedimen.2 Horas (2)	ml/l	Cono Imhoff	≤5,0	≤1,0	≤5,0	≤5,0
	Sulfuros	mg/l	4500 S=D	≤2,0	≤1,0	≤5,0	NE (c)
	S.S.E.E. (1)	mg/l	5520 B (1)	≤100	≤50	≤50	≤50
	Cianuros	mg/l	4500 CN C y E	≤0,1	≤0,1	Ausente	≤0,1
	Hidrocarburos Totales	mg/l	EPA 418.1 ó ASTM3921- 85	≤30	≤30	Ausente	≤30
	Cloro Libre	mg/l	4500 Cl G (DPD)	NE	≤0,5	Ausente	≤0,5
Coliformes Fecales (f)	NMP/10 0ml	9223 A	≤20000	≤2000	≤2000	≤20000	
II	D.B.O.	mg/l	5210 B	≤200	≤50	≤200	≤200
	D.Q.O.	mg/l	5220 D	≤700	≤250	≤500	≤500
	S.A.A.M.	mg/l	5540 C	≤10	≤2,0	≤2,0	≤5,0
	Sustancias fenólicas	mg/l	5530 C	≤2,0	≤0,5	≤0,1	≤2,0
	Sulfatos	mg/l	4500 SO4 E	≤1000	NE	≤1000	NE
	Carbono orgánico total	mg/l	5310 B	NE	NE	NE	NE
	Hierro (soluble)	mg/l	3500 Fe D	≤10	≤2,0	≤0,1	≤10
	Manganeso (soluble)	mg/l	3500 Mn D	≤1,0	≤0,5	≤0,1	≤10

Tabla n°2.6.1: parámetros de calidad de las descargas limite admisibles

Capítulo 3

3. Relevamiento Terminal Quequén y línea de base del Río Quequén

3.1 Terminal Quequén

Se realizó un relevamiento con el fin de observar cual es el proceso que realiza la terminal, y se le realizó una pequeña encuesta al encargado de seguridad e higiene de la firma. La misma se encuentra en el **Anexo I**

El proceso que realiza la estación "Terminal Quequén" es el de acondicionamiento y carga de cereales y sub productos de estos.

Los principales residuos que se generan son, agua con hidrocarburo, solidos con pintura, tubos fluorescentes, restos de agroquímicos los mismos son tratados por un tercero. A diferencia de otros terminales del Puerto Quequén, el polvillo que se genera por la manipulación de los cereales no es depositado en los buques de carga, si no que se almacena en volquetes y es utilizado como relleno. Se estima que se genera 1kg de residuos por tonelada trabajada.

CANT	DESCRIPCIÓN
1200 Lts	Agua con Hidrocarburo
1200 kg	Solidos con Pintura
30 kg	Restos Agroquímicos
200 kg	Restos Agroquímicos

Señor: Terminal Quequén
Domicilio: [no legible]
IVA: [] No Respons. [] Exento [] Cons. Final [] Resp. Monot [] Resp. Inscripto [] CUIT N° []
Fecha: 7/9/18
Firma: [Firma]
LLOMA FOO
Conforme

Imagen 3.1.1: cantidad de residuos recolectado el 7/09/18

La empresa junto con el INTA, realizaron un estudio de viabilidad para determinar si produce efectos negativos en la tierra con fines de uso para la producción agrónoma,

el estudio demostró que no hay una variabilidad significativa en los parámetros químicos del suelo.

Tabla 3 Características edáficas del sitio experimental a la cosecha del cultivo de soja.

Tratamiento	Profundidad cm	pH	P mg kg ⁻¹	MO %	CE mm ds ⁻¹	N-NO ₃ ⁻ kg ha ⁻¹	Nan mg kg ⁻¹
Sin Granza	0-20	6,3a	6,4a	4,1a	0,4a	28,2a	40,5a
Sin Granza	20-40	6,8a	3,3a	3,1a	0,3a	10,1a	21,6
Granza	0-20	6,6a	10,2a	4,1a	0,4a	28,2a	45,4a
Granza	20-40	6,4a	4,7a	3,5a	0,5a	13,9a	32,8a

Imagen 3.1.2: estudio de variabilidad de parámetros químicos con incorporación de Granza (40000 kg/ha)

El mayor riesgo ambiental que posee la terminal es el explosivo, para control, en todas las cargas y descargas de cereales cuentan con filtros de mangas que retienen el polvillo que se genera.



Imagen n°3.1.1 y 3.1.2: descarga de cereal desde plataforma.



Imagen n° 3.1.3 y 3.1.4: filtro de mangas en la zona de descargas de cereales, Silos contenedores de cereales Terminal Quequén.

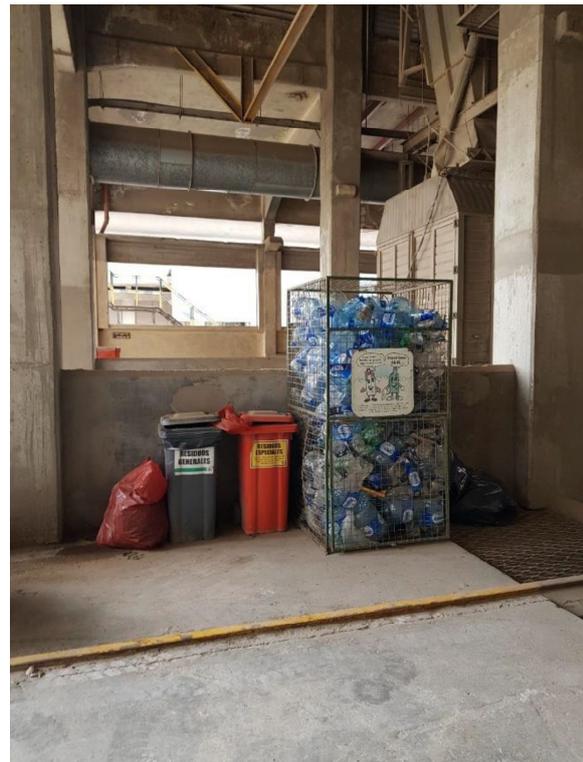


Imagen n° 3.1.5 y 3.1.6: Disposición de residuos generales, especiales y plásticos



Imagen n° 3.1.7 y 3.1.8: Contenedores de residuos especiales.

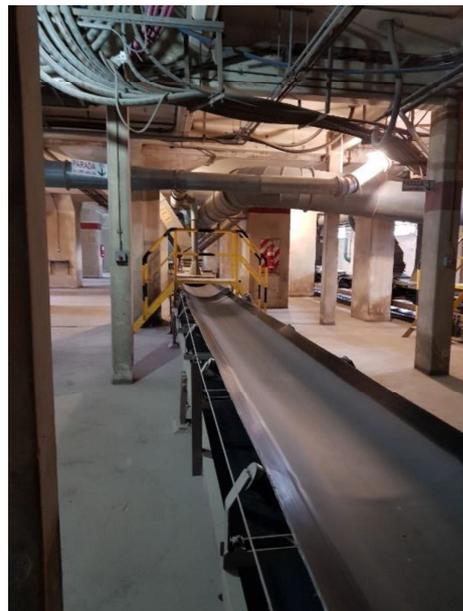


Imagen n° 3.1.9 y 3.1.10: contenedor de descarga de los polvos generados en el traslado del cereal. cinta transportadora de cereal.

3.2 Línea de base del Rio Quequén

El consorcio de Gestión del Puerto Quequén realizo, en los meses de marzo y abril del 2018, dos muestreos de agua superficial y sedimentos con el fin de poder observar la influencia directa e indirecta de las actividades del dragado portuario.

El muestreo lo realizo el laboratorio de Análisis industriales IDEAH, habilitado por la OPDS de la provincia de Buenos Aires. Las tareas fueron auditadas por personal responsable del CGPQ.

Se muestrearon un total de 12 puntos a lo largo del rio, los cuales corresponden a las zonas de dragado y de descarga.



Imagen 3.2.1: Zonas de muestreo. Informe del CGPQ

Para las muestras de agua superficial y sedimentos se analizaron varios analitos como muestra la siguiente tabla.

ANALITO	Sedimento	Agua superficial	
		Zona portuaria	Zona de descarga
PH	x	x	x
TEMPERATURA		x	x
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA		x	x
OXIGENO DISUELTO		x	x
TURBIEDAD		x	x
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES		x	x
MATERIA ORGANICA	x		
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO		x	x
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	x	x	x
NITRÓGENO AMONICAL	x	x	x
NITRATOS		x	x
NITRITOS		x	x
FOSFORO TOTAL		x	x
SULFUROS	x	x	x
CIANUROS TOTALES.	x	x	x
ARSENICO	x	x	x
CADMIO	x	x	x
CROMO TOTAL	x	x	x
COBRE	x		
MERCURIO TOTAL	x	x	x
NIQUEL	x		

PLOMO	x	x	x
ZINC TOTAL	x	x	x
PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS DISCRIMINADOS	x	x	x
PESTICIDAS ORGANOCORADOS DISCRIMINADOS	x	x	x
HIDROCARBUROS AROMATICOS POLINUCLEADOS (PAH'S)		x	x
BENCENO		x	x
TOLUENO		x	x
ETILBENCENO		x	x
XILENO TOTAL		x	x
HIDROCARBUROS TOTALES DEL PETROLEO	x	x	x

Tabla n° 3.2.1: Tabla de analitos analizados en muestra de agua del rio Quequén

Para evaluar el estado de las aguas consideraron normas nacionales como internacionales, a nivel nacional usaron un marco regulatorio para las aguas superficiales la Ley 24.051 de RR.PP. y su Decreto Reglamentario 831/93. Y a nivel internacional se utilizaron las normas de la CCME y la EPA.

Para evaluar los sedimentos consideraron la recomendación para la Gestión del Material Dragado en los Puertos Españoles (RGMD), dictadas en 1994 por Puertos del Estado (actualizada en 2015 como Directriz – se utilizó la versión original ya que Buenos

Aires no considera “residuos” al material proveniente de los dragados portuarios). Las RGMD determinan criterios para caracterizar los parámetros analizados en los materiales dragados y recomendaciones para su gestión adecuada; establece un criterio de categorización del material en función a niveles de acción. Los niveles de acción son aquellos valores límite de concentración de sustancias tóxicas o indeseables que sirven para establecer las diferentes categorías de sedimentos. Dado que las RGMD no proponen límites específicos para todos los analitos que se evaluaron incorporaron la norma de calidad holandesa establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Holanda en el año 1994 específicamente para dragados.

Para realizar la línea de base para este proyecto, voy a destacar distintos resultados que se obtuvieron.

3.2.1 Agua superficial

PH: los valores de pH medidos a lo largo de toda la zona evaluada permiten observar que las aguas mantuvieron siempre valores cercanos a 8.0 (7.89 UpH – 8.15 UpH).

Sólidos suspendidos totales: Las mediciones de SST oscilaron entre 11.7 mg/L y 30.8 mg/L

Metales: metales que han sido detectados de forma positiva.

- El zinc ha sido detectado de forma positiva solos en SITIO 2, SITIO 3, SITIO 6, SITIO 7, SITIO 9, SITIO 10 y en la ZONA DE DESCARGA 1 y 2. Las concentraciones encontradas oscilaron entre 0.10 mg/l y 0.030 mg/l.
- El arsénico sólo fue detectado en los SITIOS 1, 3, 4, 5 y 9, alcanzando valores sin relevancia ambiental entre 0,005 mg/L - 0,006 mg/L.

Oxígeno disuelto: los valores hallados estuvieron entre 4.8 y 8.3 mg/l.

DBO₅: registrados muestran un comportamiento homogéneo, sin superar el valor de 12 mg/l, concentración máxima obtenida en el punto 10.

Hidrocarburos totales, aromáticos polinucleares, benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos: No fueron detectados por encima del límite de detección de la metodología utilizada para su cuantificación.

3.2.2 Sedimentos

PH: El rango de mediciones obtenido es 7,7 - 8,2 UpH.

Metales: metales que han sido detectados de forma positiva.

- 7.3 mg/kg para el **plomo** (SITIO 3);
- 7.21 mg/kg para el **romo** (SITIO 6);

- 0.97 mg/kg de **arsénico** (SITIO 7)
- 12.6 mg/kg de **cobre** (SITIO 1 y SITIO 4)
- 3.4 mg/kg de **níquel** (SITIO 5),
- 0.96 mg/kg de **cadmio** (SITIO 3).

DQO- materia organica: han mostrado un comportamiento quimiométrico similar, obteniéndose concentraciones en el rango de 1.7 mg/kg - 8.2 mg/kg para la materia orgánica y 66 mg/kg - 304 mg/kg para la DQO

Hidrocarburos totales de petróleo: concentraciones cuantificadas resultaron variables entre 25 mg/kg y 81 mg/kg

El estudio completo se puede observar en el **ANEXO III**.

Capítulo 4

4. Caracterización del efluente

4.1 Líquidos de la sentina

El efluente a tratar proviene de los tanques de sentina de los barcos, los cuales son principalmente hidrocarburos (fuel oil), aceites lubricantes y agua.

El combustible/aceite en el agua se puede encontrar de cuatro maneras diferentes de acuerdo a su estado físico:

Aceite libre: Ascende a la superficie del agua rápidamente en condiciones de reposo.

Aceite disperso: son una serie de finas gotitas estabilizadas por sus cargas eléctricas sin presencia de surfactantes.

Aceite emulsionado: tiene una distribución similar a la del aceite dispersado, pero su estabilidad se ve reforzada debido a las interacciones con emulsionantes (principalmente surfactantes) presentes en la interfaz o / w. Los surfactantes naturales se definen como macromoléculas con actividad interfacial que tienen un alto contenido de aromáticos y por lo tanto relativamente planas con al menos un grupo polar y colas lipofílicas, con actividad interfacial. Estas moléculas pueden apilarse en forma de micelas. Se forman de las fracciones ácidas de asfáltenos, resinas, ácidos nafténicos y materiales porfirínicos. Estos forman una película rígida que resulta en una alta estabilidad de la emulsión W/O formada,

Aceite disuelto: el aceite no se presenta como gotas visibles, sino que se disuelve químicamente o se disuelve en gotitas extremadamente finas.

Tipo de Aceite	Diámetro de la gota (μm)
Aceite libre	>150
Aceite disperso	20-150
Aceite emulsionado	<20
Aceite disuelto	<2

Tabla n° 4.1.1: Diámetro de gota según tipo de aceite. (Water purification and Management, Karakulski, 1998)

En el efluente a tratar principalmente vamos a encontrar aceite libre, disperso y emulsionado, dado la diferencia de polaridad de los dos líquidos presentes, la concentración de las emulsiones del tipo coloidal ($< 2 \mu\text{m}$) es ínfima.

Dado el alcance de este proyecto, la caracterización química se obtuvo de bibliografía referida al tema.

Muestra	<i>Christian Maersk</i>	<i>Navarra</i>	<i>Wilmina</i>	<i>Romulus</i>	<i>British Willow</i>	<i>Ramfor Challenger</i>	<i>Amy.N</i>	Valor medio
DBO	1377	1523	1014	1290	356	500	698	965
SST	437	570	200	390	54	670	1	331
pH	8.1	7.7	7.4	7.5	7.1	7.7	7.1	7.5
Aceites y grasas	623	941	377	641	7	170	279	434
Fenoles	0.2	0.2	0.1	0.38	0.1	1.7	6.7	1.34
Fósforo	11	3	0.23	104	0.11	0.17	6.7	17.88

*Los valores de pH se expresan en unidades de pH
Los demás valores se expresan en mg/L*

Tabla nº 4.1.2: Análisis químico de las aguas de sentina de distintos buques. (Ingeniería básica para una planta de tratamientos de residuos tipo MARPOL, Proyecto de fin de carrera de Ingeniería Química, Universidad de Cádiz, Gonzalo Arce Pernas 2009)

Como podemos observar en la tabla 4.1.2 el efluente tiene una gran concentración de DBO, de aceites y grasas.

Para este proyecto se va a utilizar como valor de referencia el valor medio, de cada uno de los analitos analizados. El porcentaje de agua en estos tipos de residuos es muy variable, pero ronda los valores de entre 40% y 70% v/v.

Capítulo 5:

Memoria descriptiva y Análisis de las alternativas

5.1 Análisis de las alternativas de tratamiento

Las aguas de sentina tienen una composición química muy variable, la cual va a depender de distintos factores como pueden ser los siguientes: tipo de buque, año de fabricación del buque, calidad del combustible utilizado, duración del viaje y del capitán y jefe de máquinas de cada embarcación. A estos factores se le suma que la actividad portuaria es variable durante todo el año, habiendo picos de exportación de productos en las épocas de cosecha.

Las aguas de sentinas presentan una composición bifásica, de residuos oleosos y de un 40%-70% de agua del volumen total para el caso de los buques mercantes y para los pequeros esta proporción aumenta a un 70-80% de agua del volumen total.

Si bien las características químicas pueden ser muy variadas, principalmente encontraremos aceites, combustibles, líquidos lubricantes y agua. La concentración de microorganismos en este tipo de efluente es baja, dado que las aguas negras (inodoros, restos de cocina) tiene otro tratamiento en los busques.

Por lo cual, el tratamiento de es este tipo de efluente se centrará en la separación de las fases por medio de procesos fisicoquímicos y aprovechar las distintas densidades de los fluidos para lograr tres fases bien definidas combustibles, agua y lodos.

El agua recolectada después de esa primera separación debe ser tratada, dado que todavía contiene una concentración de hidrocarburos mayor que la que exige la norma. A este nuevo efluente se lo puede tratar por medio de tratamientos físicos, o en el caso de ser necesario se puede aplicar un tratamiento biológico.

Para el análisis de las distintas alternativas se obtuvo información de tratamientos de efluentes de las industrias petrolíferas y de estudios realizados para este tipo de residuo.

A continuación, se presentarán las distintas alternativas para la primera separación

5.2 Alternativas de tratamientos fisicoquímicos para la separación de las fases.

5.2.1 Decantador primario:

La sedimentación consiste en la separación, por la acción de la gravedad de las partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del agua. Es una de las operaciones unitarias más utilizadas en el tratamiento de aguas residuales (Metcalf & Eddy, 2003). Los decantares primarios se utilizan generalmente para la eliminación de los flóculos químicos cuando se emplea la coagulación química. En la mayoría de los casos el objetivo principal es la obtención de un efluente clarificado, pero también es necesario producir un fango cuya concentración de sólidos permita su fácil tratamiento y manejo.

El principal objetivo de este proceso en este trabajo va a ser la separación de las fases, combustible/agua. Para lograr una eficiente separación de las fases y la decantación de los sólidos sedimentables, se va a incorporar: temperatura y reactores químicos desmenuzantes.

Los programas de tratamiento químico ayudan significativamente a mejorar el proceso de separación. Son surfactantes, que migran a la interfaz aceite / agua. Se adsorben en las películas de aceite que rodean las gotas de agua y rompen las películas de aceite. Luego las gotas de agua se agregan para formar gotas de agua lo suficientemente grandes como para separarlas gravitacionalmente del combustible.

Con la adición de calor a la mezcla combustible/agua aumenta el movimiento molecular, las gotas de agua se expanden y la película que rodea a estas se rompe o reduce su resistencia; asimismo la viscosidad del aceite disminuye, permitiendo el asentamiento más rápido de las partículas acuosas. Sabiendo que la velocidad de sedimentación de una partícula depende de la viscosidad del fluido en el que se encuentra.

$$\text{Ley de Stokes: } V_S = \frac{Dp^2 * g * (\delta p - \delta f)}{18 \mu f} \quad \text{Ecuación 5.2.1}$$

Para tener una buena velocidad de asentamiento, como se observa en la ecuación 5.2.1, se requiere que la viscosidad del combustible disminuya, mientras que el radio de la partícula se incremente. Esto se logra con la adición de calor a la mezcla aceite y agua.

Para la adición del desmenuzante se incorpora una cámara de mezclado rápido.

En esta cámara se desestabilizan los coloides debido a que disminuye la carga de las partículas mediante la adición de coagulantes. Esta desestabilización se produce por el contacto que se establece entre las partículas suspendidas (coloidales) y los microfloculos de carga positiva de aluminio. El punto óptimo para la coagulación es cuando se alcanza punto isoeléctrico, es decir cuando su carga es nula, lo que genera la coalescencia de las gotas de agua y aceite respectivamente al romper las emulsiones de agua/aceite y aceite/agua.

Para determinar cuál es el coagulante más eficiente para aguas residuales del tipo oleosas, se recurrió a bibliografía y a estudios realizados. En este proyecto se utilizó los resultados obtenidos en el estudio “Selección de programa químico de tratamiento para aguas residuales oleosas” realizado por Miguel Díaz, Lester Rivas, Ditter Fernández, Daylén Salazar, Sandra Miller y Nora la Maza, del Centro de Investigación del Petróleo, La Habana, Cuba.

Los ensayos del proceso se efectuaron en equipo de Pruebas de Jarras (Jar Test), donde se evaluaron los productos comerciales policloruro de aluminio (PAC), sulfato de aluminio y Sintec D50. Además, se analizó los efectos del cambio de pH y de la temperatura. Con los resultados obtenidos determino que el PAC es el agregado químico más eficiente. Se obtuvo rendimientos de remoción del 93% para la materia suspendida (SST) y del 96% para hidrocarburos. Las condiciones óptimas son de 200 mg/l a pH 8.0

Coincidiendo con los resultados del estudio y verificando las propiedades fisicoquímicas enunciadas por las empresas que comercializan este producto, el coagulante utilizado más óptimo a utilizar es el PAC, policloruro de aluminio, el cual tiene bajo peso molecular y mediana basicidad, es efectivo en un gran rango de pH, no produce grandes cantidades de lodos, genera bajo volúmenes de aluminio residual y tampoco modifica significativamente el pH.

En este proyecto va a ser utilizado para la desestabilización de las emulsiones en aguas aceitosas.

5.2.2 API

Este tipo de separadores consiste en un canal de sección rectangular, trabajando en régimen de flujo laminar y con un tiempo de retención que permita a las gotas de aceite a separar alcanzar la superficie donde serán eliminadas.

Con el fin de facilitar la separación, se instalan unas barrederas superficiales perpendiculares a las paredes laterales del canal que son arrastradas por unas

cadena sinfín, que se desplazan en la misma dirección del flujo, acumulando el aceite en las proximidades de un skimmer, que facilita la eliminación. Estos equipos físicamente son prácticamente iguales a los decantadores rectangulares, aunque los parámetros de diseño son diferentes.

Debido a la disminución de la velocidad del agua en estos equipos, tiene lugar una decantación de parte de los sólidos en suspensión presentes en dicha agua. Estos sólidos son arrastrados a uno de los extremos del separador, por las barrederas en el camino de regreso, acumulándose en las cubas donde son extraídos por bombeo y enviados a tratamiento de fangos.

Con el fin de no producir turbulencias en el seno del líquido, la velocidad de las rasquetas debe ser muy lenta.

Los aceites acumulados en la superficie del separador y arrastrados hacia uno de sus extremos por las rasquetas, son extraídos de la superficie mediante un skimmer.

El proceso de separación de grasas y aceites en los separadores tipo API consiste en la eliminación del agua residual de este tipo de contaminantes siempre que se cumplan las siguientes **condiciones**:

- Estén en fase líquida
- Se encuentren en estado libre (no eliminándose en consecuencia aquellas grasas y aceites que se encuentren disueltos o emulsionados).
- Tengan una densidad menor que la del agua
- El tamaño de la gota sea superior a un valor predeterminado en el diseño. Generalmente el punto de corte se fija en 0,15 mm, valor adoptado en este proyecto.

Entre las **funciones** que tiene encomendado el proceso de separación de grasas y aceites, se encuentran:

- Eliminación de la mayor parte de este contaminante del agua residual.
- Por tratarse en un número importante de casos de hidrocarburos volátiles, evitar la posible formación de atmósferas tóxicas y/o peligrosas.
- Disminuir riesgos de incendios por acumulación de compuestos potencialmente combustibles en las superficies.
- Evitar su presencia en los procesos biológicos por la toxicidad de una parte de estos compuestos.

Factores que afectan a la separación de grasas y aceites:

- Tipo y composición del aceite que se pretende eliminar.
- Estado en que se encuentra el aceite en el agua residual
- En estos procesos no se eliminan aquellas grasas y aceites que se encuentren emulsionados o bien disueltos.
- Régimen de flujo
- Tamaño de la gota (de forma generalizada se diseña para eliminar aquellas partículas de diámetro igual o superior al fijado previamente, normalmente 0,15 mm)

5.2.3 Flotación por aire disuelto (DAF)

La flotación por aire disuelto es una operación unitaria que se emplea para la separación de partículas sólidas. La separación se consigue introduciendo finas burbujas de gas normalmente aire en la fase líquida. Las burbujas se adhieren a las partículas, y la fuerza ascensional que experimenta el conjunto partícula-burbuja de aire hace subir hasta la superficie del líquido. De esta forma, es posible hacer ascender a la superficie partículas cuya densidad es mayor que la del líquido, además de favorecer la ascensión de las partículas cuya densidad es inferior, como el caso del aceite en el agua.

En los sistemas DAF, el aire se disuelve en el efluente a una presión de varias atmósferas, y a continuación se libera la presión hasta alcanzar la atmosférica. En las instalaciones de gran tamaño, se recircula una parte del efluente del proceso DAF (15% - 20%) el cual se presuriza y se lo semisatura con aire. El caudal recirculado se mezcla con la corriente principal sin presurizar antes de la entrada al tanque de flotación, lo que provoca que el aire deje de estar en disolución y entre en contacto con las partículas sólidas a la entrada del tanque.

Normalmente se suelen añadir ciertos compuestos químicos que facilitan el proceso de flotación. En su mayor parte estos reactivos químicos absorben las burbujas de aire.

Dado que este proceso se va a utilizar en la primera etapa, se va a realizar en conjunto con un proceso de desarenado. El objetivo de este tratamiento es eliminar todas aquellas partículas superiores a 200 micrómetros, con el fin de evitar que se produzcan sedimentación en los canales, para proteger las bombas y otros aparatos contra la abrasión y evitar sobrecargas en las fases de tratamiento siguiente.

5.3 Alternativas de tratamientos para la fase acuosa resultante.

5.3.1 Centrifuga decantadora:

La utilización de la fuerza centrífuga para la separación de dos o tres fases (líquido/líquido, líquido/sólido o líquido/líquido/sólido) está basada simplemente en la aceleración del proceso de decantación, sustituyendo la fuerza de la gravedad por la fuerza centrífuga. En un tanque de decantación se produce por la simple acción de la fuerza de la gravedad la separación entre partículas que tienen distinta densidad. Sin necesidad de filtros, cartuchos, ni ningún otro tipo de elemento, las partículas más pesadas (los sólidos) se depositan en el fondo del tanque. Si además existen dos líquidos no miscibles y de diferentes densidades, el más pesado se sitúa en la parte inferior, mientras que el más ligero tiende hacia la superficie. Lógicamente, el problema de la sedimentación es el tiempo que esto tarda en producirse, por lo que no resulta operativo para procesos continuos

La fuerza centrífuga aparece al girar, a alta velocidad dentro del recipiente, una pieza (cuba, cesta o disco), provocando que las partículas residuales respondan de distinta forma. Los componentes de mayor densidad se dirigirán a la zona más externa del mecanismo rotor.

El proceso de centrifugación es utilizado muy frecuentemente en la separación de sustancias oleosas de otros materiales como agua o sólidos y para la deshidratación de fangos (Metclaf & Eddy, 2003) de. El flujo de entrada una mezcla con sustancias oleosas es sometido al proceso de centrifugación, dado como resultado, un líquido con elementos residuales no separables y un material aceitoso el cual puede ser aprovechado como combustible o refinado para su utilización posterior.

Las centrifugas de decantación de camisa maciza la alimentación es por medio del tornillo a través del tubo de alimentación central. Desde allí es acelerado suavemente hasta llegar al tambor a través de los orificios de distribución. Tienen una forma cilíndrica-cónica y gira a la velocidad que corresponde a cada proceso. El producto alcanza la máxima velocidad circunferencial en el tambor, formando un anillo cilíndrico en el revestimiento del tambor. Los sólidos contenidos en el producto se depositan en la pared interior del tambor por efecto de la fuerza centrífuga. La longitud del tambor cilíndrico y el ángulo de la parte cónica se pueden adaptar al proceso de separación correspondiente a la hora de fabricar la centrifuga.

El tornillo gira a una velocidad diferencial baja relativa a la del tambor y transporta los sólidos depositados hacia el extremo cónico y estrecho del tambor. La

velocidad diferencial determina el tiempo de permanencia de los sólidos en el tambor. Este tiempo de permanencia es determinante para lograr el contenido de materia seca deseado y puede ajustarse óptimamente al proceso de separación correspondiente modificando la velocidad diferencial del tornillo. Gracias a la facilidad de intercambio del tornillo y otras modificaciones técnicas, las centrífugas también se pueden adaptar posteriormente al cambio de características del producto nuevo. De esta forma siempre existe la posibilidad de elegir entre tornillos con diferentes inclinaciones o con distintos tamaños de paso.

Los sólidos son expulsados junto con el contenido de materia seca requerido a través de los orificios de salida del extremo cónico del tambor hasta el colector de sólidos y desde allí descargados hacia abajo.

El líquido clarificado fluye hasta el extremo cilíndrico del tambor y allí se descarga a través de los orificios de la carcasa del tambor. En estos orificios se encuentran anillos de regulación que permiten ajustar con la máxima exactitud la profundidad de la laguna en el tambor. Este líquido se recoge en un rebosadero y se expulsa por gravedad

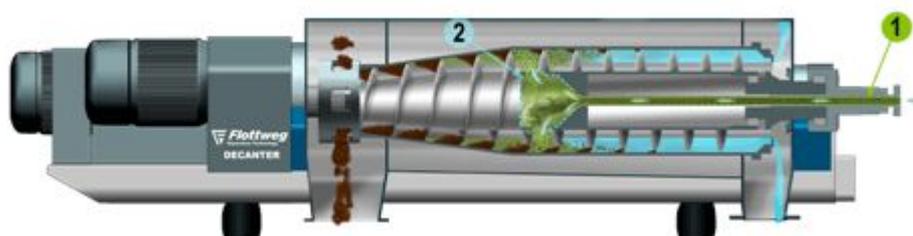


Figura n°5.3.1: centrífuga de decantación.

5.3.2 Separador de placas coalescentes:

Los separadores de placas coalescentes tienen la función de remover grasas y aceites libres con un tamaño promedio de partícula de 30 micrones y mayores contenidos en el agua residual. Estos equipos al igual que los separadores API, la separación se basa en la diferencia de la densidad entre el agua residual y las grasas/aceites a separar.

Los separadores de placas consisten en un conjunto de placas coalescentes paralelas, formando un paquete con un ángulo de 45 grados en base a la superficie horizontal requerida. La separación entre las placas (2 y 4 cm) con un ángulo de 45°. Las gotas de aceite se acumulan en las crestas de las placas, facilitando el ascenso a

la superficie de estas al formar gotas de mayor tamaño por coalescencia. Los sólidos en suspensión deslizarán por los valles de las placas hasta la zona de evacuación de lodos mediante bombeo.

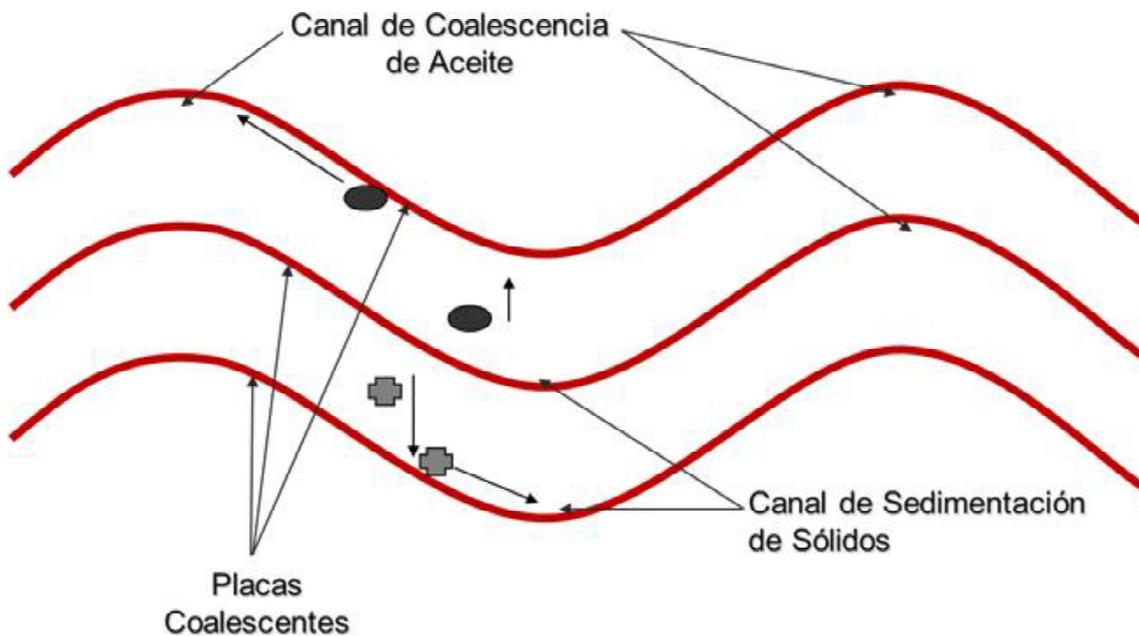


Figura n°5.3.2: placas coalescentes.

La separación está basada en la ley de Stokes y depende principalmente de la diferencia de gravedad específica entre el aceite y el efluente y la viscosidad del efluente, los cuales dependen de la temperatura. El diámetro de la gota es un factor también importante en el diseño del equipo, el cuál históricamente se ha considerado en 60 micrones como el más comúnmente utilizado

El aceite separado forma una capa sobre la superficie del agua la cual es removida continuamente mediante un vertedero El efluente limpio sale del paquete de placas y fluye hacia arriba por el compartimiento de efluente limpio hacia un vertedero y es descargado continuamente de la unidad por gravedad

Estos separadores o decantadores laminares pueden tratar caudales mayores en un área y estructura menor de la que requieren los decantadores convencionales y su eficiencia es superior, tiene una eficiencia superior al 90% en remoción de hidrocarburos.

Mediante la colocación de placas paralelas o módulos de diferentes tipos en la zona de sedimentación, se obtiene en estas unidades una gran superficie de deposición para los lodos, con lo cual se logra disminuir apreciablemente el área superficial de los tanques.

5.3.3 Filtración:

Los procesos de membranas se utilizan en un número creciente de aplicaciones, principalmente en el tratamiento de aguas residuales industriales complejas (Drioli y Romano 2001, Pereira y Peineman 2006). Una membrana es una estructura que separa dos fases y/o actúa como una barrera activa o pasiva para el transporte de ciertas especies entre las fases adyacentes a ella. Las membranas se pueden clasificar en dos grupos (Bhave 1991) membranas orgánicas, polímeros hechos: acetato de celulosa, fluoruro de polivinilideno. etc. y, las membranas inorgánicas que están hechas de materiales inorgánicos: vidrios cerámicos, carbono y metales.

La filtración por membrana tiene más éxito en la separación del aceite emulsionado y disuelto, ya que todos los demás tipos de desechos oleosos pueden eliminarse por otros procesos industriales. Los rangos típicos de filtración impulsado por presión se muestran en tabla 4.3.1. En la figura 4.3.3 se muestra como es un proceso típico de filtración: los solutos mayores que el tamaño de poro del filtro son retenidos por la membrana en la corriente retenida, donde el disolvente y las moléculas más pequeñas pasarán a través de la membrana a la corriente permeada.

Membrana	Tamaño de poro (μm)	TMP (bar)
Microfiltración	10-0,1	0,5-1
Ultrafiltración	0,1-0,01	1-10
Nanofiltración	0,01-0,001	10-30
Osmosis inversa	<0,001	30 - 50

Tabla n°5.3.1: tamaño de poro y presión requerida por tipo de membrana

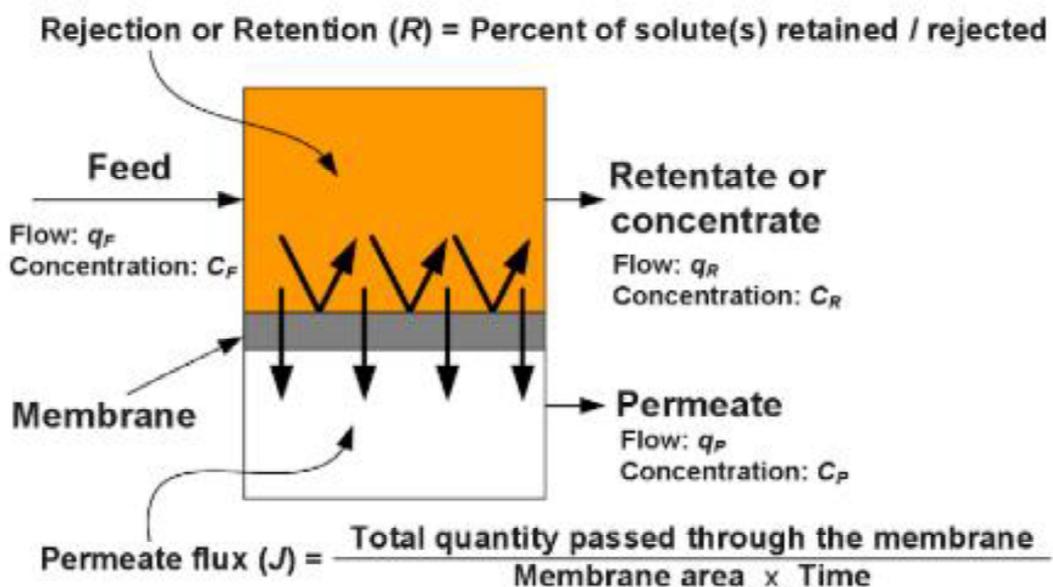


Figura n°5.3.3: proceso típico de membrana.

Además del flujo permeado (J), los procesos de filtración también se caracterizan por los siguientes parámetros: retención o rechazo (R), recuperación (S), reducción de volumen (VR) y volumen concentrado de relación (VCR).

$$R= 1 - (C_p/C_f)$$

$$S= Q_p/Q_f$$

$$VR= Q_f/Q_r$$

$$VCR= V_f/V_r$$

C= concentración, f = alimentación, r = retenido y p = permeado

El desarrollo de la fabricación de las membranas en los últimos 50 años ha llevado a aplicaciones en el procesamiento de emulsiones. los métodos de separación por membrana más comunes para el tratamiento de emulsiones O/W son Microfiltración (MF) y Ultrafiltración (UF), mientras que Nanofiltración no se usa tan ampliamente (Hlavacek 1995. Hu y Scott 2007, Hauet al 2007. Kultumienwiesz y otros 1995 Mhadi y Skold 1995, Bhattacharyya et al., 1979)

El mayor inconveniente en los procesos de membranas es la disminución del flujo de permeado con el tiempo, principalmente debido a la polarización de la concentración, el ensuciamiento de la membrana debido a las gotas de surfactante o aceite. no hay una demarcación clara entre MF y UF para el tratamiento de las emulsiones O/W, ya que la formación de una capa de gel de aceite sobre la membrana puede comportarse como una membrana de UF (Cheryan 1998. Mulder 1991). Las membranas de MF proporcionan flujos de permeado más altos, pero tienen un mayor riesgo al permeado de aceite. Las membranas UF que tienen poros más ajustados se han seleccionado en la mayoría de las aplicaciones para garantizar una calidad constante del permeado.

El proceso completo de filtración comprende módulos de membrana, recipientes a presión, bomba e instrumentos de control. son básicamente cuatro tipos de módulos de membrana, placa, marco, espiral, tubular y fibra hueca (Cheryan 1998, Koros 1991. Mulder 1991).

Los procesos de MF o UF no implican eliminar los componentes de aceite disuelto del agua. si es necesario, se deben usar otros métodos, como RO. El factor clave que determina la economía de las operaciones de la filtración es claramente la tasa de rendimiento del líquido filtrado. el costo del material de la membrana también es importante: las membranas inorgánicas son químicamente robustas y caras, mientras

que las membranas poliméricas tienen menor resistencia a los grandes caudales, pero son considerablemente más baratas.

5.3.4 Reactor biológico aeróbico (Fangos Activados):

Los objetivos del tratamiento biológico del agua residual son la coagulación y eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables y la reducción de la materia orgánica. En el caso de aguas residuales industriales, el principal objetivo es la reducción de la concentración de compuestos tanto orgánicos como inorgánicos. A menudo, puede ser necesario llevar a cabo un pretratamiento. previo, debido a la potencial toxicidad de estos compuestos para los microorganismos.

La oxidación biológica es el mecanismo mediante el cual los microorganismos degradan la materia orgánica contaminante del agua residual. De esta forma, estos microorganismos se alimentan de dicha materia orgánica en presencia de oxígeno y nutrientes, de acuerdo con la siguiente reacción:

$$\text{Materia orgánica} + \text{Microorganismos} + \text{Nutrientes} + \text{O}_2 = \text{Productos Finales} + \text{Nuevos microorganismos} + \text{Energía}$$

Para que lo anteriormente expuesto se produzca, son necesarias dos tipos de reacciones fundamentales totalmente acopladas: de síntesis o asimilación y de respiración endógena u oxidación.

El proceso de fangos activados es un sistema de tratamiento de las aguas residuales en el que se mantiene un cultivo biológico formado por diversos tipos de microorganismos y el agua residual a tratar. Los microorganismos se alimentarán de las sustancias que lleva el agua residual para generar más microorganismos y en el proceso se forman unas partículas fácilmente decantables que se denominan flóculos y que en conjunto constituyen los denominados fangos activos o biológicos

En el proceso de fangos activados pueden distinguirse dos operaciones claramente diferenciadas: la oxidación biológica y la separación sólido-líquido.

La primera tiene lugar en el denominado reactor biológico o cuba de aireación, donde vamos a mantener el cultivo biológico en contacto con el agua residual. El cultivo biológico, denominado licor de mezcla, está formado por gran número de microorganismos agrupados en flóculos juntamente con materia orgánica y sustancias minerales. Dichos microorganismos transforman la materia orgánica mediante las reacciones de oxidación biológica.

La población de microorganismos debe de mantenerse a un determinado nivel, concentración de sólidos en suspensión en el licor de mezcla (SSLM), para llegar a un equilibrio entre la carga orgánica a eliminar y la cantidad de microorganismos necesarios para que se elimine dicha carga.

En esta fase del proceso que ocurre en la cuba de aireación, es necesario un sistema de aireación y agitación, que provoque el oxígeno necesario para la acción depuradora de las bacterias aerobias, que permita la homogenización de la cuba y por tanto que todo el alimento llegue igual a todos los organismos y que evite la sedimentación de los flocúlos y el fango.

Una vez que la materia orgánica ha sido suficientemente oxidada, lo que requiere un tiempo de retención del agua en el reactor, el licor mezcla pasará al denominado decantador secundario o clarificador. Aquí, el agua con fango se deja reposar donde los fangos floculados tienden a sedimentarse, consiguiéndose separar el agua clarificada de los fangos.

El agua clarificada separa y parte de los fangos floculados son recirculados de nuevo al reactor biológico para mantener en el mismo una concentración suficiente de organismos. El excedente de fangos se extrae del sistema y se evacua hacia el tratamiento de fangos

Son una serie de parámetros que se han de tener en cuenta a la hora de diseñar la cuba de aireación y el clarificador, siendo a su vez controlados para mantener un óptimo funcionamiento de la planta. Dichos parámetros son:

La elección del tipo de reactor:

Unos de los factores de elección es la influencia de la cinética de las reacciones. Los dos tipos de reactores que se suelen utilizar son el reactor de mezcla completa (tanque de flujo continuo con agitación) y el reactor de flujo en pistón. Desde un punto de vista práctico, es importante hacer constar que los tiempos de detención hidráulica de muchos de los reactores de mezcla completa y de flujo en pistón que se utilizan en la actualidad son muy parecidos. La razón que explica este hecho es que la tasa de eliminación de sustrato mixto (soluble e insoluble) en aguas residuales domesticas es aproximadamente de orden cero respecto a la concentración de sustrato y casi de primer orden respecto a la concentración de células.

También hay que considerar la transferencia de oxígeno como un factor fundamental en el proceso de fangos activados, siendo los reactores de flujo pistón los

que resultan más difícil suministrar el oxígeno necesario para cubrir la demanda de oxígeno.

Además, hay que contemplar la naturaleza del agua residual, por ejemplo, los reactores de mezcla completa soportan las cargas de choque producidas por vertidos puntuales, con elevadas cargas orgánicas y compuestos tóxicos mejor que en un reactor de flujo pistón. Y tener en cuenta las condiciones ambientales locales (temperatura, pH y Alcalinidad)

Los criterios de carga:

A lo largo de los años, para el control del proceso de fangos activados, se han propuesto una serie de parámetros empíricos y racionales. Dos de los parámetros de uso más común son:

La relación alimento/microorganismos F/M , la cual se define como la concentración de DQB/DQO del afluente (S_0 en kg/m^3), sobre el tiempo de retención hidráulico del tanque de aireación (θ en h) por la concentración de sólidos suspendidos volátiles en el tanque (X en kg/m^3).

$$F/M = S_0 / \theta * X$$

$$\theta = V / Q$$

Siendo V el volumen total en m^3 y Q el caudal en m^3/d

El tiempo de retención celular se puede definir en función del volumen empleado como:

$$\theta_c = V_t * X / (Q_w * X_w + Q_e * X_e)$$

Donde θ_c es tiempo medio de retención celular basado en el tanque, d

V_t el volumen del tanque m^3

X es la concentración de sólidos suspendidos volátiles en el tanque kg/m^3 .

Q_w caudal del fango purgado

X_w es la concentración de sólidos suspendidos volátiles en el fango purgado kg/m^3

Se utiliza θ_c como parámetro de funcionamiento, tiene que estar entre el rango de 5 a 15 días (Metcalf & Eddy, 2003)

La producción de fango:

El conocimiento de la producción diaria de fango es importante puesto que afecta al diseño de las instalaciones de tratamiento y evacuación del fango en exceso (purga). La producción diaria de fango que hay que purgar se puede estimar mediante

$$P_x = Y_{obs} \cdot Q(S_o - S) \cdot (10^3 \text{ g/kg})$$

Donde, P_x es la producción neta de fangos activados en términos de SS volátiles Kg/d

Y_{obs} es la producción observada kg/kg la cual puede calcularse como:

$$Y_{obs} = Y / (1 + K_d(\theta_c))$$

Las necesidades y transferencia de oxígeno:

Es muy importante calcular la necesidad teórica de oxígeno dado que si no se suministra el oxígeno necesario podría presentarse condiciones anaeróbicas en el reactor. Si toda la DBO se convirtiera en productos finales, la demanda total de oxígeno se podrá calcular convirtiendo la DBO_5 en $DBOL$ utilizando un factor de conversión adecuado. Por otro lado, se sabe que parte del residual se convierte en tejido celular nuevo que, posteriormente, se purga del sistema, de modo que, si la $DBOL$ del tejido celular se resta del total, la cantidad remanente corresponde a la cantidad de oxígeno que es necesario suministrar al sistema. El suministro de aire debe ser adecuado para: satisfacer la DBO del agua residual; satisfacer la respiración endógena de los organismos presentes en el fango; proporcionar un mezclado adecuado, y mantener una concentración mínima de oxígeno disuelto en todo el tanque de aireación comprendido entre 1 y 2 mg/l.

Las necesidades de nutrientes:

Para que un sistema biológico funcione correctamente, es necesario que se hallen presentes cantidades adecuadas de nutrientes, principalmente el nitrógeno y el fósforo. Basándose en una composición media del tejido celular representable como $C_5H_7N_0.2$, se necesitará del orden de un 12,4 por 100 de nitrógeno (en peso). Normalmente, se suele suponer que las necesidades de fósforo son de una quinta parte de este valor.

El control de organismos filamentosos:

El crecimiento de organismos filamentosos es el problema de funcionamiento más frecuente en los procesos de fangos activados. La proliferación de organismos filamentosos en el líquido mezcla conduce a la formación de un fango de pobres

características de sedimentabilidad, normalmente conocido como «fango voluminoso» (bulking).

5.4 Memoria descriptiva de la planta de tratamiento.

Las plantas de tratamientos son instalaciones donde se tratan el efluente residual de un proceso o varios procesos, con el fin de obtener un efluente de la calidad deseada, el cual cumpla con las normas de vuelco o utilización del mismo. Para lograr este resultado el efluente crudo es sometido a una secuencia de operaciones unitarias, que reducen su carga contaminante química y biológica.

Para el tratamiento de los líquidos de sentina de los buques mercantes, en este trabajo se van a plantear dos alternativas de tratamientos.

5.4.1 Planta de tratamiento por decantación y filtración

El efluente generado por los buques, es recolectado por un sistema de cañerías que se van a encontrar en cada muelle de carga de productos del lado de Quequén. Los barcos que se detengan en los muelles de descarga del lado de Necochea, el efluente será recolectado por camiones de sentina.

Estos serán descargados en la zona del pretratamiento, el cual va contar con un sistema de rejas con limpieza manual, dado que las descargas de efluentes son eventuales. Luego de este tratamiento el efluente pasara a los tanques de destilación.

5.4.1.1 Tanque de decantación

El objetivo de proceso es la separación de fases aceite/agua/lodos, para disminuir el tiempo de la decantación, se va acoplar a este sistema, calor, suministrado por un sistema de serpentinas, con una temperatura máxima inferior a la temperatura de inflamabilidad del efluente oleoso, que es cercano a 80°C para el fuel oil. Para aumentar la eficiencia de la separación, este sistema va contar con un dosificador de un químico ruptor de emulsiones. Previo a la descarga al tanque de decantación se agrega un tanque de mezcla rápida, para asegurar que el químico desmulsificante se mezcle homogéneamente con toda el agua residual.

Dado que las descargas de efluentes son eventos puntuales, se decido, la construcción de 6 tanques de 60m³ en paralelo, con el fin de disminuir el reigo de operación de un decantador de gran volumen.

Una vez calentado el efluente este se lo deja decantar por un tiempo determinado el cual garantice la máxima separación de los dos líquidos contenidos (hidrocarburos y agua), ambos van a ser bombeados por la parte superior del tanque y a nivel inferior se

va encontrar una tolva de retención de lodos. Además, para poder determinar de forma correcta el nivel de cada fase, se va instalar un medidor de polaridad.

La fase acuosa es la que continua el tren de tratamiento, que succionada por una bomba a razón de $5\text{m}^3/\text{h}$ en el decantador de placas coalescentes.

5.4.1.2 Decantador de placas coalescentes

El objetivo del decantador es la separación de las sustancias oleosas remanentes en la fase acuosa, el sistema de placas coalescentes, disminuye el tamaño del decantador y aumenta la superficie de contacto. Las placas tienen un diseño que aumenta la coalescencia de las gotas oleosas que rápidamente ascienden por estas a la superficie del decantador, donde la fase oleosa es recolectada por una tolva.

El decantador tiene un diseño rectangular con un flujo transversal. En la parte de descarga del decantador se encuentran un depósito de lodos, en la parte media está el sistema de las placas y en la parte final la descarga del efluente acuoso clarificado.

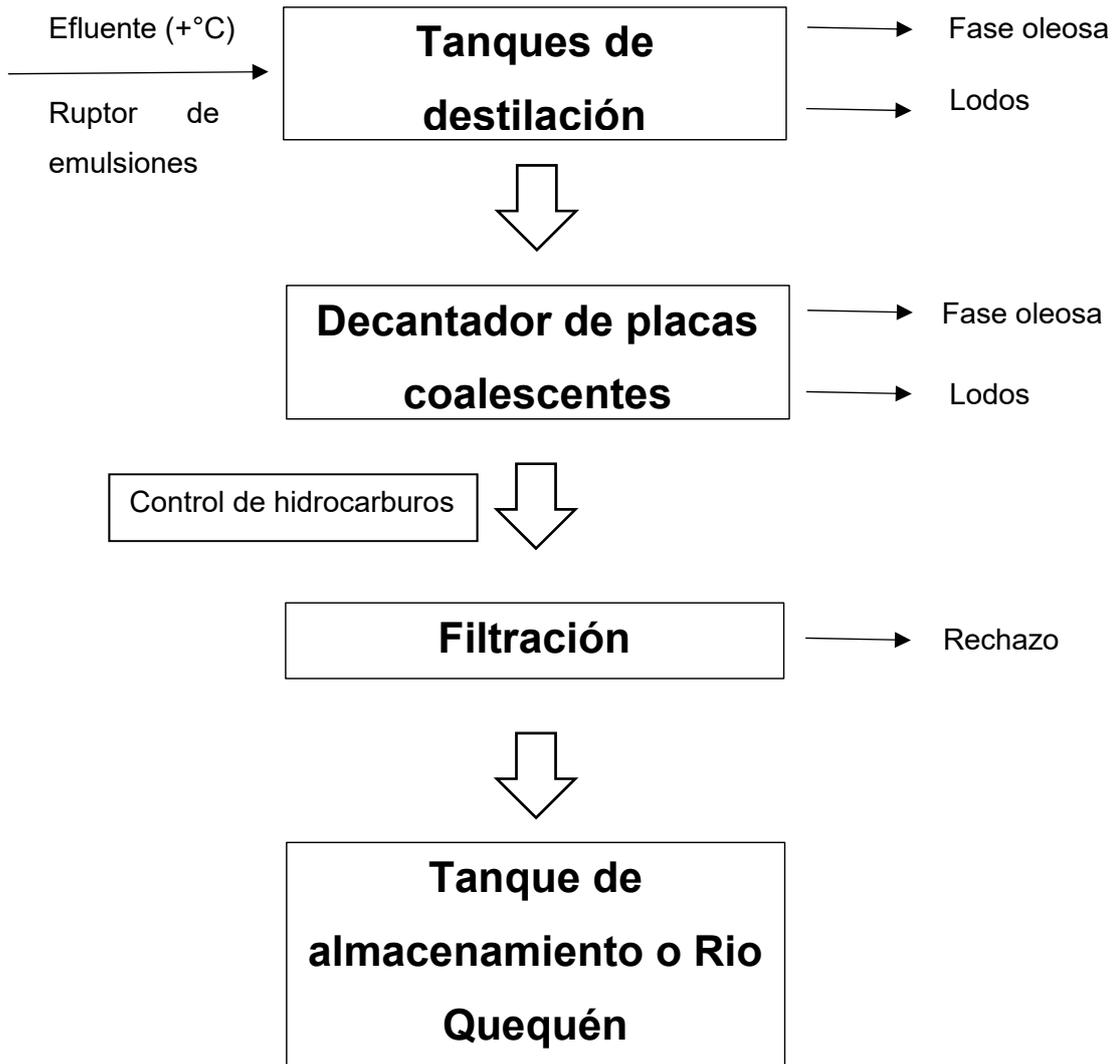
A la salida del decantador se instalará un medidor de hidrocarburos con el fin de evitar fugas de contaminantes con una concentración mayor del esperado. En caso de una fuga será reinyectado en el decantador. De caso contrario seguirá su tratamiento por gravedad al Ultra filtrador.

5.4.1.3 Filtración

La etapa final de este tratamiento cuenta con sistema de filtración, con este proceso nos aseguramos cumplir las normas de vuelco en cuerpos receptores y/o otros usos del agua. Esta agua clarificada dada sus propiedades fisicoquímicas también se puede utilizar para distintos usos industriales o agrícolas.

En esta etapa se va a analizar el uso del agua resultante, dado que los procesos de filtración por membranas más finos (ultrafiltración, nanofiltración, osmosis inversa) son muy costosos. Y analizando la concentración coloidal presente en el efluente a tratar se va a desarrollar un tren de filtración compuesto por un filtro de mangas (liquido/liquido) y un sistema de microfiltración. También se va a considerar también la posibilidad de incorporar un sistema de osmosis inversa para usos de agua más específicos.

5.4.1.4 Diagrama de flujo de la planta de tratamiento.



5.4.2 Planta de tratamiento API y Fangos activados.

El sistema de recolección de las aguas de sentinas es de la misma forma en la anterior propuesta y también el pretratamiento.

5.4.2.1 Tanque de ecualización

Para este tren de tratamiento es importante incorporar un tanque de ecualización para compensar y minimizar las fluctuaciones de caudal, y regular los valores de los contaminantes. Dado que, según el tipo de combustible o barco entre otros parámetros, los valores pueden resultar muy diferentes entre sí.

Se diseñará un tanque circular con agitación por medio del recirculado del propio efluente generado a través de una bomba y una válvula divisoria, donde el 20 % es recirculado y 80% continua el tratamiento.

5.4.2.2 Piletas API

El objetivo de este tratamiento es la separación de la fase acuosa y la fase oleosa, son piletas rectangulares donde la longitud depende la densidad del efluente oleoso que se quiere separar. Estas piletas cuentan con un barredor de fondo, para la recolección de los lodos pesados y un recolector de grasas en la parte superior de la pileta.

El agua tratada es recolectada por una canaleta por rebose de la misma, y es transportada al siguiente tratamiento por gravedad.

5.4.2.3 Reactor de lodos activados.

El objetivo de este tratamiento, es la reducción de la carga contaminantes (DBO) por medio de la utilización de microorganismos.

El reactor de lodos activados se diseña con un tiempo de retención el cual asegura que todos los microorganismos estuvieron en contacto con el efluente a tratar, el efluente tratado es bombeado al decantador secundario, su objetivo el decantar lo sólidos generados por la acción de los microorganismos.

Luego de decantador secundario el efluente clarificado continua su tratamiento, los lodos generados, parte se reinyectan en el reactor de lodos activados y otra parte se purga para su tratamiento.

En la línea de agua clarificada se colocará un medidor de hidrocarburos como control.

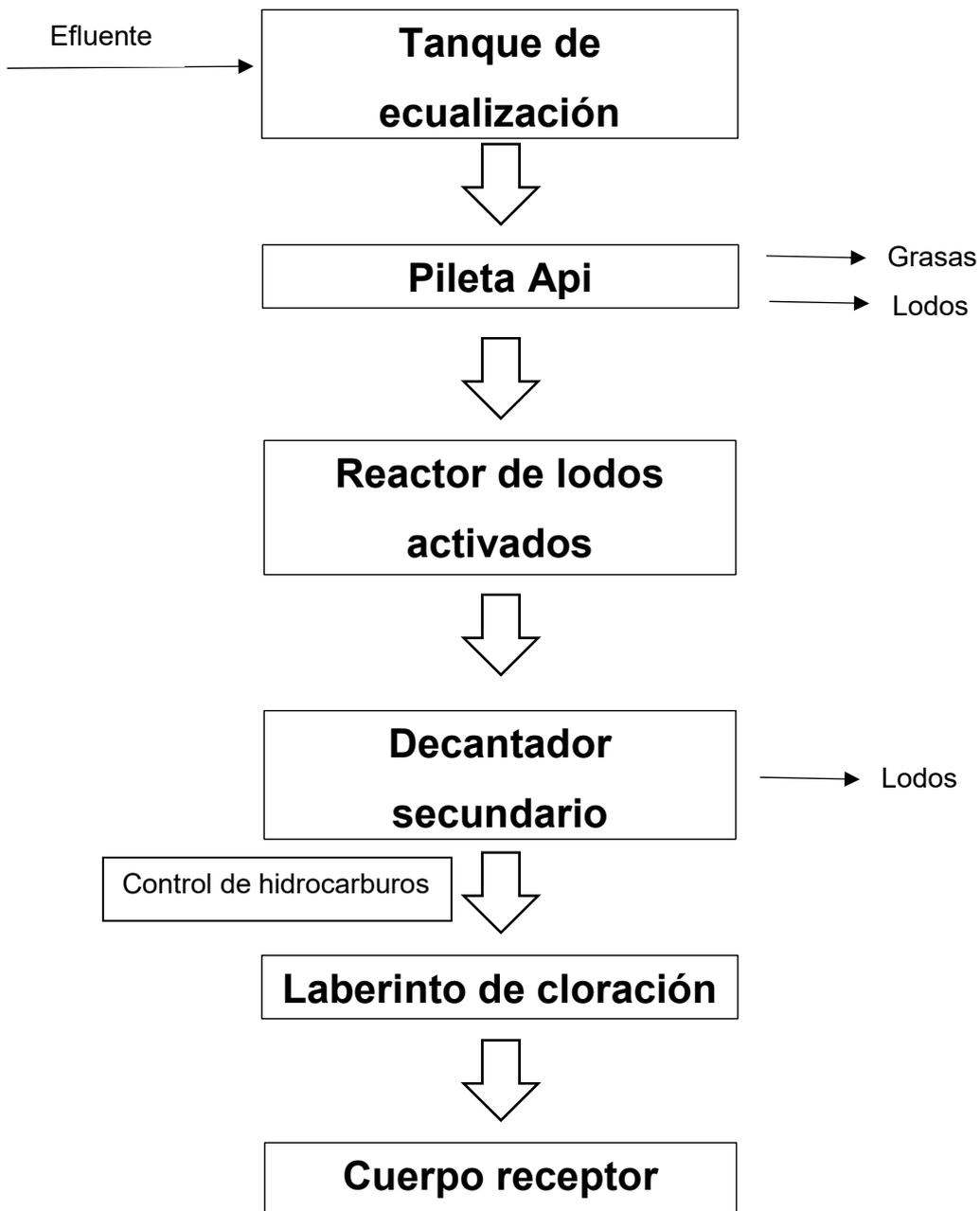
5.4.2.4 Laberinto de cloración.

El objetivo de este tratamiento es la desinfección del efluente clarificado, utilizando hipoclorito sódico para oxidar la materia orgánica presente.

Se diseña estableciendo un tiempo de contacto suficiente para poder oxidar toda la materia orgánica necesaria. Se va a dosificar el cloro en la entrada del laberinto y a la mitad de este.

Con este proceso nos aseguramos cumplir las normas de vertido en cuerpos receptores.

5.4.2.5 Diagrama de la planta de tratamiento



5.5 Comparación entre ambos sistemas de tratamiento

Para comparar estas alternativas, se suelen tener en cuenta ciertos criterios, como por ejemplo la eficiencia del tratamiento, el coste de operación, volumen de residuos post tratamiento, tiempo de tratamiento y la disponibilidad de recursos.

Ambas alternativas planteadas se utilizan en el tratamiento de este tipo de efluentes, y son efectivas en la reducción de los hidrocarburos totales.

A continuación, se muestra un FODA con las alternativas planteadas, con el fin de poder analizar en esta matriz que alternativa es la que mejor se adecua al proyecto.

Planta de tratamiento Decantación y Filtración			
FODA			
Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Remoción de la carga de hidrocarburos	Aumentar el estándar internacional del Puerto Quequén	Agregado continuos de reactivos	Aumento de los costos de los reactivos y filtros
Flexibilidad de operación ante cambios de caudal del efluente de sentina			
Reutilización de los residuos generados	Legislación Argentina más restrictiva obligando a todos los barcos a descargar estos tipos de residuos	Depósito de líquidos inflamables	Aumento de la energía
Baja generación de lodos			
Construcción parcial de la planta. Menor costo inicial	Pocas plantas de tratamiento de estos tipos de líquidos en puerto argentinos	Posibilidad de fugas en las serpentinas de calentamiento	Legislación más restrictiva para el deposito sustancias inflamables
Tamaño de la planta: pequeño	Posibilidad de utilización del agua tratada		
Diseño sencillo de planta		Costo fijo asociado al cambio de filtros	

Diminución de los costos de tratamientos	Posibilidad de venta de los combustibles retirados		Mayor control del puerto a hora de descargar los líquidos
--	--	--	---

Tabla 5.5.1: FODA decantación y filtración.

Planta de tratamiento API y Lodos Activados			
FODA			
Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Remoción de la carga de hidrocarburos	Aumentar el estándar internacional del Puerto Quequén	No contar con el volumen necesario para operar la planta	Aumento de la energía
Tecnología conocida y ampliamente utilizada en este tipo de residuos			
Menor costo final	Legislación Argentina más restrictiva obligando a todos los barcos a descargar estos tipos de residuos	Gran generación de lodos	Aumento del volumen de los líquidos a tratar
Operación y mantenimiento conocido			
Diseño sencillo de planta	Pocas plantas de tratamiento de estos tipos de líquidos en puerto argentinos	Mayor tamaño de la planta	Mayor control del puerto a hora de descargar los líquidos
Diminución de los costos de tratamientos	Revalorización de la grasas recuperadas	Construcción completa de la planta	-

Tabla 5.5.2: FODA API y lodos activados.

5.5.1 Conclusión

Analizando las dos matrices FODA para cada planta, se observa que en términos de reducción de la carga de contaminantes la eficiencia del tratamiento es similar. Pero con el sistema de filtración se asegura una concentración máxima de hidrocarburos menor a la que exige la norma.

A lo que refiere a costo de operación no hay grandes diferencias, pero las piletas API y el reactor de lodos activados resultan más fácil de operar. Dado que el otro sistema al contar con filtros y un sistema de calentamiento por sentinas resultan más complejos y puede haber más inconvenientes.

Otro punto importante a destacar es la adaptabilidad del proceso de decantación/filtración al cambio de caudal, al no contar con un tratamiento biológico, el mismo se puede desarrollar en modo discontinuo (batch)

Si bien el costo final es menor para el sistema de lodos activados, el costo inicial del sistema decantación/filtración es menor, ya que se puede fraccionar el proyecto según el caudal disponible a tratar en ese momento, dado que la obra de dragado del puerto, la cual va a aumentar los días de operación al máximo, permitiendo esto un aumento en los barcos que van a llegar a la terminal, esta comenzara a mediados del 2019. Por ende, se puede construir la planta para un volumen de tratamiento y ampliara después sin un costo adicional.

Otro punto interesante a evaluar es la recuperación de los combustibles de las aguas de sentina los cuales pueden utilizar, para calentar la caldera y como liquido calentador en la sentina y además se puede comercializar como fuel oíl si se le realiza un post tratamiento. Para el caso de la planta de lodos activados el residuo que se puede revalorizar son las grasas recuperadas en las piletas api, pero tienen menor valor comercial.

La planta de lodos activados genera mayor cantidad de lodos que el otro sistema, aumentando el valor costo del tratamiento, dado que no se puede tratar en la misma zona, por las limitaciones del espacio.

Por estos motivos, el sistema de decantación y filtración va a ser el que se desarrolle en este proyecto.

Capítulo 6

Memoria de cálculo de la planta de tratamiento de decantación y filtración

El Puerto Quequén tiene una actividad de 255 barcos por año, promediando los últimos 4 años, con la obra de dragado se va a aumentar la actividad en 30% más, dando una actividad cercana a 330 barcos anualmente. Los tanques de sentinas de los buques que atracan en el puerto transportan alrededor de 60 m³ es decir que anualmente se van a tratar un máximo de 19800 m³ de aguas residuales, con una actividad máxima de 1650 m³ mensuales, que serían un promedio de 28 barcos mensuales. Estos valores son obtenidos calculando la máxima actividad portuaria. Dada la eventualidad de las cosechas los mayores movimientos de buques ocurren en los meses de mayo-julio, enero-marzo, como se puede observar en el Gráfico n°2.2.3. El puerto actualmente puede abarcar tres buques en los muelles de Quequén y dos buques en la mulles de Necochea. Pero analizando el listado de amarre de los últimos cuatro años, se observó que la cantidad máxima de barco en un día de operación fue de tres. Por este motivo este proyecto se va a realizar en distintas etapas. Previo a la obra de dragado se van a construir dos sistemas de rejillas (pretratamiento), dos tanques de mezcla rápida, tres tanques de decantación, un decantador de placas coalescentes y el sistema de filtración. Luego de la obra de dragado se incorporarán tres tanques de decantación, otro decantador de placas y otro sistema de filtración.

6.1 Pretratamiento

Como primer tratamiento se va a instalar un sistema de rejillas de limpieza manual, con el objetivo de poder filtrar sólidos gruesos que se pueden encontrar en este efluente mayores a 15mm de tamaño, como pueden ser trapos, guantes, etc.

Se decidió que la limpieza fuera manual por contar con bajos caudales y discontinuos, permitiendo una buena limpieza de las rejillas.

A continuación, se detallará el procedimiento de diseño. El diseño de los canales de las rejillas se realizó con un caudal de 30 m³/h y se determinó una velocidad de paso de 0,6 m/s, que se encuentra dentro del rango permitido, de acuerdo al sistema de limpieza elegido (manual) (Metcalf y Eddy,2003).

Con la velocidad de paso (v) y el caudal de diseño (Q) se determinó el área de paso (A) del efluente:

$$A = \frac{Q}{v} \quad \text{Ecuación: 6.1.1}$$

Se fija un valor de ancho de canal (B) de 30 cm, el cual permite la limpieza manual con un rastrillo, con este valor y el área de paso podemos determinar la altura cinética de flujo (h_v)

$$A = B * h_v \quad \text{Ecuación: 6.1.2}$$

La conformación de las barras del sistema se fijó con los siguientes valores: profundidad (w): 2,5 cm; ancho (b) 1,5 cm; separación entre barras (a) de 2,5 cm, con un ángulo de inclinación del 30° y un valor de Kirschmer (β) de 2,42 (barrote rectangular con bordes agudos). Todos estos valores se encuentran dentro del rango criterios de diseño tabulados (Metcalf y Eddy,2003).

Para el cálculo de número de rejjas y espacios necesarios se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$n^\circ \text{ de espacios} = \frac{B+a}{a+b} \quad \text{Ecuación: 6.1.3}$$

$$n^\circ \text{ de barras} = n^\circ \text{ de espacios} - 1 \quad \text{Ecuación: 6.1.4}$$

Dando un total de 8 espacios y 7 barras.

Con todos estos parámetros verificamos que la pérdida de carga (h_L) está dentro de los valores permisibles:

$$h_L = \beta * \left(\frac{w}{b}\right)^{\frac{4}{3}} * h_v * \sin(\theta) \quad \text{Ecuación: 6.1.5}$$

Obteniendo un resultado de 110mm por debajo del valor crítico que es de 150 mm.

Utilizando el valor de la velocidad cinética de flujo sumada una revancha de 30 cm, con relaciones trigonométricas se obtuvo la longitud de la reja. Por último, se calcula el largo del canal, con la longitud de la reja y una revancha antes y después de 1m cada una.

A continuación, se muestra la tabla n° 6.1.1 con los valores obtenidos.

Canal	
Alto (m)	0,4
Ancho (m)	0,3
Largo del canal (m)	2,30
Caudal (m ³ /h)	30
Velocidad de paso m/s	0,6
Área de paso m ²	0,01
Hv m velocidad cinética de flujo	0,05
Numero de espacios	8
Numero de rejas	7
Hl m pérdida de carga	0,11

Rejas	
β	2,42
w (m)	0,025
b (m)	0,015
θ°	30
a	0,025
Altura de la reja (m)	0,35
Largo de la reja (m)	0,30

Tabla n° 6.1.1: Valores obtenidos para el diseño del sistema de rejas.

6.2 Decantador

El objetivo de los decantadores es reducir los sólidos suspendidos totales y generar una separación de fases agua/combustible eficiente. Dado el efluente a tratar es esporádico y de bajo volumen (60 m³) por barco. El diseño de los decantadores se va a realizar con los parámetros de diseño de un decantador circular de operatoria continua, pero se van a operar de manera discontinua. Distintos trabajos estudiados demuestran que a mayor tiempo de retención la separación de fases y la decantación de sólidos es mayor. Mayor tiempo de retención, más el agregado de químicos ruptores de emulsiones y temperatura, permite una reducción del casi 70% de la DBO (separación de fases) en la fase acuosa y una decantación del 90 % de los SST.

Para que el desmulsificante tenga mejores resultados se diseñara una cámara de mezcla rápida, con el fin de asegurar una buena mezcla del reactivo y el efluente a clarificar.

6.2.1 Cámara de mezcla rápida

La función de este sistema es el mezclado del ruptor de emulsiones con el agua residual, tienen tiempos de retención bajos, menor a 30 segundos (Metcalf y Eddy, 2003) por lo que son tanques pequeños. Dada la particularidad del sistema los tanques no van a contar con un sistema de mezclado mecánico, sino que se va a utilizar la fuerza de bombeo del caudal proveniente del pozo de bombeo que es de 30 m³/h. Se van a construir dos tanques de coagulación que suplirá todas las necesidades del sistema.

Se adopta un tiempo de permanencia de 30 segundo y con el caudal de diseño se calcula el volumen de la cámara de coagulación.

$$V = T_p * Q \quad \text{Ecuación 6.2.1.1}$$

Q: caudal de diseño = 30m³/h

T_p: tiempo de permanencia = 30 seg.

V: volumen de la cámara de coagulación = 0,25 m³

Se dimensiona la cámara adoptando la altura más un factor de seguridad de 0,2 m

Cámara de mezcla rápida		
Q	30	m ³ /h
T _p	30	s
V	0,25	m ³
Altura	0,7	m
Ancho	0,6	m
Largo	0,6	m

Tabla n°6.2.1.1: Parámetros y dimensiones de la cámara

La descarga del coagulante al efluente se va a realizar por medio de un dosificador volumétrico, colocado antes de la salida del efluente a la cámara.

Como se explicó en el apartado 5.2.1, se agrega 200 mg/l de policloruro de aluminio (PAC).

6.2.1.1 Potencia y gradiente de velocidad

Se diseña la cámara de coagulación del tipo mezcladores hidráulico, la característica principal de estos tipos es la carencia de elementos dotados de movimientos. Estos tienen elementos fijos que provocan cambios bruscos en las velocidades, en este caso se colocara una contracción brusca a la cañería que transporta el líquido. La energía consumida por estos dispositivos se calcula como:

$$P = \gamma * Q * h \quad \text{Ecuación 6.2.1.1}$$

P= energía disipada, W

γ = peso específico, 9408 N/m³

h= pérdida de carga en el paso a través del elemento, 1,23 m

Siendo h calculado como:

$$K = 0,5 * \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right) \quad \text{ecuación 6.2.1.2}$$

$$h = \frac{K v^2}{2 g} \quad \text{ecuación 6.2.1.3}$$

d: diámetro de la compresión, 42 mm

D: diámetro de la cañería de conducción, 59 mm

K= constante del accesorio, 0,25

V = velocidad en el accesorio, 6 m/s

G = aceleración de la gravedad, 9,81 m/s²

Remplazando los valores, resulta que la potencia necesaria es de 96,46 W.

A continuación, se calcula el gradiente de velocidad, para corroborar que se encuentre dentro de las recomendaciones bibliográficas.

$$G = \sqrt{\frac{P}{V*\mu}} \quad \text{Ecuación 6.2.1.4}$$

G= gradiente de velocidad, 1/s

P= energía disipada, 35,9 W

V=Volumen del reactor, 0,25 m³

μ= viscosidad dinámica 0,0011 Kg/s*m

Resultando un gradiente de velocidad de 361,3 s⁻¹, dentro de los límites establecidos por la bibliografía, 250<G<1500 (Metcalf & Eddy, 2003)

El efluente homogenizado seguirá por gravedad al tanque de decantación.

En la tabla 6.2.1.2 se observan los resultados de la unidad

Cámara de mezcla rápida	
Caudal (m ³ /h)	30
Tiempo de permanencia (s)	30
Volumen (m ³)	0,25
Altura (m)	0,7
Ancho (m)	0,6
Largo (m)	0,6
Potencia (W)	35,9

Gradiente de velocidad (S ⁻¹)	361,3
---	-------

Tabla 6.2.1.2: resumen de los valores obtenidos para la cámara de coagulación

6.2.2 Decantador

El volumen del decantador va a ser de 60m³, el caudal proveniente del pozo de bombeo es de 30m³/h, por ende, el tanque se va a llenar 2 hs. Se decide que la forma del tanque sea cilíndrica para evitar acumulación de grasas en las esquinas, la altura del tanque se fijó de tres metros más un metro de seguridad, por geometría se determinó un diámetro de cinco metros.

El tiempo de decantación recomendado va a ser de 12 a 18 hs, con un calentamiento previo a una temperatura de 60°C. Los decantadores se van a construir como equipos adiabáticos.

Para determinar la potencia de la caldera a instalar, la cual va proporcionar el calor requerido para elevar temperatura de la mezcla a 60°C. Este se calculó de la siguiente manera.

$$Q = 0,5 * m_c * C_{vc} * \Delta T + 0,5 * m_a * C_{va} * \Delta T \quad \text{Ecuación 6.2.2.1}$$

Donde:

Mc: Caudal másico de combustible, Volumen de combustible (50% volumen total) * densidad (d=960 m³/kg)

Cvc: calor específico del combustible, 1700J/kg K

ΔT: intervalo de temperatura, como temperatura inicial se utilizó el valor de 5°C basado en el promedio anual de las mínimas

Ma: Caudal másico de agua, Volumen de agua (50% volumen total) * densidad (d=999,19 m³/kg)

Cva: calor específico del agua 4186J/kg K

La caldera deberá tener una potencia de 531,65 KW,

Le entrada del efluente se va a realizar desde la parte superior del tanque, y la salida de los efluentes, el líquido oleoso se va a realizar por la parte superior, y el agua oleosa por la parte inferior, una vez que transcurra el tiempo establecido y que la temperatura de los efluentes sea la del ambiente. Para determinar el nivel de los

distintos líquidos se colocará un electrodo que mide la polaridad del efluente para determinar el nivel de la interfase y no mezclar los dos efluentes, una vez retirada la fase oleosa, se procede a retirar la fase acuosa para continuar su tratamiento. Por último, se realiza una purga de los fangos, que son enviados a una rejilla de deshidratación, el agua recolectada se envía al decantador de placas coalescentes.

En la tabla 6.2.2.1 se muestra un resumen de la unidad.

Decantador	
Q(m ³ /h)	30
V _{tot} (m ³)	60
Altura (m)	4
Diámetro (m)	5,0
Tiempo óptimo (h)	12/18
Carga superficial (m/d)	3
Área superficial(m ²)	20
Potencia de caldera (kW)	530

Tabla 6.2.2.1: resumen de los valores obtenidos para cada decantador

Para el retiro de sólidos se va a colocar una tolva, la cual va a contener el total de los sólidos que sedimenten, según la bibliografía consultada estos tipos de residuos cuentan con porcentaje de sólidos que varía de los 2 a 4 por ciento del volumen total. Para el diseño de la tolva y la cámara de contención de los sólidos se utilizó el volumen máximo 2,5 m³ de lodos, ya que la eficiencia de remoción del sistema ronda el 90% de SST.

Las paredes de la tolva van a tener una inclinación de 10° y el diámetro inferior será de 1,5 m. La cámara de contención de los sólidos se colocará debajo de la tolva, sus dimensiones serán un diámetro de 1,5 m y una altura de 1,5 m.

Tolva	
Angulo de paredes	45°
Radio mayor (m)	2,5
Radio menor (m)	0,75
volumen (m ³)	2,5
Cámara de lodos	
Altura (m)	1,5
Radio (m)	0,75
volumen (m ³)	2,7

Tabla 6.2.2.2: resumen de los valores obtenidos para la tolva

El retiro de lodos se realizará una vez extraído los líquidos decantados, los cuales van a ser dispuesto para su futuro tratamiento.

6.3 Decantador de placas coalescentes

El objetivo de este tratamiento es poder reducir el contenido de combustibles/aceites que todavía puede contar la fase acuosa del proceso anterior. Para ello se propone a diseñar un decantado de placas coalescentes.

Primero se calcula la **velocidad de elevación del glóbulo** de aceite según la ley de Stokes.

$$V_S = \frac{Dp^2 * g * (\delta p - \delta f)}{18 \mu f} \quad \text{Ecuación 6.3.1}$$

Donde:

Vs: Velocidad de elevación del glóbulo de aceite, cm/s.

G: aceleración de la gravedad, 981 cm/s².

μf : viscosidad absoluta del agua residual en función de la temperatura de diseño, 0,011 g/cm*s.

δp : densidad del agua a la temperatura de diseño, 0,99919 g/cm³.

δf : densidad del aceite a la temperatura de diseño, 0,96 g/cm³.

D: diámetro de la gota de aceite que se retira, 0,003 cm.

La viscosidad absoluta y la densidad propuesta para el agua residual se obtuvo realizando un promedio de distintos trabajos analizados para la realización de este proyecto.

La velocidad de elevación del glóbulo de aceite es $V_s = 0,0017 \text{ cm/s}$

Una vez obtenida la V_s , se calcula el **área superficial requerida (A)**:

$$A = \frac{Q_m}{V_s} \quad \text{Ecuación 6.3.2}$$

Siendo Q_m el caudal de diseño $5 \text{ m}^3/\text{h}$ y V_s el valor de la velocidad de elevación del glóbulo de aceite calculada previamente, resulta un área superficial de 80 m^2 .

Con el caudal de diseño y el área superficial requerida para el separador (A), para calcular la **carga superficial**:

$$C_s = \frac{Q_m}{A} \quad \text{Ecuación 6.3.3}$$

Resultando C_s : $0,062 \text{ m/h}$

Para el dimensionamiento de las placas se basó en rangos típicos de diseño básico del separador de placas paralelas.

Variable	Rango
Espaciamiento entre placas	0.75 – 1.5 in.
Angulo de inclinación de la placa desde horizontal	45 ° - 60 °
Tipo de remoción de aceite	Solo aceite libre
Dirección de flujo de aguas residual	Flujo cruzado, descendente.

[19] Fuente: API 421, Pag. 25

Tabla 6.3.1: Rangos típicos para el dimensionamiento de las placas.

Las dimensiones propuestas para cada una de las placas requeridas son las siguientes: largo 1 m, ancho 1 m, espacio entre placas 1.5 in, un espesor de 0,6 mm y un ángulo de inclinación de 60° grados. Estas dimensiones están en función del número de Reynolds para lograr obtener condiciones de flujo laminar, lo cual permite la separación máxima de grasas y aceites libres en el flujo del fluido.

Se calcula el **área transversal de paso** de flujo con el largo propuesto por el espacio entre cada placa, resultando A_p $0,05 \text{ m}^2$.

El **perímetro humedecido** se obtiene de sumar dos veces el largo de la placa, resultando de 2 m.

La **distancia entre cada placa** se calcula como el espacio entre cada placa sobre el seno del ángulo de inclinación (60°), resultando De: 0,06 m.

El **área proyectada** de la placa se obtiene de la siguiente ecuación:

$$A_y = Ph * \cos(60) * \text{largo de la placa} \quad \text{ecuación 6.3.4}$$

$$A_y = 1\text{m}^2$$

La **capacidad de carga de la placa** (Cy) se obtiene de multiplicar el área proyectada y la carga superficial, resultando: Cy: 0,063 m³/h.

Debemos corroborar que el flujo entre las placas sea laminar, el cual permite la máxima separación de los componentes del agua residual. Para ello, se calcula el **número de Reynolds**.

$$Re = \frac{(HD)*D*(V)}{\mu} \quad \text{Ecuación 6.3.5.}$$

HD: es el diámetro hidráulico

$$HD = \frac{4 (\text{area de paso})}{\text{perimetro humedecido}} \quad \text{Ecuación 6.3.6.}$$

D: Densidad del fluido en función de la temperatura de entrada

V: velocidad del fluido:

$$V = \frac{Cy}{Ap} \quad \text{Ecuación 6.3.7.}$$

μ: viscosidad del fluido en función de la temperatura de entrada

$$Re = 31,74$$

El número de Reynolds es de 31,74. Es flujo del sistema es laminar.

El **tiempo de elevación de partículas** entre las placas (Te), se calcula la distancia entre placas (D) y la velocidad de elevación del glóbulo de aceite:

$$T_e = \frac{D}{V_s} \quad \text{Ecuación 6.3.8}$$

$$T_e = 60 \text{ min}$$

Paquetes de placas:

Para obtener cuantos **paquetes de placas** necesitamos en el sistema, se calcula el número de placas requeridas, que se obtiene con el área proyectada (A_y) y el área de superficie requerida (A).

$$n^{\circ} \text{ de placas} = \frac{A}{A_y} \quad \text{Ecuación 6.3.9}$$

Resultando un total de 158 placas.

El **N° de placas por paquete** se calcula con el n° de placas requeridas que son 80 y se propone utilizar 3 paquetes de placas para cubrir el área necesaria para la separación de los glóbulos de aceite. Los paquetes de placas van a estar conformados por 30 placas cada uno, este valor se obtiene del proveedor de las placas.

Los paquetes de placas que fueron presupuestados son de las siguientes especificaciones: 50 mm de diámetro de apertura de los orificios, 0,6 mm de espesor de la placa y son de PVC

El **espesor de cada paquete** de placas se calcula con el total de placas por paquete, su espesor establecido y la separación de las mismas. Como se observa en la siguiente ecuación.

$$\text{espesor por cada paquete} = 30 * \text{espesor placa} + (30 - 1) \text{ espacio entre cada placa}$$

$$\text{Ecuación 6.3.10}$$

Es ancho de cada paquete de placas es de 1,5 m

Dimensionamiento del dispositivo:

De acuerdo al número y dimensiones de las placas obtenidas se procede a calcular las dimensiones básicas del separador de placas coalescentes.

El **ancho del separador** se obtiene con la cantidad de paquetes por el ancho de las placas.

$$\text{Ancho del equipo} = 3 * 1 \text{ m}$$

$$\text{Ancho del equipo} = 3 \text{ m}$$

El **largo del separador** se obtiene de sumar las tres áreas del separador, la primera etapa es la entrada del efluente y disposición de lodos que se determinó de 1 m de largo, la segunda etapa la separación de los glóbulos de aceite en el agua residual

que se obtuvo de proyectar el largo del paquete de placas (forma romboidal) de un espesor de 150 cm más su largo proyectado calculado con el coseno del ángulo (60°) y el alto de la placa, dando un total de 2 m, luego se suma la etapa de retiro del afluente clarificado de 1,5 m, dando un total de 4,5 m el largo total del separador de placas coalescentes.

Para el **alto del separador** se calculó como primera medida el alto del paquete de placas 90 cm por trigonometría, luego se determinan las alturas de los tabiques de separación. La primera pared separadora mide 1,9m, la cual garantiza 50 cm de agua residual por encima de las placas coalescentes y una luz de 50 cm para el flujo del agua clarificada. A esta altura se le agrega un factor de seguridad de 50 cm, dando una altura total del separado de 2,4 m.

En la tabla 6.3.1 y 6.3.2 se muestran un resumen de la unidad.

Configuración de las Placas	
Largo (m)	1
Ancho (m)	1
Área (m ²)	1
Espacio entre placas (mm)	50
Espesor de la placa (mm)	0,6
Angulo	60
Dirección del flujo	cruzado y descendente
Cantidad de paquetes	3
Cantidad de placas	90
Cantidad de placas por paquete	30
Espesor del paquete (m)	1,5

Tabla 6.3.2: Configuración del sistema de placas

Parámetros de Funcionamiento		
Q	5	m ³ /h
G	981	cm/s ²
Viscosidad del agua residual	0,011	g/cm*s
Densidad del agua	0,99919	g/cm ³
Densidad del agua residual	0,96	g/cm ³

Diámetro gota de aceite	0,003	cm
T	15	°C
Viscosidad del agua residual	3,96	kg/m*h
Área de paso	0,05	m ²
Perímetro humedecido	2	m
Distancia entre placas	0,025	m
Área proyectada	1	m ²
Capacidad de la placa	0,062	m ³ /h
Diámetro hidráulico	0,038	m
Velocidad lineal	1,25	m/h
Numero de Reynolds	31,747	flujo laminar
Tiempo de elevación entre placas	60	min

Tabla 6.3.3: parámetros de funcionamiento

6.4 Filtración

El diseño de sistemas de tratamiento de aguas con membranas de MF y UF implica la comunicación con los proveedores o aquellos que estén familiarizados con el producto. Muchos sistemas poseen elementos de diseño propios de cada equipo que el diseñador debe conocer (Bergman, 2005). Teniendo en cuenta esto, las siguientes indicaciones se adaptan, sino a todos, a la mayoría de los sistemas de microfiltración (MF). El flujo de permeado (J_w) se estima a partir de la ecuación de Poiseuille:

$$J_w = \frac{e d^2}{32 \mu L} \Delta p \quad \text{Ecuación 6.4.1}$$

Δp : es la diferencia de presión transmembrana,

D: el diámetro del poro,

μ : la viscosidad del agua,

L: la longitud del poro

e: la porosidad de la membrana.

Según la relación de diámetros medios de poros: MF (1 μm <> 10000 Å) los caudales de filtrado por unidad de presión pueden tener una gran variación, lo que condicionará el uso industrial de estas tecnologías. El transporte de las sustancias, a través de la membrana es debido al flujo convectivo (J_i) por el interior de los poros. La estimación de este flujo puede realizarse mediante la ecuación de Darcy

$$J_i = K C_i \frac{\Delta p}{\Delta x} \quad \text{Ecuación 6.4.1}$$

$\Delta p/\Delta x$: el gradiente de presión transmembrana

Δx , la anchura de la membrana

C_i , la concentración de sustancia en el medio

K un coeficiente que tiene en cuenta las características de la membrana

La resistencia de la membrana limpia varia de un tipo de membrana a otro. El aumento de la resistencia puede deberse a la deposición de materiales sobre la superficie de la membrana, al efecto de polarización, la obturación de los poros y la absorción de la membrana.

Para el dimensionamiento se contactó la empresa **Shandong Zhaojin Motian Co** procedente de China, según el caudal a tratar y las características del efluente en esta etapa.

Principalmente el equipo cuenta con dos módulos de membrana modelo MF30A200, las membranas cuentan con un área de 60m² y son de PVDF (fluoruro de polivilideno) que es un fluoropolimero termoplástico altamente inerte químicamente.

Las dimensiones del sistema son. Las otras especificaciones técnicas se encuentran en el Anexo I.



Imagen 6.4.2: Esquema de la membrana modelo MF30A200,

6.5 Caldera

En este apartado se va a diseñar el intercambiador de calor, el cual suministrara el agua que va a calentar el efluente a tratar en el decantador primario.

El cálculo de la potencia necesaria se realizó en el capítulo 6.2.2

Para calentar el efluente se va a colocar una caldera con una capacidad térmica de 500.000 Kcal/h. Este valor se obtuvo con la ecuación n° 6.2.2.1.

Para esto se van a colocar la caldera marca Fontanet modelo 3PR 500

Características Técnicas

Detalle Técnico

MODELO:	Caldera 3 PR
TIPO:	Caldera de 3 pasos con retorno de llama
COMBUSTIBLES:	Líquidos y/o Gaseosos
HOGAR:	Liso (s/modelo)
CONSTRUCCIÓN:	Tipo paquete (equipos auxiliares incorporados)
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN:	Según códigos europeos y americanos



Imagen 6.5.1: Características técnicas de la caldera. www.calderasfontanet.com.ar

Los detalles técnicos son:

Capacidad Térmica (BHP): 59

Largo total (mm): 3300

Alto Total (mm): 1700

Ancho Total (mm): 1400

Diámetro Chimenea (mm): 300

El intercambiador de calor se va a colocar entre el pozo de bombeo y los decantadores.

Capítulo 7

7. Líneas de conducción de efluentes

En este capítulo se van a desarrollar las líneas de conducción de la planta de tratamientos y del intercambiador de calor.

Se adopta el transporte por conductos cerrados, para evitar toda posibilidad de riesgo a la salud humana y al ambiente (ENOHSa). Para el trazado de las líneas de conducción se considera principalmente que sean de menor longitud posible, evitar cambios de dirección y bombeos innecesarios

Para la planta de tratamiento de los líquidos de sentinas se diferencian dos modelos de conducción, por gravedad y por presión.

Las líneas de conducción por gravedad que se desarrollan son, la conducción del líquido de sentina descargado que recorre desde el sitio de descarga hasta el sistema de rejillas y del sistema de rejillas al pozo de bombeo. También los lodos generados en el decantador primario se descargan por gravedad, como así mismo, la conducción del efluente del decantador secundario al sistema de filtración.

Las conducciones por presión del sistema van a ser, la transferencia del pozo de bombeo al intercambiador de calor y de este al decantador, los decantadores primarios tienen dos salidas de efluentes los cuales van a ser bombeados por la parte superior de los mismos. El efluente aceitoso irá a los tanques de almacenamiento, y la línea de acuosa es bombeada al decantador secundario.

El sistema de intercambiador de calor se va a operar con un sistema de presión automatizado.

El transporte del efluente de las distintas etapas del tratamiento se dará a través de tuberías de PVC, dado que, presentan una gran durabilidad, son resistente a gran variedad de productos químicos, la pérdida de carga por rozamiento es casi nula comparada a otros materiales por su superficie lisa, además de su fácil manejo por el poco peso, lo que genera una gran ventaja en la instalación y mantenimiento.

Para el intercambiador de calor se van a utilizar tuberías de policloruro de vinilo clorado (CPVC) son un derivado de las tuberías de PVC, pero son capaces de resistir altas temperaturas.

7.1 Conducción por gravedad

Para el dimensionamiento de las tuberías con conducción a gravedad, se van a utilizar las expresiones provistas por Manning, en donde se debe tener en cuenta la rugosidad del material que va a transportar el fluido (PVC), así como el radio hidráulico (compuesto por la sección mojada y perímetro mojado) y la pendiente entre los extremos de la tubería

$$V = \frac{1}{n} Rh^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ecuación 7.1.1}$$

V: velocidad de flujo (m/s)

n: coeficientes de Manning: 0,011 para PVC

Rh: Radio Hidráulico (m)

I: Perdida de carga o pendiente: 3%

El Rh se puede calcular con el coeficiente del área mojada y el perímetro mojado de la cañería:

$$Rh = \frac{A}{Pm} \quad \text{Ecuación 7.1.2}$$

A: sección mojada (m²)

Pm: perímetro mojado (m)

Para una cañería parcialmente llena, la sección mojada y el perímetro mojado se obtienen por las siguientes relaciones:

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \sin(\theta)) D^2 \quad \text{Ecuación 7.1.3}$$

$$Pm = \frac{1}{2} \theta D \quad \text{Ecuación 7.1.4}$$

θ : Angulo desde la superficie de la lámina hasta el centro del tubo (°)

D: diámetro de la cañería (m)

Combinando las ecuaciones 7.1.3 y 7.1.4 se redefine el Rh como:

$$Rh = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{\sin(\theta)}{\theta}\right) D \quad \text{Ecuación 7.1.5}$$

Para el dimensionamiento generalmente se considera que la tubería se encuentra en gran parte llena, donde la relación entre el diámetro de la tubería y la lámina de agua es de 0,75.

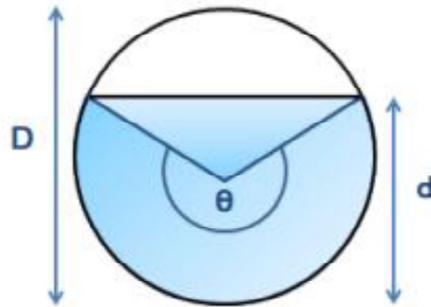


Figura 7.1.1 Tubería totalmente en gran parte llena.

Para calcular el ángulo de la altura de la lámina de agua se utiliza la siguiente relación:

$$\theta = 4 \tan^{-1} \frac{1-k}{\sqrt{K-K^2}} \quad \text{Ecuación 7.1.6}$$

θ : Ángulo formado por la lámina de agua

K: relación entre el diámetro de la tubería y la altura de la lámina de agua (d/D), 0,75

Para esta condición, θ tiene el valor de 120°

Entonces el Área mojada es:

$$A = 0,6319 * D^2 \quad \text{Ecuación 7.1.7}$$

Se diseña el sistema con una pendiente igual a la mínima recomendada. Las velocidades de conducción en flujo por gravedad son bajas, se adopta una velocidad de 0,5m/s. Con la velocidad de escurrimiento y el caudal de diseño, se obtiene el área de la sección cubierta. Remplazando en la Ecuación 7.1.7 obtenemos el diámetro interno de la cañería.

Cañería desde la descarga del efluente al sistema de rejillas.

I: Perdida de carga o pendiente = 3%

v: Velocidad de flujo = 0,5 m/s

Q: Caudal = 30 m³ /h

A: Sección mojada = 0,016 m²

D: Diámetro de la cañería = 172,8 mm

Dn: Diámetro nominal = 180 mm

Cañería desde el decantador de placas coalescentes al sistema de filtración.

I: Perdida de carga o pendiente = 3%

v: Velocidad de flujo = 0,5 m/s

Q: Caudal = 5 m³ /h

A: Sección mojada = 0,002 m²

D: Diámetro de la cañería = 71,4 mm

Dn: Diámetro nominal = 75 mm

7.2 Conducción por presión.

En las tuberías con conducción por presión o impulsión, la velocidad de conducción varía entre el mínimo de 0,3 m/s y el máximo de 5 m/s. Se adopta el valor de 3m/s para la velocidad recomendado media por el manual de ENOHSa.

El diámetro de las cañerías de impulsión se obtiene de la siguiente expresión.

$$Q = V * A \quad \text{Ecuación 7.2.1}$$

Dimensiones para la tubería del pozo de bombeo al decantador primario, teniendo en cuenta el paso por el sistema de intercambiador de calor se colocan tuberías de CPVC

v: Velocidad de flujo = 3 m/s

Q: Caudal = 30 m³ /h

D: Diámetro de la cañería = 59,4 mm

Dn: Diámetro nominal = 62 mm

Dimensiones para la tubería del decantador primario al decantador secundario.

v: Velocidad de flujo = 3 m/s

Q: Caudal = 5 m³ /h

D: Diámetro de la cañería = 29,6 mm

Dn: Diámetro nominal = 32 mm

Las cañerías a presión van a contar con elementos de unión con las bombas, dado que, estas poseen bridas de salida y entrada con diámetros de suministrados por el fabricante que pueden diferir con el diámetro de diseño.

7.3 Selección de bomba

Para la elección de las bombas del sistema, se utilizó el selector de bombas de la empresa Grundfos, el cual selecciona la bomba que mejor funciona con el sistema, analizando la configuración del mismo, elementos que interviene, altura de elevación y tipo de bomba necesaria.

Para la planta de tratamiento, se utiliza tres familias de bombas distintas. Se instalan bombas de succión con un caudal de trabajo de 30m^3 para descargar los líquidos de sentinas. También se instalan bombas sumergibles de 30 m^3 de caudal de trabajo. Y bombas de 5 m^3 de succión que descargan los líquidos de los decantadores.

En el Anexo I se adjuntan las fichas técnicas de las bombas utilizadas.

Capítulo 8

Sistema de gestión de residuos del Consorcio de Gestión del Puerto Quequén

8.1 Introducción

Los sistemas de gestión son procesos rigurosos y sistemáticos para identificar y mejorar el desempeño ambiental de una organización de manera continua. En nuestro caso se va a diseñar un sistema de gestión de residuos para que el impacto de estos en el ambiente sea el mínimo posible.

El CGPQ debe accionar en todo momento, sin mostrar contradicción entre sustentabilidad y competitividad, pues el desarrollo ambientalmente correcto, proporciona mayores oportunidades comerciales y mejores beneficios económicos en un ambiente sano y saludable.

En el proceso de globalización, los puertos enfrentan una competencia creciente a partir de la presión que ejercen los clientes para reducir costos y aumentar servicios sin dejar de lado el desarrollo de una política medioambiental que provoque una relación responsable con la comunidad afectada al área portuaria.

Los puertos exitosos son competitivos, eficientes y cumplen con los requisitos legales para la protección medioambiental de manera que no existe contradicción entre sustentabilidad y competitividad, el desarrollo ambientalmente correcto proporciona beneficios económicos y oportunidades.

Para desarrollar un SGR correcto hay que identificar los actores y acciones que generan residuos y el impacto que estos en el sistema natural.

El SGR del Puerto Quequén será un lineamiento que deberán cumplir las empresas que operan en la zona portuaria.

8.2 Identificación de Actores y Acciones

8.2.1 Emprendimientos no industriales concesionados.

Todas las empresas registradas en la zona portuaria, son de carácter no industrial, se dedican al almacenamiento, clasificación, acondicionamiento, conservación de granos y su despacho. La ley que regula esta actividad es la Ley 12.605. la cual regula las condiciones de operación, minimizando la generación de

material particulado. Estas deberán obtener la Declaratoria Ambiental que convalide sus actividades

En estos establecimientos el CGPQ exige cumplimentar con la presente ley, en caso observado en el recorrido de la Terminal Quequén, en el cual el polvillo es recolectado y utilizado como relleno, se le solicitara a la empresa un estudio de factibilidad de dicho residuo para esa función.

Con respecto a los residuos especiales que se puedan originar por el mantenimiento de los distintos equipos como planchas hidráulicas, cintas transportadoras, bombas, ect. Y que generen residuos líquidos del tipo hidrocarburos deberán ser tratados en la plata de tratamientos que se instalara en Puerto. El resto de los residuos especiales deberá ser tratado según la Ley Provincial n°11720. Los manifiestos de retiro deberán ser presentado en la Secretaria de Ambiente del Consorcio de Gestión del Puerto.

Los residuos de tipo oficina y reciclables como papel, cartón, plásticos, deberán ser almacenados a la espera del retiro por parte de la empresa contratada por el CGPQ.

8.2.2 Buques

Las terminales portuarias tienen la obligación de recibir los residuos asimilables a domiciliarios de los buques mercantes, en el puerto de Quequén estos son tratados como residuos patógenos dado que no se puede garantizar la seguridad de los mismos.

Los líquidos de sentina deberán ser tratados en su totalidad en la planta de tratamientos que se instalara para este tipo de líquidos.

Los barros de sentina podrán ser retirados y tratados con agente externo. Cada retiro se acompaña con un remito, indicando, la clasificación de residuos y el volumen retirado su tratamiento y su disposición final.

8.2.3 Planta de tratamientos de líquidos de sentina.

La empresa que concesione la plata de tratamiento deberá estar inscripta en el Registro Provincial de Generadores, Operadores y Transportista de Residuos Especiales.

Con respecto a los barros generados en el tratamiento deberán ser tratados como residuos especiales dado que la planta no considera el tratamiento de los mismos, el CGPQ solicitara un remito de retiro, indicando, la clasificación de residuos y el volumen retirado su tratamiento y su disposición final.

Con respecto al fuel oíl y el agua recuperada, la empresa responsable de la operación, deberá indicar mensualmente los volúmenes recuperados de los mismos, como así también la cantidad de barcos que solicitaron el tratamiento.

8.2.4 Consorcio de Gestión del Puerto Quequén

Dragado del río Quequén: A principio del año 2018 se realizó un estudio sobre el agua superficial y sobre los sedimentos para evaluar el efecto del dragado y la calidad de los mismo.

La secretaria ambiental del CGPQ deberá contar con plan monitorio de forma trimestral analizando los analitos que se muestran en el capítulo 3.2.

Material particulado: El CGPQ cuenta con un plan de monitoreo del material particulado con el fin de contralar a las terminales que descargan cereales. Los puntos de captación están distribuidos en toda la zona portuaria.

Con respecto a los cereales, granos, etc. que se fugan de los camiones ante de llegar a la playa de estacionamiento. El CGPQ deberá incorporar personal que se encarguen de la recolección de los mismos. Actualmente esta actividad la realizan vecinos de la zona que luego comercializan estos productos como alimento balanceado.



Imagen 8.2.3.1: restos de cereales y granos

Relevamiento de instalaciones portuarias.

El CGPQ como autoridad de aplicación es el encargado de realizar las inspecciones con el fin de convalidar las actividades de las distintas empresas y el correcto almacenamiento de los residuos especiales y reciclables.

El CGPQ es el encargado de desarrollar el plan recolección de los residuos reciclables, como así también la conexión entre la empresa transportadora y la cooperativa que va a tratar estos residuos.

Como parte de las acciones comunitarias que realiza el CGPQ, se colocaran dos puntos verdes de recepción de residuos reciclable en las dos costas de la terminal portuaria. Para que la gente de la zona de Quequén y Necochea puedan acercar sus residuos.

Capítulo 9

Presupuesto del proyecto

En este capítulo se va a calcular el balance económico del proyecto, el cual consiste en el costo inicial de implementar la planta de tratamientos de efluentes, y su costo de operación.

Dada la naturaleza del proyecto, el cual se puede realizar en dos etapas de construcción, se realizó un balance económico para la primera etapa y para la segunda etapa de construcción. En la siguiente tabla se puede ver la primera etapa.

Balance Económico de Equipos y Accesorios				
Concepto	costo por unidad		Primera Etapa	
			cantidad	Costo (USD)
Pretratamiento				
Sistemas de rejas con limpieza manual	300	USD	2	600
Construcción del pozo de bombeo (estructura)	5000	USD	1	5000
Tratamiento Primario				
Construcción de cámara de mezcla rápida (estructura) (2)	120	USD /m3	0,5	60
Caldera	15000	USD	1	15000
Tanques de sedimentación	5000	USD	3	15000
Detector de polaridad			3	
Tratamiento secundario				
Sedimentador de placas coalescentes (estructura)	15000	USD	1	15000
Placas coalescentes	65	USD /m3	4,5	292,5
Detector de Hidrocarburos			1	
Tratamiento terciario				
Sistema de filtración	10000	USD	1	10000
Tanques de almacenamiento	1500	USD	4	6000
Cañerías y Accesorios				
Cañerías PVC 160 mm	25	USD *4 m	250	6250
Cañerías PVC 60 mm	15	USD *4 m	4	60
Cañerías PVC 20 mm	15	USD *4 m	4	60
Cañería CPVC	20	USD *4 m	4	80
Accesorio de cañerías	-	USD	-	100
Bombas				

NKE 32-160.1 (5m ³ /h)	4950	USD	3	14850
SL1.50.65.15.2.50B (30 m ³ /h)	3800	USD	1	3800
TP 65-120/2 A-F-A-BQQE (30 m ³ /h)	2600	USD	3	7800
Camión cisterna (30 m ³)	30000	USD	1	30000
Tanque de almacenamiento post-tratamiento (15 m ³)	1600	USD	3	4800

Segunda Etapa del proyecto.

Concepto	costo por unidad		Segunda Etapa	
			Cantidad	Costo Total (USD)
Tratamiento Primario				
Tanques de sedimentación	5000	USD	3	15000
Detector de polaridad			3	
Tratamiento secundario				
Sedimentador de placas coalescentes (estructura)	15000	USD	1	15000
Placas coalescentes	65	USD /m3	4,5	292,5
Detector de Hidrocarburos			1	
Tratamiento terciario				
Sistema de filtración	10000	USD	1	10000
Tanques de almacenamiento	1500	USD	4	6000
Cañería y Accesorios				
Cañerías PVC 60 mm	15	USD *4 m	4	60
Cañerías PVC 20 mm	15	USD *4 m	4	60
Cañería CPVC	20	USD *4 m	4	80
Accesorio de cañerías	-	USD	-	100
Bombas				
NKE 32-160.1 (5m ³ /h)	4950	USD	3	14850
SL1.50.65.15.2.50B (30 m ³ /h)	3800	USD	1	3800
Tanque de almacenamiento post-tratamiento (15 m ³)	1600	USD	3	4800

La construcción de la primera etapa tiene un costo total de 130000 U\$D y la segunda etapa del proyecto tiene un costo de 74700 U\$D. Dividiendo el proyecto en dos etapas el costo inicial resulta menor que el valor típico para una planta de tratamientos de efluentes tipo API, la cual no tienen como beneficio el aprovechamiento de los combustibles recuperados.

9.1 Costos mensuales

En un proyecto de esta envergadura es muy importante calcular cuales son los que se deben cubrir mes a mes:

Concepto	Costo por unidad	Cantidad	Costo mensual
Jefe de planta	2000 UDS/Mes	1	2000
Operario	1000 UDS/Mes	3	3000
Técnico electrónico	1100 UDS/Mes	1	1100
Administrativo y ventas	1000 UDS/Mes	1	1000
Conductor de camión	900 USD/mes	1	900
Gastos varios*	2000 UDS/Mes	1	2000
Placas coalescentes y Filtros	1500 UDS/3 Meses	0,3	500

Tabla 9.1.1: costos mensuales de la planta de tratamiento. * Mantenimiento de la planta, insumos químicos, gastos administrativos.

El costo mensual de operación de la planta de tratamiento ronda los 10500 USD. Este costo se calculó para la operación completa de la planta, es decir, con la segunda etapa instalada.

9.2 Consumo energético y de combustible

En este apartado evaluamos el consumo energético del proyecto con las dos etapas terminadas. Se tiene en cuenta el funcionamiento de las bombas centrifugas, el sistema de micro filtración y el consumo de combustible de la caldera.

Con lo que respecta al consumo de electricidad, se determinó a partir del funcionamiento, de las 6 bombas centrifugas de 5m³/h funcionando 10 horas diarias, de las dos bombas de succión de 30m³/h con 10 horas diarias y el sistema de filtración con 10 horas diarias de operación. Generando un consumo de 18 KW/h y un consumo mensual aproximado de 5300 KW.

Para determinar el costo mensual se utilizó la tabla de valores que ofrece el sitio de EDEA.

· T2 - MEDIANAS DEMANDAS

(de 10 KW a menos de 50 KW de demanda)

	T2BT	T2MT	
CARGO FIJO	863,37	1308,14	\$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	261,51	197,84	\$/KW mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	181,08	153,83	\$/KW mes
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA EN PICO	2,7342	2,6748	\$/KWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA FUERA DE PICO	2,6100	2,5828	\$/KWh

Imagen 9.2.1: Cuadro tarifario de energía. ENEA

Utilizando estos valores y el consumo mensual aproximado, el proyecto tendría una tarifa de 20.000 pesos argentinos.

Con respecto al consumo de combustible (gas natural o fuel oil) primero determinamos el consumo y el gasto que tendría el proyecto si se utiliza gas natural como fuente de combustible para la caldera y luego se analizó cuantos m³ de fuel oil serían necesarios.

Una caldera de 500.000 Kcal de capacidad térmica tiene un consumo de 50 Nm³/h de gas natural, si la caldera funciona a máxima potencia por 5 horas, tendría un consumo mensual aproximado de 13650 Nm³ de gas natural. Según los datos ofrecidos por ENER GAS para la región de la Provincia de Buenos Aires y con el consumo establecido la tarifa mensual de gas sería de aproximadamente 204.000 \$.

Utilizando la tabla de conversión energética del sitio www.conecta-gas.es. Que relaciona distintos tipos de energía, determina que 1 m³ estándar de gas natural es igual 1.0336 L de fuel oil. Para el proyecto rondaría los 14100 litros mensuales de fuel oil o 14,1 m³. Es decir, que con un tratamiento mensual de los líquidos de sentinas de un buque quedaría satisfecho la necesidad de combustible para la planta.

9.3 Costo del tratamiento y Venta del Fuel oil recuperado.

Al ser un proyecto de tratamientos de efluentes para terceros, la viabilidad del proyecto se financia con estos dos factores: el costo del tratamiento y la venta del fuel oil recuperado.

9.3.1 Costo del tratamiento

Al ser un mercado **internacional** el tratamiento de los efluentes de los buques, se debe respetar las tarifas típicas para estos en el resto del mundo y en Argentina. Y comparar con el costo mensual de la planta para ajustar este valor.

Es costo mensual de la planta de tratamiento teniendo en cuenta es costo de operación (10500 USD) y el consumo de energía (3200 USD), da un total de 13700 USD/mes, sin utilizar el combustible recuperado en el proceso.

En el puerto de Puerto Madryn existen dos empresas que descargan y tratan estos tipos de residuos las cuales tiene un cuadro tarifario el cual presenta diferentes precios de descarga según el volumen a tratar.

CORRIENTE	PRECIO (\$) x Litro/Kg		MINIMO A FACTURAR
Y9	\$ 19,19 + IVA	Litro	Hasta 4.000 Lts
	\$ 17,43 + IVA	Litro	4.000 Lts –15.000 Lts
	\$ 16,70 + IVA	Litro	Mayor a 15.000 Lts

Nota: El volumen mínimo a facturar por operación será de 3.000 lts.

Imagen 9.3.1.1: Cuadro tarifario de la empresa Quimiguay. Con fecha 1/04/2019

Dolarizando la tarifa se obtiene que el precio para descargas de mas de 15m³, es de 23,85 USD/m³

Presupuesto	
Descripción	Precio
RESIDUOS Y8 – Y9 BUQUES PESQUEROS – HASTA 10.000 LITROS	\$16,67 + IVA x litro (son pesos dieciséis con sesenta y siete centavos más IVA por litro)
RESIDUOS Y8- BUQUES PESQUEROS - MAS DE 10.000 LITROS	\$15,94 + IVA x litro (son pesos quince con noventa y cuatro centavos más IVA por litro)
TASA PORTUARIA	\$ 231,48 + IVA (son pesos doscientos treinta y uno con cuarenta y ocho centavos más IVA)
CONTENEDORE DE 7 m ³ DE CAPACIDAD RESIDUO COMÚN	\$ 2.990 + IVA x 3 días (son pesos dos mil novecientos noventa más IVA por 3 días)
DIA ADICIONAL DE CONTENEDOR DE RESIDUO COMUN	\$ 398 + IVA (son pesos trescientos noventa y ocho más IVA)

Con el Servicio de achique de Y8-Y9 (todo y/o sentina) se bonificará 1 contenedor de residuos asimilables a urbanos

Imagen 9.3.1.2: Cuadro tarifario de la empresa Patagonia Ecológica. Con fecha 4/06/2019

Dolarizando la tarifa se obtiene que el precio para descargas de residuos Y9 para mas 10m³, es de 23,85 USD/m³.

Estas tarifas corresponden a la descarga de buques pesqueros, los cuales los liquidos de sentinas tiene una composicion mayor de agua.

En el plano internacional se analizaron el cuadro tarifario de distintos puertos de España. La autoridades portuarias le cobran al buque una tarifa fija según se arquea bruto, la cual se cobra independientemente que el buque descargue sus residuos o no.

En el Puerto de Valencia, esta tarifa habilita a descargar sus residuos dentro de los primeros 7 días de escala. En caso de descargar dentro de esa semana, la autoridad portuaria de aborana a las empresas prestadora del servicio un importe por m³ retirado de 31,05 euros.

Si se descarga despues de la primera semana de escala, el buque abonara directamente a la empresa prestadora de servicio, las cuales presentan el siguiente cuadro tarifario.

a) Recogida en tierra mediante camión:

Recogida en muelle: 35,84 € / m³

b) Tarifa de bombeo:

1ª hora de bombeo 120,20 € / hora

2ª hora de bombeo y siguientes 60,10 € / hora

Tarifas de las empresas URBAMAR LEVANTE RESIDUOS INDUSTRIALES, S.L. y MARPOLES DEL ESTE, Puerto de Valencia.

En el puerto de Marin despues de los 7 días de escala los buques que no descarguen deberan abonar una tarifa fija de 81 euros/m³.

El puerto de Ferrol tiene tres empresas que reciben estos tipos de reciduos y tiene la siguiente tarifa.

GT DEL BUQUE	M ³ DE RESIDUO LÍQUIDO	TARIFA MÁXIMA (€)
Buques mayores de 400 toneladas de arquea bruto	Hasta 5m ³	470
	de 5m ³ a 10m ³	842
	de 10m ³ a 15m ³	1.172
	de 15m ³ a 20m ³	1.442
	de 20m ³ a 25m ³	1.985
	Cada m ³ sobre 25m ³	30
Buques menores de 400 toneladas de arquea bruto	Tarifa proporcional a la potencia del motor	Por cada H.P de potencia de motor 0,15

Imagen 9.3.1.3: Cuadro tarifario de las empresas MARPOL FERROL, S.L. y NAVANTIA, S.A del Puerto de Ferrol, España. Con fecha 10/2016

MARPOL I (TIPO C)	FORESTAL DEL ATLÁNTICO	
Por tiempo de estancia	Hasta 4 horas	0€
	Precio por hora a partir de la hora 5	263,3€/ hora
Por volumen descargado	Por recepción de hasta 5 m ³	495,0€
	Por recepción a partir de 5 m ³ a 10 m ³	886,79€
	Por recepción a partir de 10 m ³ a 15 m ³	1234,35€
	Por recepción a partir de 15 m ³ a 20 m ³	1518,71€
	Por recepción a partir de 20 m ³ a 25 m ³	2090,6€
	Por recepción a partir de 25 m ³	31,60€/m ³

Imagen 9.3.1.3: Cuadro tarifario de la empresa FORESTAL DEL ATLANTICO del Puerto de Ferrol, España. Con fecha 10/2016

En ambos casos presentan un valor fijo para una determinada cantidad de m³ y un valor variable para volúmenes mayores a 25 m³.

La tarifa que impone la empresa SERTEGO en el Puerto de Almería son:

Tarifa 1: Retirada de residuo hasta 15 m³, 29,30 €/m³

Tarifa 2: Retirada de residuo para cantidades superiores a 15 m³, 24,70 €/m³.

½ Hora de equipo de bombeo aspirador-impulsor con una capacidad de bombeo de 5 m³ /hora, en caso de no disponer de ello el buque, 92,00 €/ ½hora.

En el Puerto de Málaga la tarifa máxima que se cobra por el servicio de recepción de estos residuos es de 31 euro/m³ con un mínimo de facturación de 5 m³. En el caso de utilizar el sistema de bombeo del prestador se debe abonar 180 euros.

Las tarifas máximas que dispone la Autoridad portuaria de Puerto de Bahía de Cádiz para la descarga de estos residuos son:

Hasta 15 m³: 30,52 €/m³

Más de 15 m³: 25,43 €/m³

Cuando el buque no disponga de medios de bobeo se aplicará una tarifa adicional de 122,07 €/hora.

Con caudal de trasiego inferior a 5 m³ /hora la tarifa será de 122,07 €/hora.

Las autoridades de los puertos de Las palmas y Huelva tienen una tarifa de 66,75 euros/m³ y 61,95 euros/m³ respectivamente.

Promediando las tarifas de las distintas entidades portuarias españolas, se obtiene una tarifa promedio de 42,6 Euros/m³ o 46,63 USD/m³ (las tarifas que eran diferenciadas por cantidad de volumen se consideraron las tarifas para los mayores volúmenes).

Teniendo en cuenta la actividad portuaria mensual en el Puerto Quequén (20 buques/mes) y el costo total de operación se propone el siguiente cuadro tarifario.

Cuadro Tarifario Puerto Quequén		
Volumen descargado (m3)	Tarifa	
x < 15	500	USD
15 < X < 30	900	USD
X > 30	27	USD/m3

Tabla 9.3.1.1: Cuadro tarifario del Puerto Quequén.

Como el inicio del sistema de tratamiento está diseñado con un caudal específico se va sumar el abono de la succión de los líquidos, 175 USD/hora.

Otra tarifa de recargo, es la colocación de una barrera de contención a la hora de descarga de los residuos para evitar posibles contaminaciones en el caso de algún accidente a la hora de descarga. Que tiene un valor de 50 USD/servicio.

Los barcos que amarren y descarguen sus residuos en el lado de Necochea, deberán abonar una tarifa de 300 USD/servicio, por la utilización del camión cisterna.

Con estos valores nos aseguramos de cubrir los gastos mensuales que existen en el proyecto.

9.3.2 Venta del Fuel oíl recuperado.

El fuel oíl recuperado no presenta una gran calidad como combustible, necesitando un tratamiento posterior, como puede ser, una centrifuga para deshidratar al mismo. El precio de venta del mismo va a ser un porcentaje menor al que se comercializa en las estaciones de servicio. Vale aclarar que un porcentaje del combustible recuperado será utilizado como combustible del proyecto.

El valor del fuel oíl es muy variable durante los años, pero hay una leve tendencia a que su precio siga aumentando. Hoy el fuel oíl tiene un precio cercano a 388 USD/tm (tonelada métrica), analizando los últimos dos años, el precio promedio es de 456

USD/tm, estos datos fueron provistos por la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA).

Para facilitar el análisis convertimos las toneladas métricas a m³ una tm de fuel oíl es igual a 0.839 m³. Entonces el precio actual es de 462 USD/m³ y el valor promedio es de 543 USD/m³.

Reduciendo el valor actual del fuel oíl en un 30 % (323,4 USD/m³), se analizó el beneficio máximo que se puede obtener, se lo comparo con una actividad normal de la planta y con el peor de los casos.

El beneficio máximo, escenario optimista, se determinó suponiendo que los 20 buques promedio que hacen escala en el Puerto Quequén, y se recupera 30m³ de Fuel oíl.

El escenario promedio se calculó utilizando la función de Excel, **aleatorio.entre**, en un rango de valores de 5 y 15 m³ de Fuel oíl recuperado.

Lo mismo se utilizó para el escenario pesimista, pero con valores entre 0 y 5 m³.

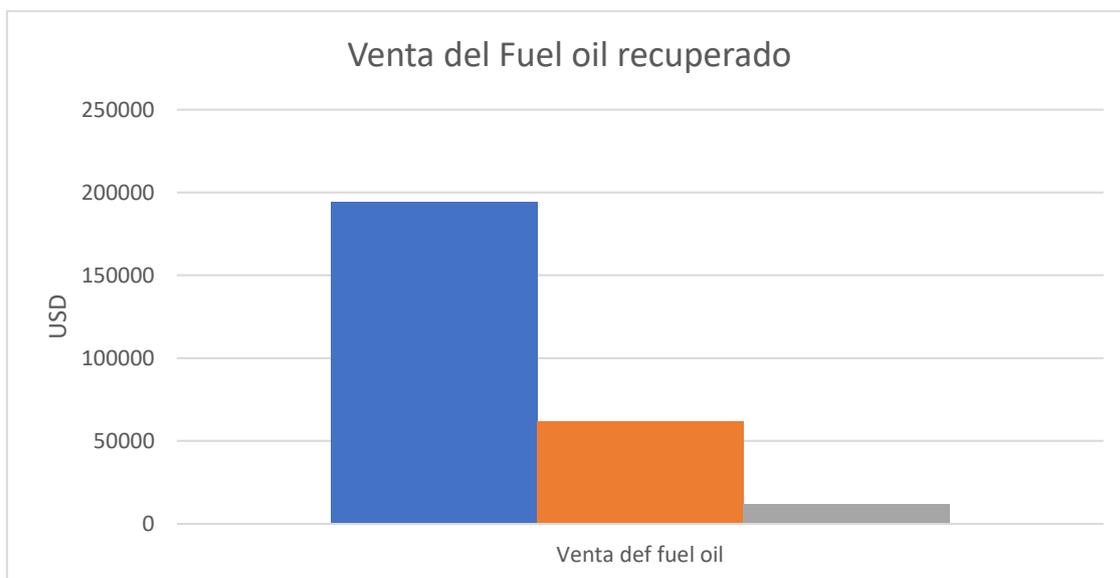


Grafico 9.3.1.1: Beneficios comerciales de la venta de Fuel oil recuperado.

Para el análisis Playback, es decir, en cuanto tiempo se recupera la inversión inicial, se utilizó el valor de beneficios por la venta del fuel oíl recuperado y el benéfico por la tarifa de descarga de los residuos oleosos para el peor de los casos. Esto se debe a que actualmente en Argentina no existe la obligatoriedad de descargar este tipo de efluentes, como si sucede en España.

Analizando las actividades portuarias y de descarga de estos líquidos, de los puertos españoles. Se concluyó que no es comparable la actividad portuaria, dado que anualmente en un puerto chico español se reciben alrededor de mil buques, cuando en el puerto Quequén lo máximo que se obtuvo fue casi trescientos buques. Si bien en buques del tipo granelero la actividad es semejante en los puertos españoles y el del proyecto, pero por la legislación que tienen, todos los buques que amarran abonar la tarifa cuando hacen escala en un puerto español.

Entonces para hacer el análisis económico, se utilizó el valor obtenido en el estudio realizado por el Observatorio de Puertos Españoles, en cual se analizan distintas terminales portuarias y su porcentaje de descarga de los residuos líquidos MARPOL.

El mínimo de descarga lo tiene el Puerto de Santander con un promedio de 11 m³/servicio, el cual es valor máximo de descarga para el análisis de los beneficios obtenidos para el peor de los casos.

Para realizar el estudio de Playback se analizaron dos situaciones, una con consumo de gas natural y otra con reutilización del fuel oil para calentar el efluente.

En ambos casos se utilizaron las siguientes condiciones, se consideró actividad en el peor de los casos (20 barcos promedio). Se supuso un incremento anual del 10% de los beneficios (tratamiento y venta del fuel oil) y de los costos (operación y consumo de energía), tratando 860 m³ de líquidos oleosos y recuperando aproximadamente 430 m³ de fuel oil para el primer año

Primera situación con consumo de gas:

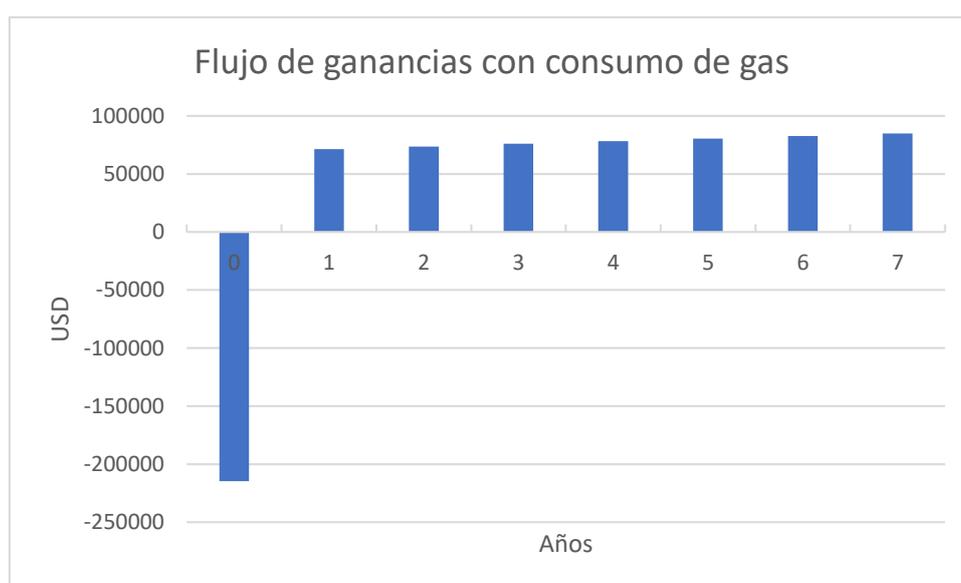


Grafico 9.3.1.1: Flujo de ganancias del proyecto.

Para este caso el retorno de la inversión se obtiene en 2,9 años. Considerando las dos etapas construidas el mismo año.

Segunda situación: reutilización del fuel oil

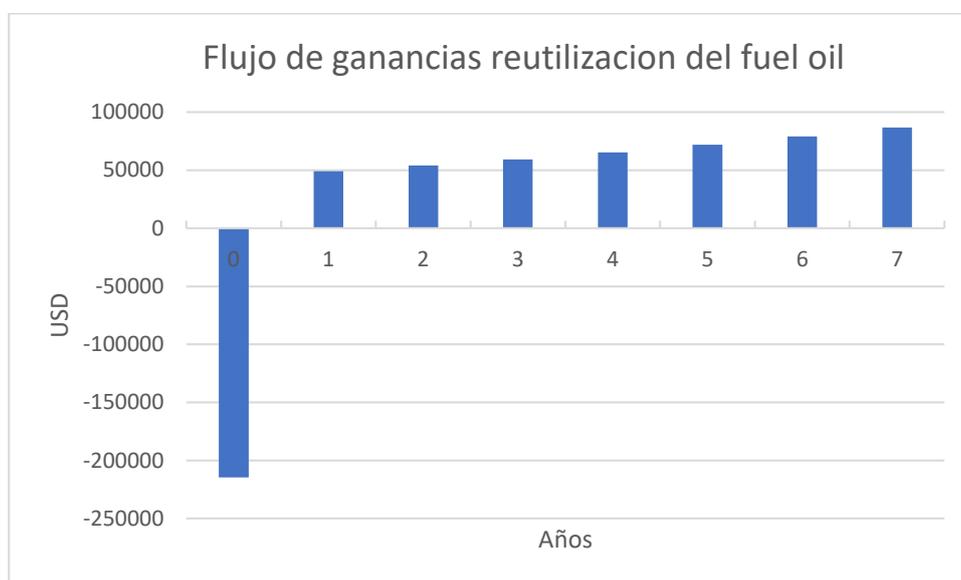


Grafico 9.3.1.2: Flujo de ganancias del proyecto

Para este caso el retorno de la inversión se obtiene en 4,1 años. Considerando las dos etapas construidas el mismo año

Se concluye que el proyecto tiene una viabilidad económica independientemente de la legislación actual en Argentina. Para una recuperación temprana de la inversión conviene el caso n°1, una vez recuperada conviene la situación n°2, dado que, si existe un cambio en la política ambiental portuaria haría que el beneficio económico de las plantas de tratamientos de estos líquidos sea aún mayor, por mayor volumen de tratamiento.

Capítulo 10

Evaluación de impacto ambiental de la Planta de tratamiento de Líquidos de sentinas de los buques mercantes del Puerto Quequén.

10.1 Antecedentes

El proyecto consiste en construcción, montaje, puesta en marcha y operación de la planta de tratamiento de líquidos de sentina de los buques mercantes, emplazada en la terminal portuaria del Puerto Quequén y la comercialización del fuel oíl recuperado.

Basado en la normativa vigente de la Provincia de Buenos Aires, sobre la Radicación Industrial ley 11.459 y su decreto reglamentario 531/2019. Es necesario calcular el Nivel de Complejidad Ambiental (NCA) para poder determinar la categoría de la industria que se quiere instalar.

El NCA se calcula como:

$$(NCA) = Ru + Lo + Di + Ef Re Em + Sp \quad \text{Ecuación 10.1.1}$$

Donde los componentes de la fórmula para su determinación son:

Ru: Rubro o Actividad.

Lo: Localización del Establecimiento.

Di: Dimensionamiento.

Ef Re Em: Efluentes, Residuos y Emisiones.

Sp: Sustancias Peligrosas empleadas.

Rubro: al ser una planta de tratamiento de residuos peligrosos entra en el tercer grupo y suma un puntaje de 23.

Localización del Establecimiento: al estar ubicado en jurisdicción portuaria, no suma puntos

Dimensionamiento: Se refiere a la potencia instalada y la superficie ocupada, en nuestro caso se suma 1 punto por la potencia (de 500 hp a 2000 hp) y ningún punto por la superficie ocupada

Efluentes, Residuos y Emisiones: Por generar residuos semisólidos (barros de hidrocarburos) se suma un puntaje de 3 puntos, por generar efluentes líquidos que no requieren un tratamiento, 1 punto, por generar emisiones gaseosas de vapor de agua, 1 punto.

Sustancias Peligrosas empleadas: por manipular sustancias peligrosas se suma 3 puntos.

Dando un Nivel de Complejidad Ambiental de 32 puntos, es Considerada una industria de tercera categoría.

Por lo tanto, es obligatorio presentar la Evaluación de impacto ambiental, para obtener el certificado de aptitud ambiental y la habilitación provincial.

10.2 Metodología

Para la realización del estudio se tuvo en cuenta la normativa vigente a nivel nacional y provincial. Se procedió a realizar un diagnóstico del estado actual del ambiente partiendo de una línea de base considerando los factores ambientales correspondientes al medio físico, biológico y antrópico. Dichos componentes se desarrollaron mediante la recopilación de los antecedentes y búsqueda de información disponible sobre la actividad y el área afectada directa e indirectamente. A partir de la recopilación de datos se identificaron las actividades y sus impactos ambientales, los cuales fueron ponderados para luego proceder a determinar las acciones de mitigación a implementar para su control.

10.3 Evaluación ambiental del área de estudio

Para el desarrollo de la evaluación ambiental del área de estudio, se determinó las áreas de influencia directa (AID) e indirecta (AII). Que nos sirven para poder analizar las características socioeconómicas y del medio ambiente que pueden ser impactadas por el desarrollo del proyecto.

El AID del proyecto es el lugar donde se ubica la planta y las localidades donde esta ubicaba la terminal portuaria de Quequén, es decir, las ciudades de Necochea y Quequén. Como AII se estableció el partido de Necochea y los partidos limítrofes que utilizan la terminal portuaria.



Imagen 10.3.1: Área de influencia directa del proyecto.

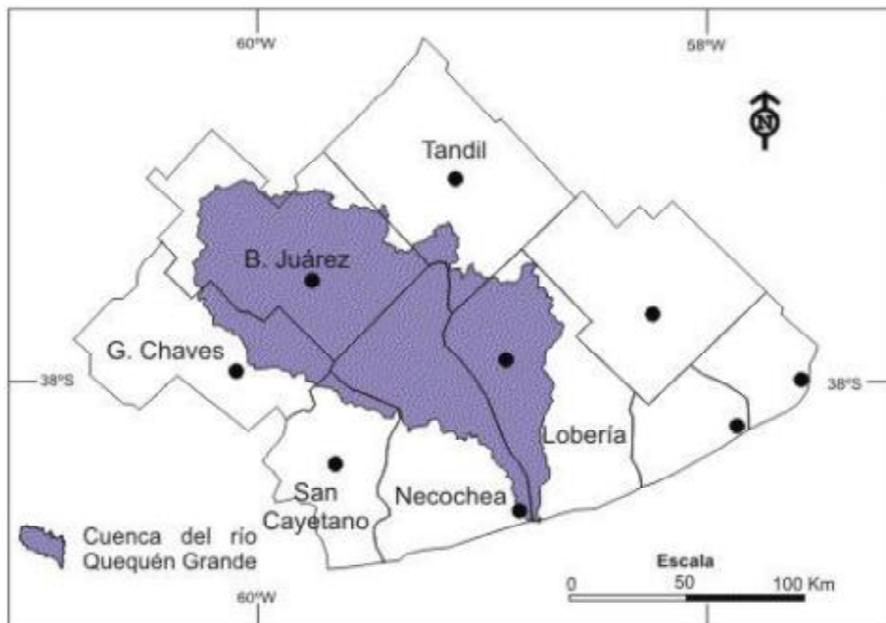


Imagen 10.3.2: Área de influencia indirecta del proyecto. Cuenca del río Quequén Grande. Zonificación agroecológica de la cuenca del río Quequén Grande, Patricia Vázquez, 2013.

10.3.1 Medio Socioeconómico.

El partido de Necochea cuenta con una superficie de 4792 km² y está compuesto por las siguientes localidades.

Partido de Necochea			
Localidad	Censo		
	1991	2001	2010
Claraz	720	733	639
Energía	-	-	63
Juan N. Fernández	2771	2886	2721
Necochea - Quequén	73331	80029	84784
La Dulce	2013	1978	2131
Ramón Santamarina	606	473	430
Zona rural	5140	2997	2165

	Población total	Sexo	
		Varones	Mujeres
Total	92.933	44.420	48.513

La población total del partido al año 2010 es de 92933 personas. Siendo Necochea y Quequén las localidades más pobladas.

Se estima que para el 2020 la población del partido alcance las 95500 personas.

Según los datos obtenidos en el censo del 2010 en el partido hay un total de 31425 hogares los cuales el 92% cuenta con red de agua potable, y el 76,5% cuenta con sistema de cloacas. Estos valores están muy por encima del promedio de la provincia de Buenos Aires que son del 78% y 50% respectivamente. Vale aclarar que los desechos cloacales de la ciudad de Necochea y Quequén son dispuestos en el Mar Argentino sin un tratamiento previo.

10.3.1 Clima Regional

Temperatura

La temperatura media anual de la región ronda entre los 13 y 15° C. La distribución de las isotermas es aproximadamente latitudinal. Las temperaturas descienden hacia el centro de la provincia por la influencia del aumento del relieve dada

por el Sistema de Tandilia. El océano tiene un efecto moderador de las temperaturas tanto en los inviernos como en el verano.

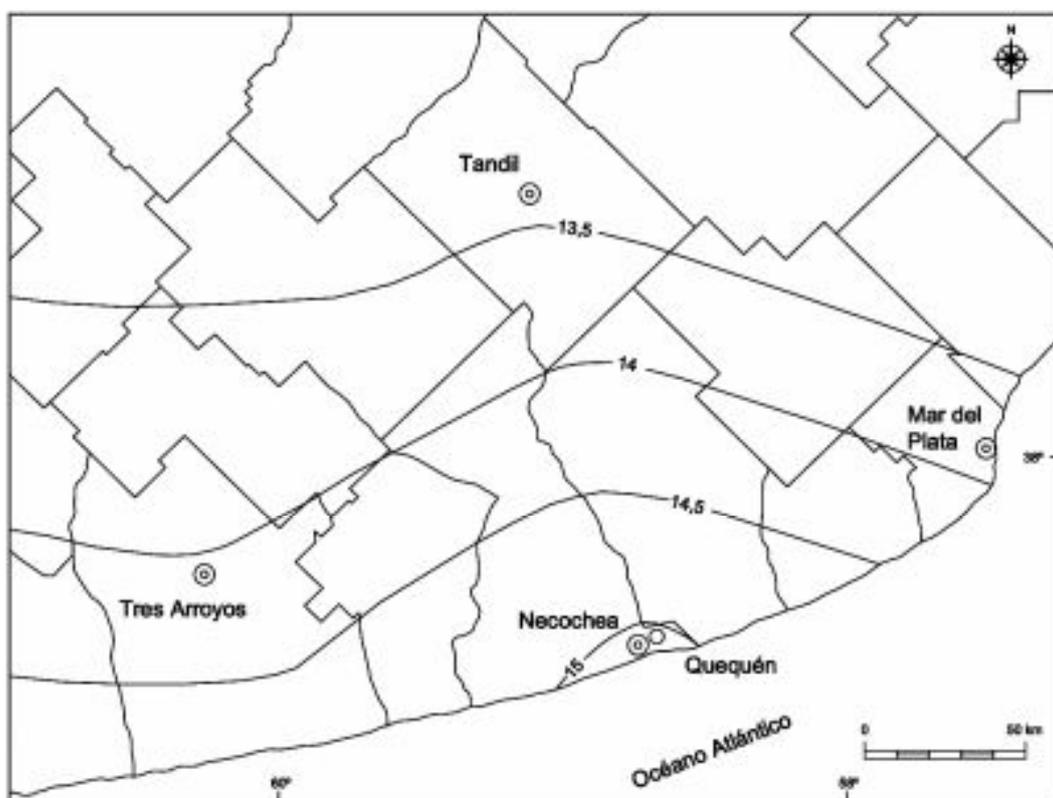


Figura 10.3.1.1. Distribución de las isotermas.

Enero es el mes más caluroso con una temperatura media de 20 a 22°C y julio el mes más frío con valores de 6 a 9,4°C, otoño y primavera presentan temperaturas semejantes siendo las de este último algo superior.

Precipitación

El área de estudio presenta la distribución general de las precipitaciones medias del sector oriental del país, en la cual las mismas disminuyen de E a W y de N a S debido a la disminución del dominio del centro de alta presión del Atlántico Sur en dicho sentido.

Las Sudestadas en el sector costero pueden producir precipitaciones que han alcanzado en ocasiones los 150mm en 36 horas, aunque las lluvias pueden extenderse por varios días. El sistema serrano de Tandilia también ha registrado eventos de tormentas con valores medios de 100 a 200 mm semanales.

Las mayores precipitaciones se registran en verano, en los meses de enero y febrero y a comienzos del otoño, con valores cercanos a los 300 mm. La estación más seca es el invierno (120 a 170 mm) y los meses con menores valores son julio y agosto.

Durante la primavera y el otoño las precipitaciones varían entre 200 y 250 mm si bien en primavera son algo inferiores. En Necochea-Quequén las estaciones invierno y primavera poseen valores medios muy similares los cuales rondan los 200mm, aunque se ha verificado que agosto es el mes más seco.

La precipitación media es 906,3 mm y se destaca la variabilidad entre décadas. Se han observado ciclos de 5-6 años de duración en el monto de precipitaciones anuales en los cuales las mismas aumentan hasta alrededor de los 1000 mm y disminuyen hasta los 700 mm anuales

Humedad relativa

Los menores valores se manifiestan en diciembre (oscilan de 56 a 75%) y aumentan gradualmente hasta el mes de junio (79-83%), cuando se observan los máximos. La humedad comienza a descender, hacia finales del invierno y a comienzos de la primavera se mantiene constante y luego continúa decreciendo hasta el verano.

Viento

El encuentro de las masas de aire de los anticiclones del Atlántico y del Pacífico Sur provoca que se manifiesten vientos de diversas direcciones con distintas frecuencias y velocidades a lo largo del año. En cuanto a la velocidad media anual del viento, Necochea-Quequén presenta valores de 17,8km/h. En los meses estivales se manifiestan los vientos más intensos en la región, en segundo término, la primavera con valores inferiores en alrededor de 1km/h, las velocidades medias del viento en invierno y otoño son muy similares.

Predominan ampliamente los vientos del sector N con frecuencias del 27,7% y 30,3%, respectivamente, en segundo lugar, se manifiestan los vientos del noroeste. Del análisis de frecuencias de direcciones del viento, se desprende que en la región predominan las masas de aire provenientes del anticiclón del Atlántico Sur. A pesar de ello, se ha observado que, hacia el oeste de la región, van cobrando importancia las frecuencias de los vientos del sector W en detrimento de los provenientes del E. Las velocidades medias los vientos muestran que en sentido SW y SE son los más fuertes con valores de 23 a 18 km/h.

10.3.3 Geología y geomorfología

El área de estudio se encuentra en la ecorregión de las Pampas, éste es un sistema de praderas con una superficie total de 540.000 km², su relieve es una planicie con suave pendiente hacia el Océano Atlántico. Existen suelos aptos para la agricultura

y la ganadería, con precipitaciones anuales promedio de 1000 mm. Y temperaturas que oscilan entre 14 y 20°C.

La Región Pampeana se subdivide en 6 subregiones, Según la clasificación de en “La Situación Ambiental Argentina 2005” de Fundación Vida Silvestre Argentina, el área de estudio se encuentra en la subregión Pampa Austral.

La Pampa Austral se caracteriza por ser una pradera llana con suave declive al mar y suelo fértil, está atravesada por un cordón serrano, el sistema de Tandilla con suelos no aptos para la agricultura pero que alberga una amplia diversidad de especies y ofrece un paisaje de valor ambiental y turístico. El clima es templado, con temperatura media de 14 °C y lluvias todo el año, con un promedio anual de 800 a 900 mm.

El Distrito Pampeano Austral, que se extiende por el sur de Buenos Aires, desde las Sierras Septentrionales (Olavarría, Tandil y Balcarce) hasta Bahía Blanca, incluyendo las Sierras Australes. Se caracteriza por ser una llanura horizontal o suavemente ondulada con serranías que alcanzan altitudes máximas de 500 msm en Tandilia y 1200 msm en Ventania. La vegetación originaria es la pseudoestepa de gramíneas con dominancia de los géneros *Stipa* y *Piptochaetium* (CABRERA, 1976), la cual ha sido sustituida en más del 50% por agroecosistemas. Este hecho se vincula con la presencia de suelos con aptitud para el desarrollo de esas actividades.

Los suelos del área integran, en su mayoría, el Orden Molisoles. En las áreas serranas se destacan los suelos pertenecientes al Subgrupo hapludoles líticos, en las áreas periserranas y lomas los argiudoles típicos y en las áreas planas y anegables dominan los natracuoles típicos.

Los suelos que pertenecen al grupo de los Argiudoles, presentan una disminución gradual en el contenido de arcilla, en sentido este-oeste. Manifiestan, además, ausencia de tosca por encima del metro de profundidad, lo cual confiere al suelo mayor capacidad para almacenar agua y en consecuencia menores limitaciones para los cultivos de verano.

Particularmente las ciudades de Necochea y Quequén pertenecen al sistema de dunas costeras bonaerenses un ecosistema terrestre que se ubica sobre una franja de ancho variable que ribetea las costas del Mar Argentino acompañando al litoral marítimo de la provincia de Buenos Aires, en el centro-este de la Argentina. Se asienta sobre suelos con elevado porcentaje de arena, presentando características geofomas en forma de dunas o médanos, tanto fósiles, los ubicados hacia el interior, como vivos, en las exposiciones más próximas a la ribera marítima.

Estas formaciones de notables características escénicas, cumplen funciones claves en el ambiente costero. Además de poseer una comunidad particular (con algunos endemismos) desempeña irreemplazables funciones de protección costera frente a la erosión por el oleaje marino (particularmente durante las tormentas), y garantiza constantes aportes de arena que implican el natural reabastecimiento de las playas, lo que permite que estas sean amplias (ideales para el turismo de tipo balneario y de recreación) incluyendo la función de captación en acuíferos costeros del agua de lluvia.

Los cordones dunícolas que lo conforman se distribuyen en su totalidad en la provincia de Buenos Aires, contorneando las costas del Mar Argentino del océano Atlántico. Constituye una lonja arenosa recostada sobre el litoral de una longitud aproximada de 600 km, con proyecciones hacia el sur por otros 250 km. La anchura generalmente va desde varios cientos de metros hasta 8 kilómetros (en el campo de dunas de Coronel Dorrego). Los médanos de la región se formaron como resultado de 3 generaciones sucesivas, siguiendo un patrón a escala global asociado a los ascensos y descensos del nivel marino

En estos cordones dunícolas se diferencian dos segmentos. El segmento del área de estudio arranca a pocos kilómetros al sur Miramar, y continúa hacia mayores latitudes en dirección sudoeste y luego este, hasta alcanzar la zona próxima a Bahía Blanca, donde el cordón dunícola es interrumpido por un sistema estuarial. En algunos sectores, la continuidad de esta barrera se ve entrecorta por la presencia de acantilados erosionables, ubicados principalmente en el tramo Mar Chiquita-Miramar, en las inmediaciones de Necochea y en las barrancas al oeste de Pehuen-Có. Interrupciones más puntuales se producen más frecuentemente por causa de las desembocaduras en el mar de arroyos y ríos que nacen en las laderas de los sistemas de Tandilia y Ventania o en la pampa interpuesta entre ambos.

En esta sección los médanos están mayormente colgados sobre acantilados bajos limo-arenosos, con origen en el Plioceno-Pleistoceno.

Esta región está formada por campos de dunas que abarcan un total de 1428 km². El proceso de transformación de dunas por fijación natural se encuentra en diferentes estadios, por lo que se observan barjanes, dunas parabólicas, campos de muy baja actividad con extensos espacios interdunales, campos de arena con discontinuas dunas parabólicas o montículos.

10.3.4 Recurso Hídrico.

Superficial

El río Quequén Grande tiene su origen en el sistema serrano de Tandilla. El río tiene una longitud de 180 km, un ancho que varía entre 150 y 200 m, una profundidad mínima de 1.80 m y un importante número de afluentes organizados en una red de estructura dendrítica. La cuenca de alimentación presenta varios cursos intermitentes y permanentes con dirección general N-S. El arroyo Quequén Grande se origina en la confluencia de los arroyos Medio Campo y Yehuinco en el Partido de Benito Juárez. Por medio de numerosos tributarios recoge las aguas de las sierras de Tandil y La Tinta. En su camino al mar recibe las aguas de los arroyos Calangueyú, Calaveras, Pescado Castigado (entre Benito Juárez y Gonzáles Chaves), Dulce y Manantiales. El arroyo se transforma en río al encontrarse con el arroyo Quequén Chico enriquecido por las aguas del arroyo Quelencitá. El río acrecienta su caudal con el afluente Tamangueyú que recibe a su vez las aguas de los arroyos De Las Mostazas y De los huesos. A unos 19 km del mar, a la altura del paraje Las Cascadas, el río recibe al Arroyo Seco para luego seguir su curso hacia el Mar Argentino donde desemboca en forma de estuario atravesando las ciudades de Quequén y Necochea. Las últimas cascadas de las muchas que presenta en su recorrido se encuentran a 13.87 km de la desembocadura, y constituyen el sitio más alejado en el que se detecta la influencia de la marea, marcando la cabecera del estuario.

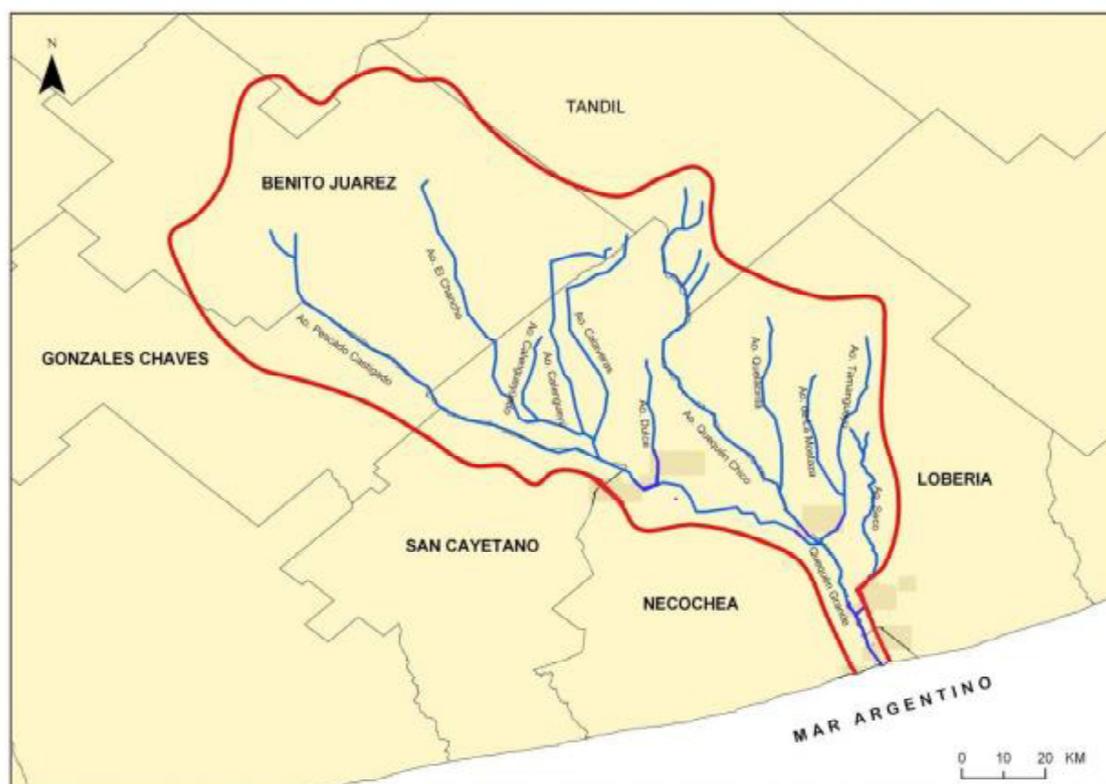


Figura 10.3.5: Recursos hídricos de la cuenca del Rio Quequén.

La calidad del rio Quequén fue desarrollada en el Capítulo 3.

Subterráneo

De acuerdo a las características hidrogeológicas pueden establecerse dos unidades interrelacionadas, los acuíferos Epiparaniano y Paraniaco, sobrepuestos al Basamento Impermeable

El Epiparaniano constituye un acuífero multiunitario, se ubica por debajo del nivel freático. La capa freática o libre es la principal fuente de aprovechamiento, tanto para la agricultura/ganadería como para consumo humano. La capa freática en poblaciones más importantes puede sufrir contaminación por su alta explotación, en la provincia de Buenos Aires Obras Sanitarias, trata de explotar niveles productivos semiconfinados para evitar parte de las contaminaciones más comunes que se producen en las capas superficiales.

Se distinguen dos zonas bien definidas en cuanto al comportamiento del agua subterránea. La primera de ellas es la que comprende los afloramientos del Basamento Impermeable, predominantemente en los ambientes serranos, integrado por rocas acuífugas que acumulan agua donde están afectadas por porosidad secundaria. Pueden distinguirse zonas sin agua subterránea, las cuales corresponden a las partes

elevadas, y zonas medianamente ricas y ricas en aguas subterráneas en las porciones intermedias y bajas del relieve.

La segunda zona comprende el ambiente cubierto por sedimentos con porosidad primaria. El agua subterránea en estas áreas presenta características más o menos similares en los distintos puntos en consideración, y se constata la existencia de verdaderas capas de agua, en las cuales el movimiento es laminar; la profundidad del nivel freático presenta pocas variantes de un lugar a otro, y las posibilidades de explotación no presentan variantes extremas.

La morfología de la superficie freática se ve influenciada por la topográfica del terreno, se observa que la superficie piezométrica presenta curvas apretadas bordeando a los cordones serranos, en el sistema de Ventanía, la pendiente se distribuye radialmente hacia las depresiones donde finalmente descargan las aguas del subsuelo. Así se observan dos pendientes perfectamente individualizadas, una hacia la depresión diagonal de las lagunas alineadas y otra en dirección a la costa atlántica. Sin embargo, en la parte central aproximadamente, se observa que, si bien la pendiente continúa paralela a las serranías y a las bajadas del pie de monte, a partir de la cota 220 metros, la tabla de agua cambia la dirección del escurrimiento; su causa fundamental es la influencia de la llanura alta. Debido a este fenómeno la dirección del flujo se desvía hacia la costa atlántica o en dirección de la depresión del Vallimanca. Se pueden distinguir claramente cuatro sectores de predominio de recarga o alimentación de las aguas subterráneas. Los dos principales por su extensión corresponden a los dos ambientes serranos, e incluyen el flanco nororiental del sistema de Ventanía y el suroccidental del sistema de Tandilia. Una tercera área de alimentación se encuentra en la parte central, que coincide aproximadamente con la línea férrea donde se ubican las estaciones ferroviarias Paragüil y Las Hermanas, en el ramal que une Coronel Pringles con Laprida. Por último, el cordón medanoso costero, constituye otra área importante de recarga la capa freática en el sector de la franja medanosa costera.

Esto se produce por el gran poder de infiltración de las arenas de los médanos para el agua de lluvia; gracias a esta característica granulométrica gran parte de la misma se infiltra directamente a la capa freática, por lo tanto, resulta una carga más efectiva y superior que en la franja norte continental. Por tal fenómeno, como resulta lógico, debe poseer una cota más elevada y por lo tanto en el sector norte de la zona de dunas el agua de la capa freática desciende y empuja a las aguas más salobres. Asimismo, en la parte sur, limítrofe con la franja de dunas, la capa freática por su mayor

altura con respecto al nivel del mar no permite la invasión salina, por lo menos en las capas más superficiales

En la ciudad de Necochea de acuerdo a la perforación efectuada por la Dirección de Hidráulica de la Provincia, se alcanzó la profundidad de 309,7 metros, y se reconoció la presencia de un acuífero a los 25 metros de profundidad, con un espesor de 40 metros, el nivel piezométrico se constató a los 10,6 metros, la capa ensayada posee un rendimiento de 10 m³/h/m y su contenido salino es de 1 gramo/litro

10.3.5 Flora y Fauna

Flora

La vegetación dominante es la estepa de gramíneas, con estepas edáficas sammófilas o halófilas, bosques marginales y diversos tipos de vegetación hidrófila. Predominio de gramíneas cespitosas (géneros Stipa, Poa, Briza, etc).

Prácticamente en la totalidad de las tierras aptas para cultivos se han modificado la vegetación autóctona. Y resto de las tierras con un suelo de menor calidad se usan para la producción de recursos forrajeros y forestales.

Fauna

La fauna es característica de la estepa patagónica, podemos encontrar mamíferos peludos, liebres, vizcachas, roedores, mulitas, zorros, zorrinos y comadrejas, se responden a las exigencias lógicas de la agricultura y la ganadería. También se encuentran aves como perdiz, lechuza, golondrina, gaviota, hornero, gorrión, entre otras. En ríos, en arroyos y lagunas abundan pejerrey, bagre, dentado; en el mar, corvina, pescadilla, tiburón, brótola, cazón, raya, congrio, pez palo y anchoa.

Puntualmente, en el Puerto Quequén existe una colonia de Lobos marinos que viven todo el año, y se ubican principalmente en la rivera del lado de Necochea.



Foto 10.3.5.1: Colonia de lobos marinos del río Quequén

10.4 Evaluación de los impactos ambientales

En este apartado se va a realizar la evaluación de los impactos que genere el proyecto en sus diferentes etapas, la evaluación se va a realizar identificando, valorizando y cuantificando los impactos ambientales, tanto positivos como negativos, que puedan afectar al medio ambiente físico y/o socioeconómico.

Determinar estos impactos, nos permite tomar medidas que minimicen los impactos negativos y maximice los impactos positivos.

Para realizar este análisis, se va a utilizar una matriz de causa-efecto, donde se va a enfrentar las acciones que generan impacto con los factores ambientales susceptibles a ellos.

10.4.1 Identificación de acciones que pueden producir impactos

Se caracterizan tres grupos de acciones que pueden generar impactos sobre el medio ambiente, que son los siguientes, la etapa de construcción, la etapa de operación y posibles contingencias.

Etapa de Construcción

Esta etapa comprende desde, la preparación y montaje de la planta, construcción de las cañerías de recolección de los líquidos, uso de maquinaria pesada, generación de residuos típicos de obra, hasta la demanda de servicios e insumos.

Etapa de Operación

En esta etapa se consideran las acciones típicas de la operación y mantenimiento de la planta de tratamientos de líquidos de sentinas. Como también, la generación de residuos (barros con hidrocarburos), almacenamiento del combustible recuperado, almacenamiento del agua recuperada, consumo de insumos.

Contingencias

Esta etapa comprende todos los posibles accidentes que puedan generar un impacto en el medio ambiente. Posibles incendios y explosiones, desborde de los tanques, roturas en la línea de conducción, pérdida de líquidos en el momento de la descarga.

10.4.2 Factores ambientales

Como se enuncio anteriormente, las acciones de proyecto van a ser comparadas con los distintos factores ambientales que pueden ser susceptibles a estas. Teniendo en cuenta las siguientes especificaciones.

Suelos

Toda acción que afecte las propiedades y aptitudes del suelo, es decir, calidad del suelo, ocupación y topografía.

Recurso Hídrico

Toda acción que afecte las propiedades y aptitudes de los cuerpos hídricos superficiales y subterráneos, es decir, calidad del recurso, caudal, drenaje y nivel freático.

Aire

Toda acción que afecte la calidad del aire, como pueden ser, las emisiones gaseosas, material particulado, olores y ruidos.

Flora

Toda acción que afecte la flora autóctona del medio, desmalezamiento, cambio de especies, etc.

Fauna

Toda acción que afecte a la fauna terrestre, acuática y aéreas.

Economía

Toda acción que afecta que tiene valor monetario directo, es decir, consumo de bienes, servicios e insumos.

Población

Toda acción que afecte a la población local, se van a contemplar tres factores, nivel de empleo, salud y percepción del paisaje.

10.5 Identificación de los Impactos Ambientales

Para la construcción de la matriz de impacto y poder cuantificar numéricamente los impactos generados por cada acción, primero es necesario explicar cómo se va evaluar los mismos.

10.5.1 Construcción de la matriz

Como método de análisis y construcción de la matriz de impacto ambiental se utiliza en método de Leopold. Que consiste en un cuadro de doble entrada donde se enfrentan las acciones con los factores ambientales.

Los atributos son:

Naturaleza: determina el signo del impacto, si es positivo (beneficioso) o negativo (perjudicial).

Naturaleza	
Beneficioso	+
Perjudicial	-

Intensidad (In): Se refiere al grado de destrucción

Intensidad	
Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy alta	8
Total	12

Extensión (Ex): Se refiere al área de influencia, se puede adoptar un valor crítico cuando la ubicación del impacto se produce en un área de elevada importancia ecológica.

Extensión	
Puntual	1
Parcial	2
Extenso	4
Total	8
Crítico	(+4)

Momento (Mo): Determina el plazo de la manifestación, el tiempo entre la acción y la aparición del impacto sobre el factor considerado. Si el tiempo transcurrido es nulo se lo considera crítico, si se produce dentro del año es inmediato, entre uno y cinco años se lo considera mediano plazo y más de cinco años largo plazo.

Momento	
Largo plazo	1
Medio plazo	2
Inmediato	4
crítico	(+4)

Persistencia (Pe): Se refiere a la permanencia del efecto, fugaz implica menos de un año, temporal si es entre uno y diez años y permanente más de diez años.

Persistencia	
Fugaz	1
Temporal	2
Permanente	4

Reversibilidad (Rv): Se entiende como la posibilidad de reconstruir el factor ambiental afectado, que el factor vuelva a las condiciones iniciales por medios naturales. Si es a corto plazo se lo considera en un periodo de tiempo menor a dos años, mediano plazo entre dos y diez años. Y se considera irreversible si no puede volver a las condiciones iniciales de forma natural.

Reversibilidad	
Corto plazo	1
medio plazo	2
irreversible	4

Sinergia (Si): Se refiere a la posibilidad de interacción entre dos efectos, que pueden o no generar una multiplicidad del impacto.

sinergia	
Sin sinergismo	1
Sinérgico	2
Muy sinérgico	4

Acumulación (Ac): Se refiere a la capacidad por la cual los efectos pueden ir incrementando con el tiempo.

Acumulación	
Simple	1
Acumulativo	4

Efecto (Ef): Se entiende a la manera de interaccionar a la acción por sobre el factor, puede ser directa o indirectamente.

Efecto	
Indirecto	1
Directo	4

Periodicidad (Pr): Se refiere a la regularidad de la manifestación, puede ser, irregular, periódica o continua.

Periodicidad	
Irregular	1
Periódico	2
Continuidad	4

Recuperabilidad (Rc): Se refiere a la posibilidad de recuperar las condiciones iniciales por medio de la acción antrópica.

Recuperabilidad	
Recuperable de manera inmediata	1
Recuperable a mediano plazo	2
Mitigable	4
Irrecuperable	8

Para poder determinar la **importancia** de acción sobre el factor ambiental estudiado, se aplica la siguiente ecuación que nos devuelve el valor cuantificado del impacto.

$$I = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RC)$$

ecuación 10.5.1.1

La importancia del impacto varía entre un mínimo de 13 y un máximo de 100, adopta valores intermedios entre 40 y 60.

Impactos con valores de importancia < 25 se los puede considerar como *irrelevantes o compatibles*.

Impactos con valores de importancia entre 25 y 50 se los puede considerar como moderados.

Impactos con valores de importancia entre 50 y 70 se los puede considerar como severos.

10.5.2. Impactos del proyecto

Etapa de construcción

En esta etapa se contemplan las siguientes acciones: movimientos de suelos, construcción de la línea de descarga en la zona de muelles, el movimiento de maquinaria pesada, la construcción de la planta en sí, el consumo de materiales, la generación y almacenamiento de residuos.

Los principales impactos negativos que se generan en esta etapa son hacia el suelo, por todo lo que implica la construcción de la planta y su ocupación, estos impactos no negativos, permanentes, irreversibles y de gran intensidad.

También se generan impactos negativos, pero de menor intensidad a la calidad del aire, la salud de la población y su percepción del paisaje y al recurso hídrico superficial, estos impactos son temporales y reversibles, dado que terminan una vez que se finalizó la construcción de la planta.

Como impactos positivos se consideran el consumo de servicios e insumos y el aumento del nivel de empleo a nivel municipal.

Etapa de operación

En esta etapa se van a considerar las siguientes acciones, la descarga de los líquidos de sentina a la línea de recolección y al camión cisterna, la operación de la planta, el almacenamiento del fuel oíl recuperado y del agua, almacenamiento de residuos y de barros, la venta del combustible, el uso del agua o su descarga al río y el mantenimiento de los equipos. Para realizar el análisis de los impactos se consideraron condiciones normales de trabajo y no se contemplan ningún accidente o contingencia.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, los impactos negativos que se generan son hacia la calidad del aire por los gases y olores que emanan los compuestos con hidrocarburos, estos generan impactos de importancia moderada, si bien tiene una intensidad baja, son de persistencia fugas, reversibles, son acumulables y sinérgicos, entonces hay tomar medidas para mitigar los riesgos, dado que pueden tener un impacto negativo para la salud de los trabajadores de la planta.

Se generan impactos de importancia moderada en suelos en las acciones de almacenamiento de residuos y barros, como también, en el mantenimiento de los equipos. Son impactos de intensidad media, permanentes continuos y acumulativos.

Por último, como impactos positivos se destacan, como en la etapa de construcción la necesidad de insumos y servicios, y el aumento del nivel de empleo directo e indirecto que genera la operación de la planta. También se considera como impactos positivos de la descarga de los líquidos y operación de la planta, disminuyendo así, posibles descargas ilegales de los líquidos de sentinas que son liberados en el mar.

Contingencias

Como contingencias se contemplaron, incendios o explosiones, desbordes de tanques, roturas o pérdidas en las líneas de conducción, pérdidas al momento de la descarga de los líquidos.

En el caso de suceder un incendio y/o explosión, generarían impactos importancia severas, por su gran intensidad y de momento crítico, en la calidad del suelo, del aire y de la salud de los trabajadores, también se generan impactos de importancia moderada en la percepción del paisaje y en el medio biótico.

Si se produce desbordes de tanques, generarían impactos importancia severas por su gran intensidad y de momento crítico, en la calidad del suelo y del recurso hídrico tanto subterráneo y superficial, por la proximidad de la planta a la rívera del río, afectando de gran manera la fauna acuática del mismo. También se generan impactos moderados

en la salud de los trabajadores y en la calidad del aire, por los gases y olores que los hidrocarburos emanan.

Las roturas o pérdidas en la línea de conducción, generan impactos de intensidad moderada, porque, su extensión es puntual. Pero afectarían a la calidad del suelo, agua, aire, salud y la percepción paisajística de la planta.

Por último, las pérdidas que se pueden generar al momento de la descarga de los líquidos, generarían impactos severos, por su alta intensidad, por su extensión, de momento crítico, de carácter irreversible y acumulativo, a la calidad de los recursos hídricos, la fauna acuática de la zona y la percepción de la población hacia la planta.

A continuación, se presenta la matriz de impactos de la planta de tratamientos de líquidos de sentinas.

	Suelos			Recurso hídrico				Aire				Biota		Economía		Población		
	Calidad	Ocupación	Topografía	superficial		subterráneo		Gases	MP	Olores	Ruido	Flora	Fauna	Servicios	Insumos	Nivel de empleo	Salud	Paisaje
				Caudal	Calidad	Drenaje	Caudal											
Construcción	Movimiento de suelo	39						26		23	34	19	+	+	+	17	21	
	Construcción de la línea de descarga		35					24		20			+	+	+	13		
	Movimiento de maquinaria pesada	21								26		19	+	+	+	13	31	
	Construcción de la planta	60	60	34				26	26	25	25	20	+	+	+	18	25	
	consumo de materiales	27			20				23	22				+	+	+		
Operación	Generación y almacenamiento de residuos	25	25			21				22		22	+	+	+	28		
	Descarga de líquidos de sentina (a línea)					+		28	20			+	+	+	+	23		
	Descarga de líquidos de sentina (camión cisterna)					+		30	22			+	+	+	+	23		
	Operación Planta					+		32	23	22		+	+	+	+			
	Almacenamiento de Fuel oil recuperado							27	20					+	+	+	22	
	Almacenamiento de Agua													+	+	+		
	Almacenamiento de residuos y barros	32	28					33	29					+	+	+	28	

10.6 Medidas mitigadora de impactos negativos.

Las medidas de mitigación ambiental, son un conjunto de acciones de prevención, control, restauración, atenuación y compensación de impactos ambientales negativos, con el fin de asegurar el desarrollo sostenible del proyecto y la protección del medio ambiente.

Estas acciones, pueden ser ingenieriles como la construcción de zonas específicas para realizar una actividad, rejillas de contención, taludes, etc., esta tiene un efecto inmediato sobre el impacto que se quiere mitigar. O acciones de mitigación que se conciben en el mediano plazo, como un plan de monitoreo, plan de gestión de residuos, capacitación del personal.

Las medidas mitigadoras de este proyecto se van a diferenciar por etapa, y como las mismas medidas pueden actuar para una misma acción o un mismo factor ambiental, se va a desarrollar en forma de lista.

Etapa de construcción

Como se observa en la tabla 10.5.2.1 en la etapa de construcción los factores ambientales que más se afectan son el suelo, el aire, flora y la percepción del paisaje. Es imposible la mitigación del impacto del suelo por la construcción de la planta, pero los demás impactos pueden ser mitigados con las siguientes medidas:

- Construcción de depósito transitorio de materiales.
- Desarrollar un programa de gestión de residuos.
- Construcción de depósito transitorio de residuos, realizar la separación y almacenamiento adecuado en contenedores o volquetes debidamente identificados.
- Prohibir la quema del pasto removido.
- Humedecer el terreno para evitar levantamientos de polvos y que estos sean depositados en el río.
- Uso responsable del recurso hídrico, cumpliendo con las obligaciones y permisos para su explotación.
- Utilización de maquinaria en buen estado, para evitar ruidos molestos y emanación de gases.
- Realización de las tareas durante horarios diurnos, evitar el tránsito constante de maquinaria y sectorizar las áreas de trabajo, a fin de generar ruidos innecesarios de manera constante.
- Utilización de elementos de protección personal.

- Mantener el orden y la limpieza, a modo de evitar posibles accidentes.

Etapas de operación y contingencias

Como se observa en la tabla 10.5.2.1 en la etapa de operaciones los factores ambientales que más se afectan son el suelo, la calidad del aire y salud de los trabajadores. Para reducir las posibles contingencias de este proyecto, que como vemos tienen un impacto devastador en todos los factores ambientales, se proponen las siguientes medidas mitigadoras.

- Construcción de depósito materiales.
- Desarrollar un programa de gestión de residuos.
- Construcción de depósito de residuos, realizar la separación y almacenamiento adecuado en contenedores o volquetes debidamente identificados.
- Desarrollar un plan de monitoreo de las líneas de conducción y equipos.
- Realizar el mantenimiento de equipos en zonas específicas debidamente indicada y construida para tal fin, el mantenimiento de las líneas de conducción se va a realizar de tal modo, que los líquidos persistentes no entren en contacto con el suelo.
- Construcción de rejillas de contención a lo largo del perímetro del predio para evitar posibles fugas de líquidos al río u otras zonas del puerto.
- Desarrollar un plan de monitoreo de emisión de gases.
- Implementación de un sistema de extracción y de filtros en la zona de residuos
- Implementación de un sistema de control de presión y de gases en los tanques que contengan hidrocarburos o mezcla.
- Favorecer la ventilación natural de la planta para evitar almacenamiento de gases.
- Realizar mantenimiento a los equipos de control de gases.
- Utilización de elementos de protección personal.
- Capacitación de trabajadores ante medidas siniéstrales.
- Construir una red de incendios específica para el tipo de residuo que se va a tratar.
- Cartelería identificadora de la sustancia y su peligrosidad (rombo NFPA) en cada tanque que contenga una sustancia peligrosa.
- Cartelería de prohibido fumar.
- Prohibir la descarga de líquidos de sentinas mientras se realiza las cargas de cereales, aceites u otros productos.
- Utilizar bombas especiales hidrocarburos con el fin de evitar posibles igniciones.

- Llevar un registro de los m³ de efluentes descargados con el fin de evitar posibles derrames.
- Control de los equipos que segregan el caudal a los tanques de sedimentación
- Utilizar mangueras de gran densidad a la hora de la descarga de los líquidos de sentinas.
- Colocar barreras a la hora de la descarga de los líquidos de sentinas. de contención para evitar derrames en el río.
- Capacitar al personal, para trabajar de manera segura, ordenada y limpia, con el fin de evitar accidentes.
- La caldera deberá estar ubicada en un sector alejado de los tanques de sedimentación y almacenamiento de fuel oil.

10.7 Plan de Contingencia

Los planes de contingencia consisten en un conjunto de estrategias, procedimientos operativos y educativos que permiten anticiparse a un evento ambiental accidental, que puede ser de origen natural u operativo, que puede estar relacionado directa o indirectamente con la actividad industrial desarrollada. El objetivo de estos planes es minimizar los impactos, proteger a los trabajadores, los bienes, recursos y el bienestar de la sociedad.

El éxito de un plan de contingencia esta en anticiparse a los eventos y tener una respuesta determinada, en el caso que sucedan, para actuar correctamente en un tiempo reducido y teniendo el menor impacto posible.

Es muy importante establecer líneas de comunicación directas y tener un sistema de trabajo organizado, lo que facilitara la toma de decisiones en caso de suceder una contingencia.

Las contingencias consideradas en este proyecto son:

Incendios y/o explosiones

El riesgo a un incendio y explosión presenta un potencial intrínseco de pérdidas humanas y económicas importantes, como también un riesgo para la población en general.

Para evitar los incendios en necesario entender los principios básicos de la detención y la extinción de los mismos. Para que se produzca un incendio o una explosión es necesario los siguientes elementos, comburente (oxígeno), combustible y

energía de activación. La eliminación de cualquiera de esos elementos o el contacto de uno de esos elementos impide la formación del fuego.

Cuando se produce el fuego, aparece un cuarto elemento que es la reacción en cadena, es decir, la reacción de los gases de combustión con el propio oxígeno del aire, generando más combustión.

Los líquidos inflamables como el que está presente en este proyecto, no son lo que propiamente arden, sino los vapores que emiten bajo la elevación de la temperatura, los líquidos de sentina tienen un punto de inflamación mayor al fuel oil comercial (punto de inflamación 60°C), dado que el porcentaje de agua es bastante alto.

Por ello, además de que parte de proceso productivo de este proyecto consiste en calentar este residuo para su tratamiento, es necesario plantear unas ciertas medidas de control para reducir el riesgo a que se produzca este tipo de accidente y en el caso de suceder que su impacto sea el mínimo posible.

En tanques de almacenamiento de combustibles

- Señalizar el depósito de combustibles con letreros de seguridad tales como: inflamable, no encender fuego, no fumar, e ingreso sólo personal autorizado.
- Colocar extintores tipo polivalente, en lugares y forma accesible para el personal que ahí opera y verificar su contenido en todas las áreas donde se maneje combustibles y materiales inflamables. Los extintores deberán encontrarse de forma que sean accesibles al personal.

Manejo y operación de equipos

Todo el personal deberá estar capacitado en la ejecución apropiada y segura de cada una de sus funciones. Los conductores de camiones deberán estar debidamente entrenados y ser mano de obra calificada, para que la empresa esté segura de contar con la presencia de personal idóneo en todos los puestos clave en la ejecución del proyecto. Todos los equipos que se vayan a emplear deberán ser previamente revisados para constatar su adecuado funcionamiento.

Se tendrá a disposición del personal el material mínimo necesario para actuar efectivamente en caso de un incidente. Cada tres meses se realizará un inventario de los equipos y materiales manteniendo un stock mínimo necesario.

Derrames de sustancias peligrosas

Un derrame de materiales peligrosos es la emisión accidental o intencional de sustancias en el medio ambiente, causando su deterioro por contaminación y/o que tiene

como consecuencia la intoxicación de un ser humano. Para controlar el derrame de sustancias peligrosas se requiere de un conocimiento y adiestramiento técnico al respecto. Los materiales peligrosos se pueden derramar repentinamente de los envases que los contienen ya sea por accidente, negligencia o por prácticas rutinarias efectuadas en el transporte, manipulación y almacenamiento. Así también los fenómenos naturales como puede ser fuertes tormentas.

Como estas sustancias son perjudiciales para la salud humana, es necesario que todo el personal, este capacitado en primeros auxilios y sepa cuales las características de las sustancias peligrosas con las que se trabaja, para tratar adecuadamente a cualquier persona que pueda haber sido expuesta a este tipo de sustancias.

En el caso de producirse un derrame, la respuesta al este imprevisto debe ser lo más rápida posible, lo primero que se debe hacer es fijar con tierra, arena o aserrín para evitar el desplazamiento del mismo. Si el derrame se produjo en la descarga del efluente, comunicarse rápidamente con Prefectura, los cuales cuentan con elementos para evitar el desplazamiento del hidrocarburo por todo el rio y facilitar su recolección.

Comportamiento inadecuado

Siendo la zona portuaria una zona de mucho tránsito vehicular y de personas es necesario tomar medidas para evitar que se generen problemas por gente externa a la planta.

Pero también hay que tener en cuenta los peligros que se pueden originar por errores operativos, desinterés de las tareas a realizar.

Se debe evitar el ingreso de toda persona no autorizada y que el jefe de planta realice una evaluación mensual de los operarios.

Capítulo 11

Planos de la planta de tratamiento

11.1 Planos de la planta de tratamiento

Con el fin de poder mostrar el dimensionamiento de las operaciones unitarias que fueron desarrolladas y como va a ser la ubicación de cada una de ellas en el predio, se desarrollaron los siguientes planos:

- PPTLS01: vista y cortes del sistema de rejas
- PPTLS02: Vista y corte del decantador
- PPTLS03: Vista y corte del decantador de placas coalescentes y el sistema de placas
- PPTLS04: Vista lateral y superior de la Planta.

Los planos se encuentran en el Anexo II.

Capítulo 12

Conclusiones

Conclusiones finales:

Este proyecto abarca una problemática mundial, la cual cada día va en aumento por el proceso de globalización en el que vivimos. El aumento del tráfico marítimo y lo complejo que resulta controlar a los buques en alta mar, amerita que los estados nacionales generen políticas de control sobre la descarga de los residuos generados.

Si bien existe un organismo de control internacional, como, la Organización Mundial Marítima, que es un organismo especializado de las Naciones Unidas que promueve la cooperación entre Estados y la industria de transporte para mejorar la seguridad marítima y para prevenir la contaminación marina. No todos los países que la componen tiene las mismas respuestas a los distintos problemas que se generan.

En Argentina particularmente, existen muy pocas plantas que traten los residuos tipo Marpol C (líquidos de sentina). Y la infraestructura portuaria para descargar este tipo de residuos es muy escasa.

Este proyecto viene emplazado, con un aumento en el dragado del puerto y el desarrollo de la plaza de containers, que aumentará la productividad portuaria. y con el fin de desarrollar un estándar internacional del puerto de Quequén permitiendo dar un tratamiento a ese tipo de residuos.

Por la naturaleza del residuo, el cual tiene un gran contenido de hidrocarburos casi en igual proporción que el agua, se analizaron las distintas operaciones unitarias que pueden tratar este tipo de residuo líquido y se desarrolló una planta de tratamiento como el objetivo de recuperar los líquidos separado.

Se logra una separación del hidrocarburo y el agua en un decantador. el hidrocarburo recuperado necesitará un tratamiento posterior para su comercialización, el agua separada continuará el tratamiento.

Lo que respecta al análisis económico del proyecto, al ser un mercado internacional el precio del tratamiento máximo de tratamiento está determinado por el mercado. El proyecto se diseñó con un nivel de actividad alto, pero el análisis económico de realizó con un nivel de actividad bajo, dado que, si bien el convenio Marpol está aceptado, en Argentina no se cumple totalmente. Pero con la comercialización del combustible recuperado el proyecto tiene beneficios económicos importantes.

La planta de tratamiento al estar ubicada en una zona portuaria el impacto ambiental negativo más importante se puede generar en casos de contingencias, por eso la operación de la planta debe ser lo más ordenada y segura posible.

Como impactos positivos se observan el cuidado del medio ambiente, la generación de trabajo, la recuperación de combustible fósil.

Conclusiones personales

A nivel personal, me gustó mucho realizar este proyecto porque está ubicado en Necochea, lugar donde crecí. Eso llevó a que este trabajo con el Puerto de Quequén fuese un desafío personal.

Además, me ayudó a desarrollar una mirada más crítica sobre la cotidianidad en la que vivimos. Dado que hasta el momento que decidí realizar este proyecto no conocía las distintas problemáticas ambientales que se pueden generar en la actividad portuaria y cuáles son sus soluciones.

Todos los conocimientos que incorpore durante toda la carrera fueron necesarios para poder desarrollar este trabajo de una manera profesional. Pero creo que, se debería incorporar en el plan de estudio, alguna cátedra referida a las ciencias sociales, dado que gran parte de los proyectos ambientales tienen como objetivo el desarrollo sostenible de las sociedades.

Bibliografía

- Acosta, A. B., & Carbonell Casadesus, M. (3 de 2017). *Escuela Politecnica Superior de Ingenieria*. Obtenido de Universidad de La Laguna: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/4365/CARGA%20Y%20ESTIBA%20EN%20BUQUES%20BULK%20CARRIER.pdf?sequence=1>
- Administracion Portuaria Puerto Madryn. (2019). *Tarifa de prestadores*. Obtenido de Administracion Portuaria Puerto Madryn: <https://www.appm.com.ar/tarifas-de-prestadores/>
- Agustin, N. E. (12 de 2017). *Estidio de tratamiento de Marpol en el puerto de Valencia*. Obtenido de Repositorio Universidad Pontificia Comillas: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/25029/TFM000846.pdf?sequence=1>
- Arce Pernas, G. (2009). *Ingenieria basica de una planta de tratamiento de residuos tipo Marpol*. Obtenido de Universidad de Cadiz: <https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/7246/b34396676.pdf?sequence=1>
- AXG. (2019). *Modulo columna de menmbrana de friba hueca*. Obtenido de AXG membrane: <http://www.axgmembrane.com/wp-content/uploads/2013/03/Catalogo-Modulo-Columna-Membrana-Fibra-Hueca-WEB.pdf>
- Blanco Rodriguez, R. (3 de 2013). *Calculo y Diseño del servicio de trasiego de combustible en un buque petrolero*. Obtenido de Universidad de Cantabria: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/1952/Ruth%20Blanco%20Rodriguez.pdf?sequence=1>
- Camara de actividades portuarias y maritimas. (s.f.). Obtenido de <http://camaracapym.com.ar/>
- CAMMESA. (2019). *Precios de los combustibles*. Obtenido de https://portalweb.cammesa.com/memnet1/revistas/estacional/precios_de_combustibles.html
- Coca Prados, J., & Gutierrez Cervello, G. (2019). *Water Purification and Management*. Oviedo, España: Springer.

- Degremont. (2019). *Decantacion/Flotacion*. Obtenido de <http://www.elaguapotable.com/Decantacion%20flotacion%20Degremont.pdf>
- Diaz Huerta, S. (2013). *Propuesta tecnica para el tratamiento primario de aguas residuales generadas en la indutria pretrolera*. Obtenido de Intituto Mexicano del Petroleo: https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_diaz_huerta.pdf
- EDEA. (2019). *Cuadro Tarifario*. Obtenido de <https://edeaweb.com.ar/data/pdf/Edea%20-%20Cuadro%20Tarifario%20Hoja%201.pdf>
- Gracia, M. d. (25 de 11 de 2002). *El cuidado del medio ambiente en el puerto de Vigo*. Obtenido de Universidad de Santiago de Compostela: http://www.usc.es/econo/RGE/Vol%2011_2/Castelan/op1.pdf
- Huck, G. (2017). *Caracterización y Transporte del Material Particulado Suspendido en el estuario del río Quequén Grande*. Obtenido de UNICEN: <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1439>
- INTA. (s.f.). *Zonas Agroecológicas III y IV del área de influencia EEA Balcarce*. Obtenido de INTA: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_zonasagroecolgicasiiiyiv.pdf
- Maritimas, C. d. (s.f.). *Camara de actividades Portuarias y Maritimas*. Obtenido de <http://camaracapym.com.ar/>
- Martinez-Nodal, P. d. (s.f.). *Evaluación del sistema tratamiento de residuales líquidos*. Obtenido de Scielo Cuba: <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v38n1/rtq12118.pdf>
- McLaughlin, C., Falatko, D., Danesi, R., & Albert, R. (2013). *Characterizing shipboard bilgewater effluent*. Obtenido de Martin Ottaway: <https://martinottaway.com/wp-content/uploads/2018/06/Document-21-Characterizing-Shipboard-Bilgewater-Effluent-Before-and-After-Treatment.pdf>
- Merlotto, A., & Piccolo, M. C. (2009). *Tendencias Climaticas de Necochea-Quequen*. Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante.
- Metcalf & Eddy. (2003). *Ingenieria de aguas residuales*. McGraw-Hill .
- Ministerio de Infraestructura de Buenos Aires. (s.f.). *Plan estrategico de agua y saneamiento de la provincia de Buenos Aires*. Obtenido de

http://www.mosp.gba.gov.ar/sitios/aguacloaca/informacion/92_06-Doc_Plan_Est2.pdf

Panjota, J. L. (2007). *Desechos generados por buques y residuos de carga*. Obtenido de Escuela de organizacion industrial: http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45618/componente45616.pdf

Perez Farras, L. (2013). *Teoria de la sedimentacion*. Obtenido de Instituto de Ingenieria Sanitaria y Ambiental.

Perry. (2001). *Manual del Ingeniero Quimico*. McGraw-Hill .

Puerto de Aviles. (5 de 2014). *Plan de recepcion y manipulacion de desecho generados por los buquesy residuos de cargas*. Obtenido de Puerto de Aviles: [https://www.puertoaviles.es/upload/web/parrafos/01055/docs/Plan_Recepci%C3%B3n_Desechos_22-V-2014\)9250.pdf](https://www.puertoaviles.es/upload/web/parrafos/01055/docs/Plan_Recepci%C3%B3n_Desechos_22-V-2014)9250.pdf)

Puerto de Bahia Blanca. (07 de 2013). *Plan de Gestion Ambiental*. Obtenido de Puerto de Bahia Blanca: https://puertobahiablanca.com/normativas/PLAN_GESTION_AMB_REV.pdf

Puerto del Esatdo. (2018). *Analisis del servicio portuario de recepcion de desechos generados por bueques en el Sistema Portuario Español*. Obtenido de http://observatorio.puertos.es/DOC_PUBLICOS/An%C3%A1lisis%20servicio%20MARPOL%20puertos%20espa%C3%B1oles.pdf

Puerto del Estado. (2017). *Anuario Estadistico*. Obtenido de <http://www.puertos.es/es-es/estadisticas/RestoEstad%C3%ADsticas/anuarioestadisticos/Paginas/2017.aspx>

RECOPE. (2011). *Manual de produtos*. Obtenido de https://www.recope.go.cr/wp-content/uploads/2013/07/Manual_Productos.pdf

Rodrigo, M. (03 de 2013). *Remocion de aceite en aguas residuales de refinacion de petroleo mediante adiccion de reactivos quimicos y separacion por flotacion natural o con aire disuelto*. Obtenido de Universidad Nacional Autonoma de Mexico: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6145/Tesis.pdf?sequence=1>

Subsecretaría de Mercados Agropecuarios. (2019). *Puertos Argentinos*. Obtenido de Ministerio de Agroindustria, Ganaderia y Pesca de la Nacion: https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/infrae

estructura/_archivos/000080_Informes/000010_Informe%20de%20Puertos%20A
rgentinos.php

Sumio Water Systems. (2019). *Separador de placas corrugadas*. Obtenido de <http://www.sumiowater.com/tratamiento-de-aguas-residuales-en-refinerias-de-petroleo/separador-de-placas-corrugadas/>

UDLAP. (s.f.). *Fundamentos de la separacion aceite-agua*. Obtenido de UDLAP: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/leip/clemente_c_ma/capitulo5.pdf

Universidad de Coruña. (2013). *Decantacion Lamelar*. Obtenido de <https://www.wateractionplan.com/documents/177327/558161/Decantaci%C3%B3n+lamelar.pdf/729e1bcb-8819-ae96-622d-643d919c4b75>

Universidad Nacional Experimental Politecnica de a Fuerza Armada Nacional. (s.f.). *Nomeclatura de la Estructura del Buque y principios basicos*. Obtenido de <https://unefazulianaval.files.wordpress.com/2011/05/nomenclatura-de-la-estructura-del-buque.pdf>

Vazquez, P., Sacido, M., & Zulaica, L. (2013). *Zonificacion agroecologica de la cuenca del Rio Quequen Grande*. Obtenido de CONICET: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/1174/2013-Zonificacion_agroecologica-Vazquez_et_al.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Wikibooks. (2019). *Ingenieria de aguas residuales*. Obtenido de https://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales

Yepes, A. (28 de 8 de 2008). *revistas de la unviersidad distrita*. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tecges/article/view/4335/6344>

Anexos

Anexo I

Encuesta sobre generación de residuos para terminales del Puerto Quequén

1. Qué tipo de proceso se realiza en esta terminal
2. ¿Qué productos procesan? ¿Cantidad de toneladas por mes?
3. ¿Qué tipo de residuos se generan en esta terminal (domiciliarios y peligrosos)
¿Cantidad de residuos (día/mes/año)?
4. ¿Qué tratamiento les dan a estos residuos? ¿medidas que realizan para mitigar la generación de estos residuos?
5. ¿Cuál es el principal impacto ambiental que genera la actividad y cuáles son sus medidas de control?

5m³/h MF system

No.	Equipment name	model	quantity	Remarks	Manufacturer
I	MF module				
1	MF device	MTMF-5	1set		Motian
1.1	Membrane module	MF3OA200	2pcs	Membrane area: 60 m ² , outside-in, membrane material: PVDF	Motian
1.2	Valve				
	Electric valve	Automatic UPVC ball valve	7pcs	Backwash inlet, up, down discharge; inlet, flushing, permeate water; concentrate water	China
	Manual valve	Manual PVC ball valve	5pcs	CIP inlet/ CIP outlet valve(by permeate side)/CIP outlet valve(by concentrate side); unqualified discharge; concentrate adjust valve	China
1.3	instrument				
	Permeate Flow meter	LZS--50	1pcs	Plastic pipe rotor flow meter, flow range: 1.6-16m ³ /h	China
	concentrate Flow	LZS--25	1pcs	Plastic pipe rotor flow meter, flow range: 0.25-2.5m ³ /h	China

	meter				
	Pressure gauge	Y60Z	3pcs	Axial installation, Φ 60, measurement range for low pressure 0-0.3 MPa	China
1.4	Pipe fittings and MATERIAL		1group	Pipe material: UPVC	China
1.5	connecting flange	External interface flange (American standard)	1group	Backwash inlet/up and down discharge; inlet /CIP inlet /CIP permeate /CIP outlet valve(by concentrate side); unqualified discharge; concentrate discharge	China
II	pretreatment module				
2.1	raw water pump	CHL4-30	1set	Q=5m ³ /h H=20.5m N=0.75KW 304SSwhere water passes.	China
	pressure gauge	Y60	1pcs	Φ 60, measurement range for low pressure 0-1.0 MPa	China
2.2	micro-filter	Ø200*5 30"	1set	material: 304SS	China
	cartridge	30"	5pcs	material: Winding polypropylene, filtration precision: 20µm	Motian

	Pressure gauge	Y60	1pcs	Φ 60, measurement range for low pressure 0-0.6 MPa	China
III	Backwash module				
3.1	MF flush water pump	CHL8-20	1set	Q=8m ³ /h H=18m N=0.75KW 304SS where water passes.	China
	Pressure gauge	Y60	1pcs	Φ 60, measurement range for low pressure 0-1.0 MPa	China
3.2	backwash dosing anti-bacterial				
	Dosing tank	MC-40L	1pcs	material: PE, round shape dosing tank	China
	Dosing pump	AKS800	1set	Q=7L/h P=12bar PVC pump head	Seko/Italy
3.3	backwash dosing acid				
	Dosing tank	MC-40L	1pcs	material: PE, round shape dosing tank	China
	dosing pump	AKS800	1set	Q=7L/h P=12bar PVC pump head	Seko/Italy
3.4	backwash dosing alkali				
	dosing tank	MC-40L	1pcs	material: PE, round shape dosing tank	China

	dosing pump	AKS800	1set	Q=7L/h P=12bar PVC pump head	Seko/Italy
IV	CIP module				China
4.1	CIP pump	CHL4-30	1set	Q=5m ³ /h H=20.5m N=0.75KW 304SS where water passes.	China
	Pressure gauge	Y60	2pcs	Φ 60, measurement range for low pressure 0-1.0 MPa	China
	CIP flow meter		1pcs	Plastic pipe rotor flow meter, flow range: 1.6-16m ³ /h	China
4.2	CIP water tank	PT-300L	1pcs	material: PE water tank	China
4.3	filter	Ø200*5 core 20"	1set	material: 304SS.	China
	cartridge	20"	5pcs	Material: polypropylene winding, filtration precision: 20 μm	Motian
V	electric control module				
	Electric control		1suit	To realize ultrafiltration control and pump control automatically	Motian
VI	frame	carbon steel corrosion	1pcs		

Tabla A1: Características del equipo de filtración.

Descripción	Valor
Información general:	
Producto:	NKE 32-160.1/177, 3*400 V
Código:	A2-F-A-E-BQQE
Número EAN:	98991108
	5712604809303
	5712604809303
Precio:	4.514,00 EUR
Técnico:	
Velocidad de bomba en la que se basan los datos de bomba:	1450 rpm
Caudal real calculado:	5 m ³ /h
Altura resultante de la bomba:	3.5 m
Diámetro real del impulsor:	177 mm
Impulsor nom.:	160.1 mm
Cierre primario:	BQQE
Diámetro del eje:	24 mm
Cierre secundario:	NONE
Tolerancia de curva:	ISO9906:2012 3B
Versión de la bomba:	A2
Materiales:	
Carcasa de la bomba:	Hierro fundido
	EN-GJL-250
	ASTM A48-40 B
Impulsor:	Hierro fundido
	EN-GJL-200
	ASTM A48-30 B
Código de material:	A
Caucho:	EPDM
Código para caucho:	E
Mat. anillo desgaste:	Latón de alta aleación (CuZn34Mn3Al2)
Instalación:	
Temperatura ambiente máxima:	50 °C
Presión de trabajo máxima:	16 bar
Entrada de bomba:	DN 50
Salida de bomba:	DN 32
Presión nominal:	PN 16
Tipo de acoplamiento:	Separador
Anillo(s) de desgaste:	anillo de estanqueidad
Armazón base:	EN / ISO
Código de conexión:	F
Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-25 .. 120 °C
Densidad:	998.2 kg/m ³
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	80B
Clase eficiencia IE:	IE5
Potencia nominal - P2:	0.55 kW
Frecuencia de red:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 380-500 V
Intensidad nominal:	1.30-1.25 A
Cos phi - factor de potencia:	0.80-0.64
Velocidad nominal:	180-2000 rpm
Eficiencia:	84.6 %
Eficiencia del motor a carga total:	84.6 %
Número de polos:	4
Grado de protección (IEC 34-5):	IP55
Clase de aislamiento (IEC 85):	F

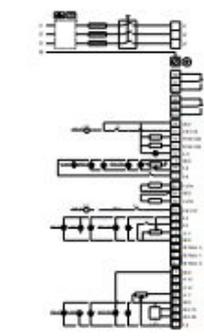
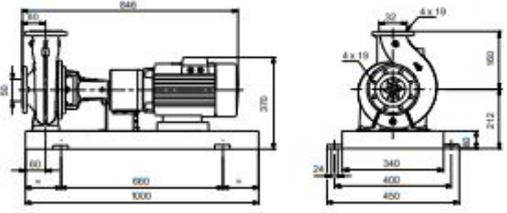
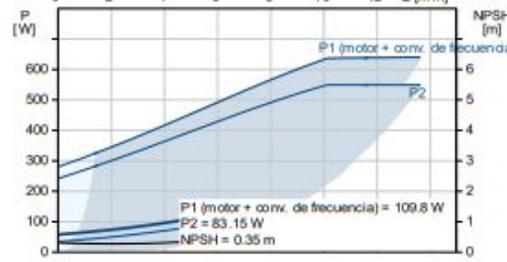
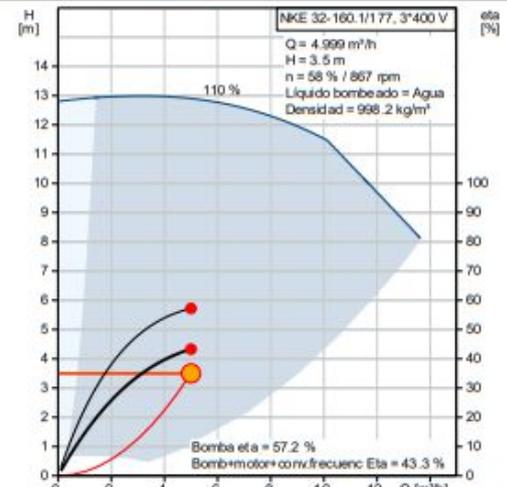


Figura A1: Bomba utilizada para la recolección de los líquidos en los decantadores.

Contar	Descripción
1	<p>TP 65-120/2 A-F-A-BQQE</p>  <p>Código: 98585759</p> <p>Bomba de una etapa, acoplamiento cerrado y voluta con puertos de aspiración y descarga en línea de idéntico diámetro. El diseño de la bomba incluye un sistema de extracción superior que facilita el desmontaje del cabezal motor (el motor, el cabezal de la bomba y el impulsor) con fines de mantenimiento o reparación sin necesidad de desconectar las tuberías de la carcasa de la bomba.</p> <p>La bomba está equipada con un cierre de fuelle de caucho no equilibrado. El cierre mecánico satisface los requisitos establecidos por la norma EN 12756. Pipework connection is via PN 6/10 DIN flanges (EN 1092-2 and ISO 7005-2).</p> <p>La conexión de las tuberías se lleva a cabo por medio de bridas DIN de PN 6/10 (normas EN 1092-2 e ISO 7005-2).</p> <p>La bomba está equipada con un motor asíncrono refrigerado por ventilador.</p> <p>Líquido: Líquido bombeado: Agua de Sentina (definido por el usuario) Rango de temperatura del líquido: -25 .. 120 °C Densidad: 960 kg/m³</p> <p>Técnico: Velocidad de bomba en la que se basan los datos de bomba: 2880 rpm Caudal real calculado: 33.12 m³/h Altura resultante de la bomba: 6.095 m Diámetro real del impulsor: 91 mm Cierre primario: BQQE Tolerancia de curva: ISO9906:2012 3B2</p> <p>Materiales: Carcasa de la bomba: Hierro fundido EN-JL1040 ASTM A48-40 B Impulsor: Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304</p> <p>Instalación: Rango de temperaturas ambientales: -30 .. 60 °C Presión de trabajo máxima: 10 bar Normativa de brida: DIN Conexión de tubería: DN 65 Entrada de bomba: DN 65 Salida de bomba: DN 65 Presión nominal: PN 6/10 Longitud puerto a puerto: 340 mm Tamaño de la brida del motor: FT100</p> <p>Datos eléctricos: Tipo de motor: 80C Clase eficiencia IE: IE3</p>

Figura A2: Bomba de recolección de los líquidos de los buques.

Descripción	Valor
Información general:	
Producto:	SL1.50.65.15.2.50B
Código:	96104118
Número EAN:	5700396424316
	5700396424316
Precio:	2.378,00 EUR
Técnico:	
Caudal real calculado:	31.24 m³/h
Caudal máx.:	70.2 m³/h
Altura resultante de la bomba:	9.678 m
Altura máx.:	17 m
Tipo de impulsor:	MONOCANAL
Diámetro máximo de las partículas:	50 mm
Cierre primario:	SIC/SIC
Cierre secundario:	LIP SEAL, NBR
Homologaciones en placa de características:	EN 12050-2
Tolerancia de curva:	ISO9906:2012 3B2
Camisa de refrigeración:	N
Materiales:	
Carcasa de la bomba:	Hierro fundido
	EN-GJL-250
Impulsor:	Hierro fundido
	EN-GJS-500-7
Motor:	EN-GJL-200
Instalación:	
Temperatura ambiente máxima:	40 °C
Normativa de brida:	DIN
Entrada de bomba:	65
Salida de bomba:	65
Presión nominal:	PN10
Profundidad máxima de instalación:	10 m
Inst. en seco/húmeda:	SUBMERGED
Instalación:	Vertical
Líquido:	
Temperatura máxima del líquido:	40 °C
Densidad:	960 kg/m³
Datos eléctricos:	
Potencia de entrada - P1:	2.2 kW
Potencia nominal - P2:	1.5 kW
Frecuencia de red:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 400-415 V
Toler. tensión:	+6/-10 %
Arranques máx. por hora:	30
Intensidad nominal:	3.8 A
Intensidad nominal con una carga de 3/4:	3 A
Intensidad nominal con una carga de 1/2:	2.4 A
Intensidad de arranque:	21 A
Intensidad nominal sin carga:	1.9 A
Cos phi - Factor de potencia:	0.88
Cos phi - Factor de potencia a 3/4 de carga:	0.81
Cos phi - Factor de potencia a 1/2 de carga:	0.71
Velocidad nominal:	2720 rpm
Eficiencia del motor a carga total:	67 %

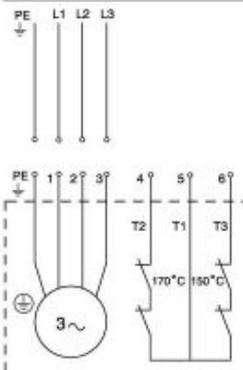
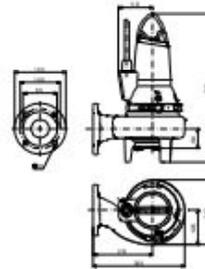
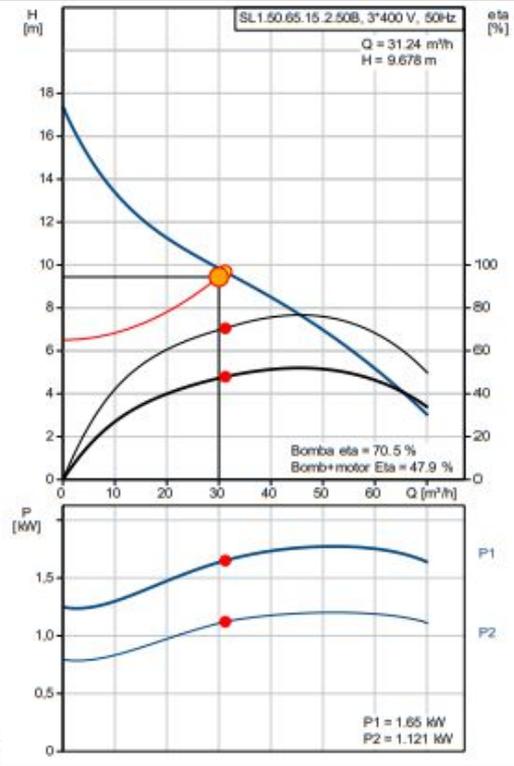
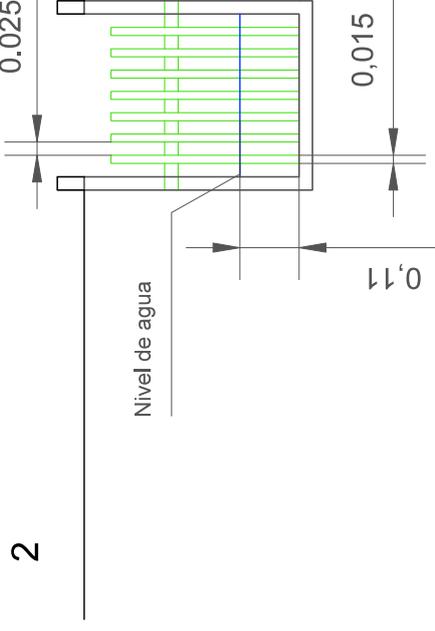
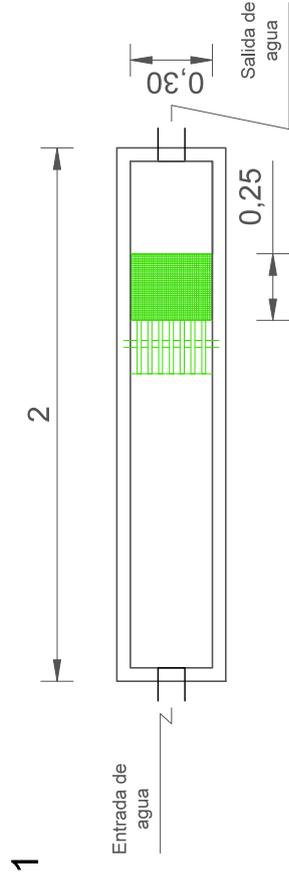
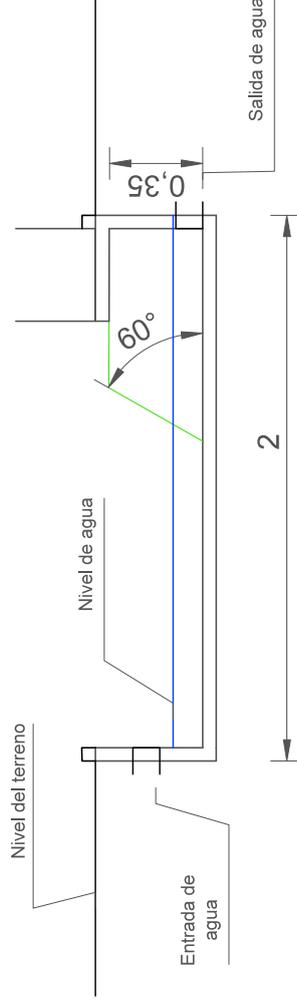


Figura A3: Bomba de recolección de líquidos del pozo de bombeo.

Anexo II: Planos de la obra



3



1: Vista superior

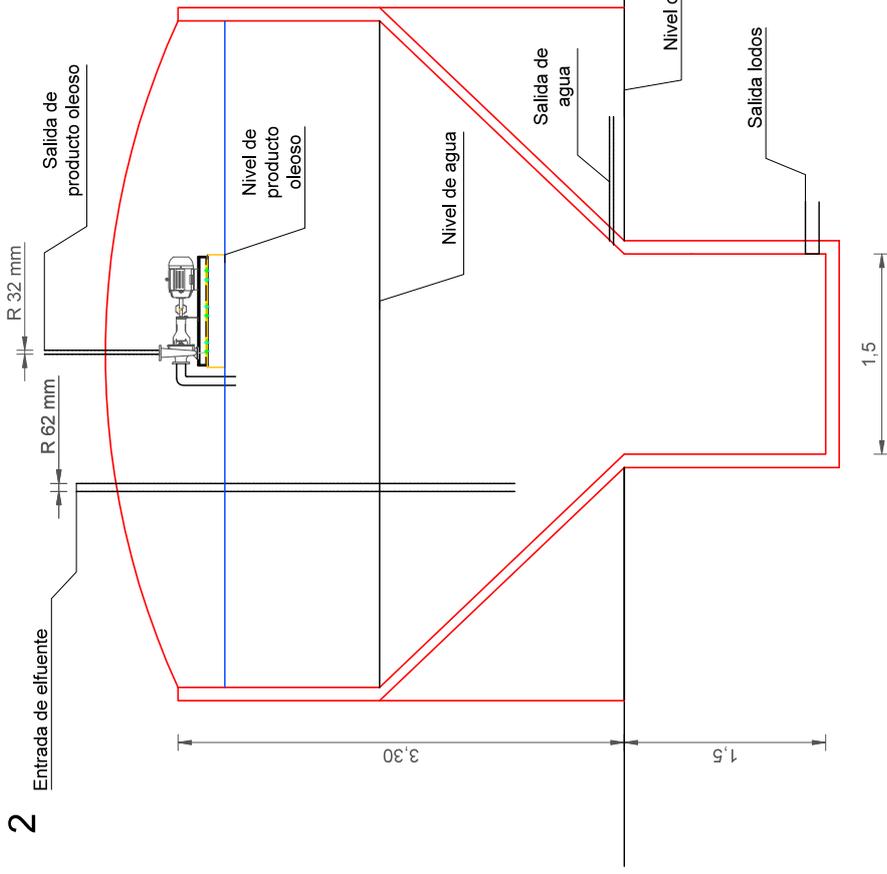
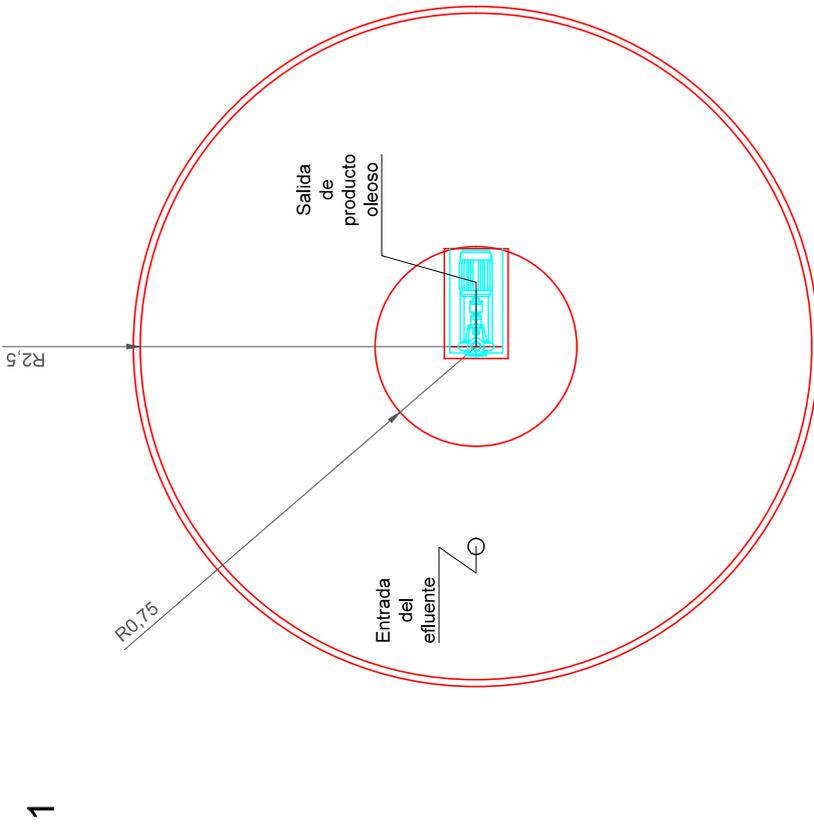
Rejas tipo rectangular: 2,5 x 1,5 cm

2: Vista frontal

Porocidad de la malla: 10mm

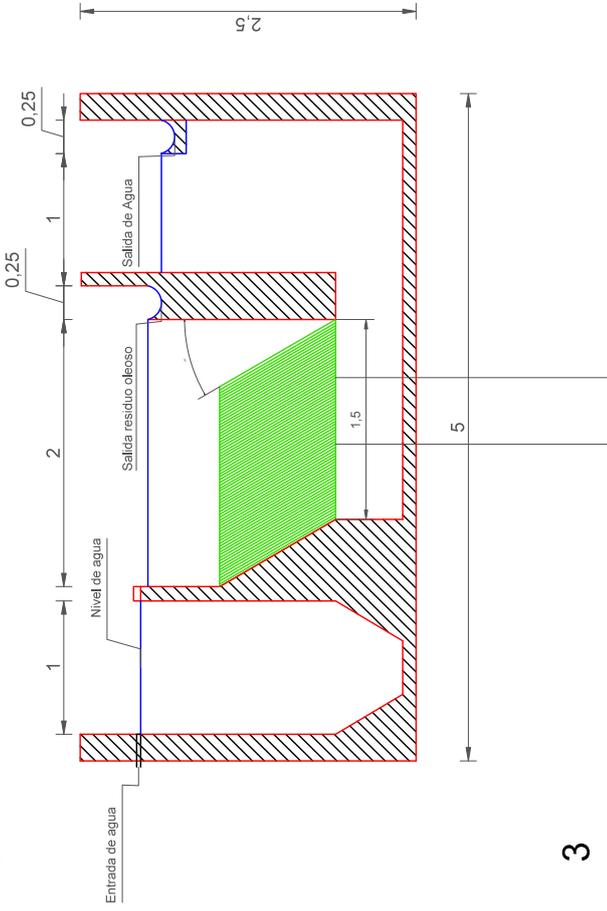
3: Vista lateral

 <p>UNSAM UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN</p>		<p>Planta de tratamiento de líquidos de sentinas provenientes de buques</p>		<p>Alumno: Marco Teodori</p>
Dibujó:	Fecha:	<p>Vistas del Sistema de Rejas</p>		<p>Carrera: Ingeniería Ambiental</p>
Revisó:	Aprobó:			
<p>Escala: 50:1</p>		<p>CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK</p>		

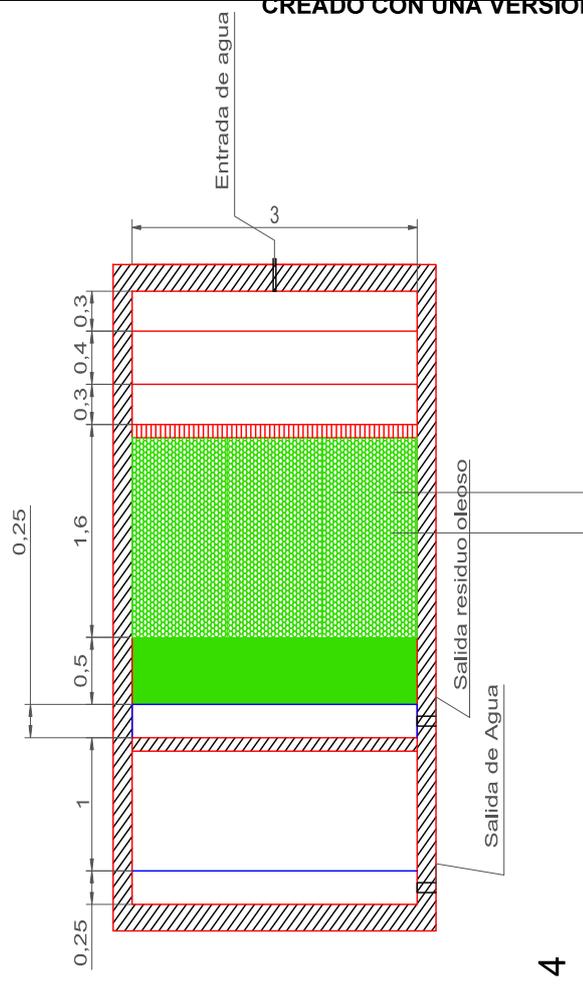


1: Vista Superior
2: Vista Lateral

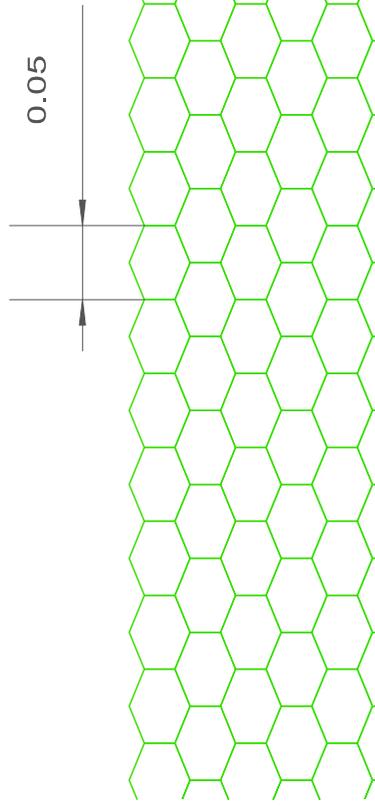
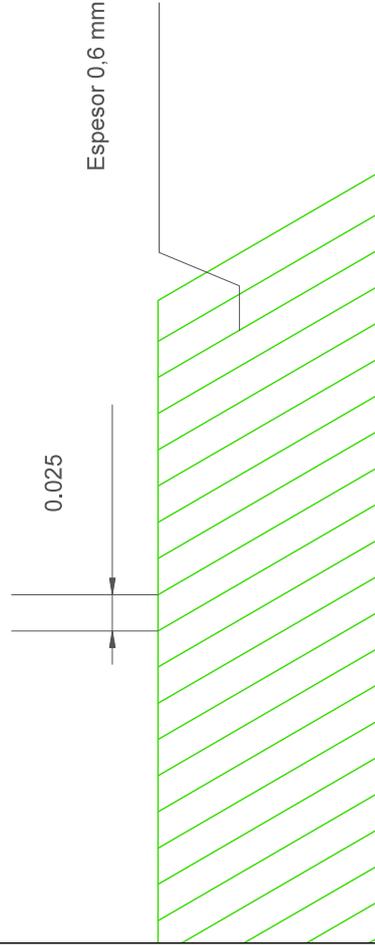
Dibujó:		Fecha:		 <p>UNSAM UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN</p>	
Revisó:					Planta de tratamiento de líquidos de sentinas provenientes de buques
Aprobó:					Vistas de Decantador
Escala: 25:1		Plano n°:		Alumno: Marco Teodori	
				Carrera: Ingeniería Ambiental	



3

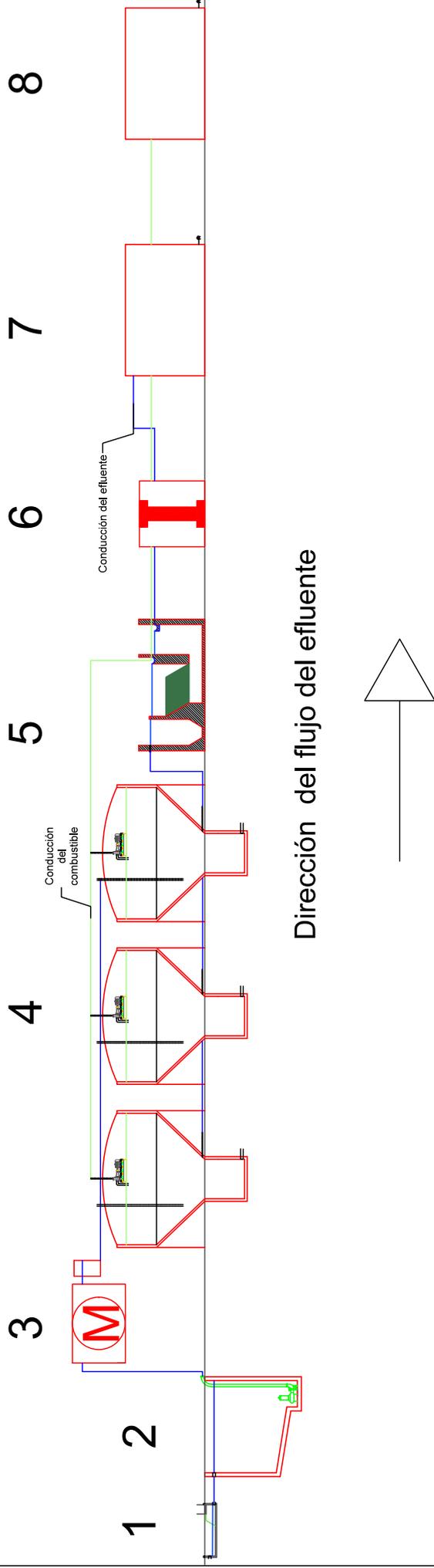


4

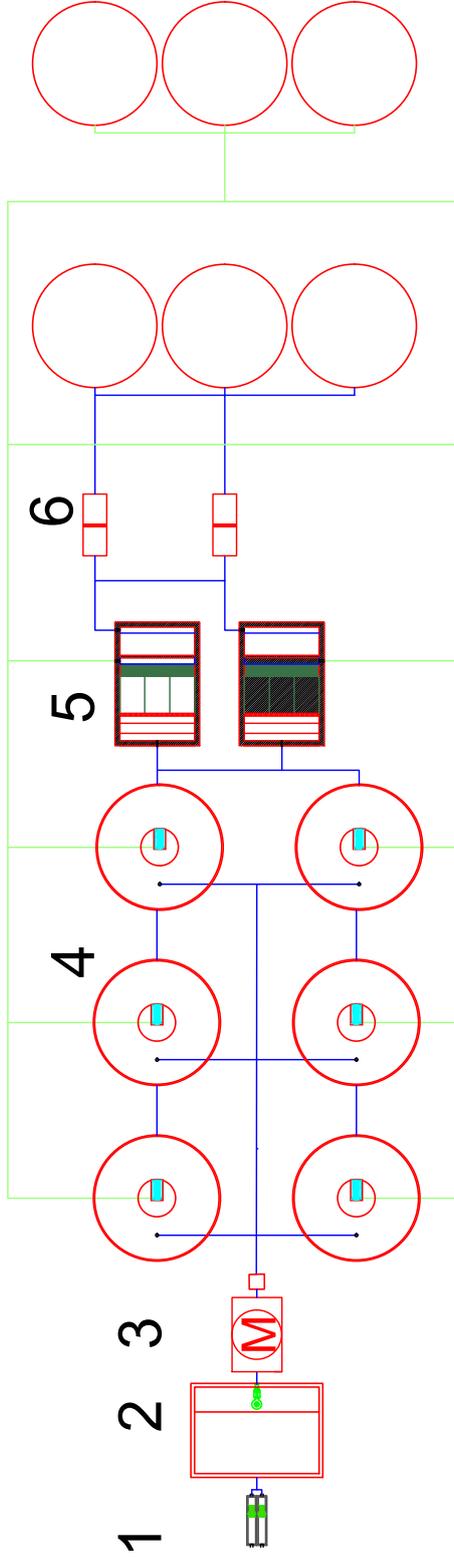


- 1: Vista lateral del Sedimentador de placas coalescentes
- 2: Vista superior del Sedimentador de placas coalescentes
- 3: Zoom vista lateral del sistema de placas
- 4: Zoom vista superior del sistema de placas

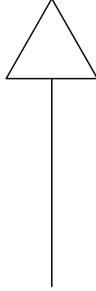
 <p>UNSAM UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN</p>		Fecha:	
		Dibujo:	Alumno:
<p>Planta de tratamiento de líquidos de sentinas provenientes de buques</p>		Marco Teodori	
<p>Vistas del Sedimentador de placas coalescentes</p>		Carrera: Ingeniería Ambiental	
<p>Escala: 25:1 50:1 Plano n°:</p>			



<p>1: Sistema de rejas</p> <p>2: Pozo de bombeo</p> <p>3: Intercambiador de calor Tanque de mezcla rápida</p> <p>4: Decantador primario</p> <p>5: Decantador de placas coalescentes</p> <p>6: Sistema de filtración</p>		<p>7: Tanques de almacenamiento de agua</p> <p>8: Tanques de almacenamiento de combustible</p>		<p>Dibujó:</p>	<p>Fecha:</p>	<p>Planta de tratamiento de líquidos de sentinas provenientes de buques</p>	 <p>UNSAM UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN</p>
				<p>Revisó:</p>			
				<p>Aprobó:</p>		<p>Vista lateral de la planta</p>	<p>Carrera: Ingeniería Ambiental</p>
				<p>Escala: 4:1</p> <p>Plano n°:</p>			



Dirección del flujo del efluente



<p>1: Sistema de rejillas</p> <p>2: Pozo de bombeo</p> <p>3: Intercambiador de calor</p> <p>4: Decantador primario</p> <p>5: Decantador de placas coalescentes</p> <p>6: Sistema de filtración</p>		<p>7: Tanques de almacenamiento de agua</p> <p>8: Tanques de almacenamiento de combustible</p>		<p>Fecha:</p> <p>Dibujó:</p> <p>Revisó:</p> <p>Aprobó:</p> <p>Escala:</p> <p>Plano n°:</p>	<p>Planta de tratamiento de líquidos de sentinas provenientes de buques</p>	 <p>UNSAM UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN</p>
<p>Vista superior de la planta</p>						

Lineas internas: conduccion del efluente
Lineas externas: conduccion del combustible

Anexo III: estudio de base del rio Quequén

Evaluación de calidad de agua superficial y sedimentos

Consortio de Gestión del
Puerto de Quequén
(CGPQ)

Puerto Quequén 

MARZO 2018



Índice General

- 1) Alcance del estudio
- 2) Características. Desarrollo del muestreo
- 3) Sitios de muestreo
- 4) Análisis
- 5) Normativa de referencia
- 6) Resultados
- 7) Interpretación de resultados



Mediante el presente se documentan las actividades desarrolladas por el Consorcio de Gestión del Puerto de Quequén, vinculadas a los diagnósticos ambientales implementados en el marco del Plan de Monitoreo de Agua y Sedimentos del área portuaria. Las mencionadas fueron ejecutadas los días 26 de Marzo y 17 de Abril de 2018. Los sitios de muestreo se hallan distribuidos en toda la zona de influencia directa e indirecta de las actividades del dragado portuario.

I. ALCANCE DEL ESTUDIO:

- 1) Realizar análisis quimiométrico de aguas y sedimentos.
- 2) Informar las mediciones obtenidas mediante certificados oficiales (Cadenas de Custodia y Protocolos para Informe) - Resolución 41/14 -:
 - a) Cadena de Custodia:
 - Datos de la toma de muestra: fecha y hora, sitios de toma de muestras, metodología de muestreo, instrumentos de extracción de muestras, etc.
 - Responsables de la extracción y transporte de muestras hasta la llegada de las mismas al laboratorio.
 - b) Protocolos para Informe:
 - Resultados analíticos
 - Unidades de medición
 - Metodología empleada
 - Firma del profesional con incumbencia
- 3) Interpretar los resultados teniendo en cuenta la normativa ambiental vigente

II. CARACTERISTICAS DEL ESTUDIO

Fecha de muestreo:

El procedimiento aquí descrito fue ejecutado los días 26 de Marzo de 2018 (sitios dentro del canal) y 17 de Abril de 2018 (sitios de descarga)



Desarrollo del muestreo:

Las muestras fueron extraídas por personal muestreador del Laboratorio de Análisis Industriales IDEAH, habilitado por el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) de la Provincia de Buenos Aires bajo Registro N° 114. Las tareas fueron auditadas por personal responsable del área ambiental del CGPQ.

Las muestras fueron tomadas bajo protocolo y cadena de custodia Resolución OPDS 41/14, de acuerdo a los requerimientos de envasado y conservación asociados al tipo de parámetro evaluado en cada matriz ambiental y la técnica analítica empleada.

Muestreo de sedimentos:

Para las tareas de extracción de sedimentos, el personal muestreador del Laboratorio de Análisis Industriales IDEAH tomó las muestras mediante la utilización de una Draga Van Veen y una draga de arrastre. La draga Van Veen es un muestreador superficial, del tipo de cucharas opuestas, apto para obtener muestras de sedimentos superficiales. El mismo se opera manualmente desde la cubierta de la embarcación. La draga de arrastre de fondo es un equipo de back up, alternativamente utilizado en sitios de mayor profundidad y velocidades de flujo variables entre el lecho y la superficie.

Las muestras de sedimento fueron almacenadas en recipientes de vidrio transparente y conservadas en frío.

Muestreo de agua superficial:

El procedimiento de muestreo es ejecutado teniendo en cuenta la metodología establecida en el Método 1060 - Standard Methods for the examination of water and wastewater, promoviendo la recolección de las muestras de agua (superficiales) desde el estrato superficial mediante un recipiente de acero inoxidable de 5 litros previamente higienizado con agua destilada y enjuagado posteriormente con agua del recurso en cada sitio de medición. Asimismo, para las muestras no extraídas a nivel superficial, se hace uso de una botella de Van Dorm.

Dado que el cuerpo de agua estudiado no presenta tramos heterogéneos se extrae una muestra simple desde zonas donde existe buena circulación - perfecto mezclado - no en áreas estancadas, y sin recoger partículas grandes y no homogéneas.

Se colecta un volumen de agua suficiente para efectuar todas las determinaciones analíticas previstas, considerando además los requerimientos del control analítico de calidad del laboratorio (blancos, duplicados, etc.). Se utilizan botellas de vidrio color ámbar de diferentes capacidades.

Asimismo, se emplea durante el muestreo materiales que no perjudiquen la determinación analítica de los parámetros a evaluar, cumpliendo siempre los preceptos enunciados para su correcta preservación y tiempos para obtener un dato confiable.

Durante el evento de toma de muestras se realizan mediciones in situ de pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura. La muestra extraída para estas determinaciones es descartada luego de la medición devolviéndola al curso dado que no se incorporan sustancias nocivas durante el procedimiento.

Las muestras son protegidas de la exposición solar, se trasladan en heladeras de campo a 4°C, arribándose lo más pronto posible al Laboratorio para su procesamiento analítico.

III. SITIOS DE MUESTREO

Los sitios de muestreo se indican en la siguiente tabla:

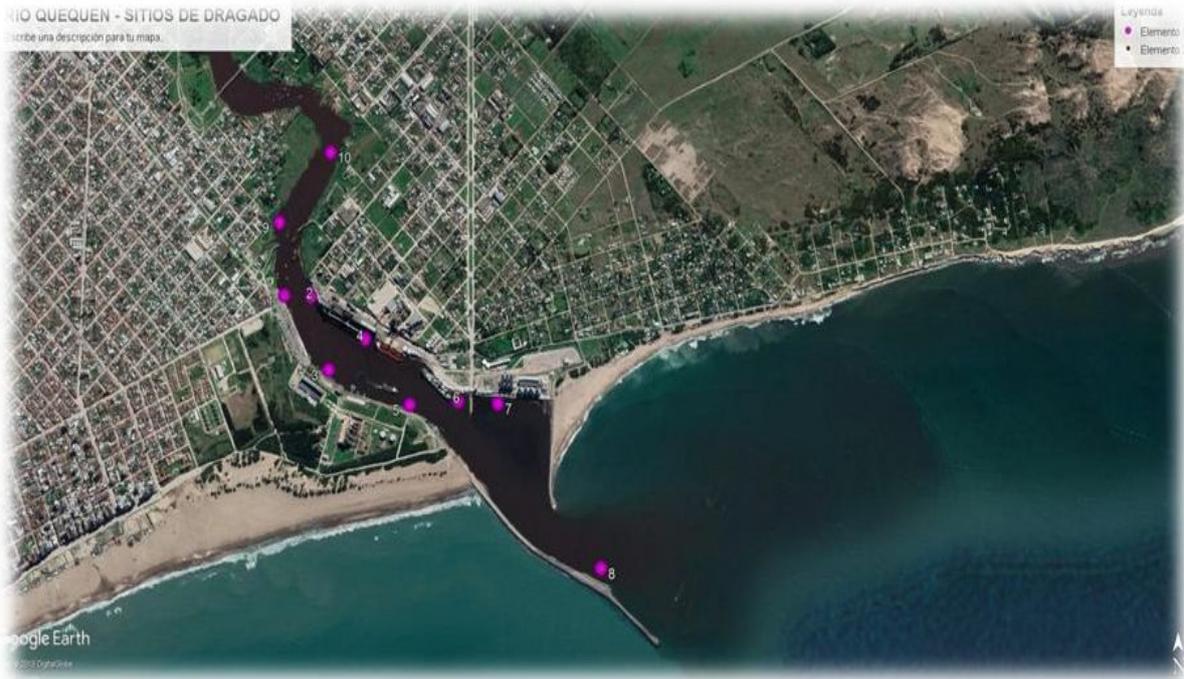
Denominación sitio de muestreo	Coordenadas Geográficas		Tipo de muestra	
			Agua	Sedimento
Punto 1	S:	38° 34' 20"	x	x
	O:	58° 42' 55"		
Punto 2	S:	38° 34' 20.9"	x	x

Denominación sitio de muestreo	Coordenadas Geográficas		Tipo de muestra	
			Agua	Sedimento
	O:	58° 42' 47.5"		
Punto 3	S:	38° 34' 32.1"	x	x
	O:	58° 42' 43.5"		
Punto 4	S:	38° 34' 27.2"	x	x
	O:	58° 42' 35.1"		
Punto 5	S:	38° 34' 38"	x	x
	O:	58° 42' 24.3"		
Punto 6	S:	38° 34' 37.6"	x	x
	O:	58° 42' 10.9"		
Punto 7	S:	38° 34' 37.7"	x	x
	O:	58° 42' 01.3"		
Punto 8	S:	38° 35' 04.1"	x	x
	O:	58° 41' 37.5"		
Punto 9	S:	38° 34' 10"	x	x
	O:	58° 42' 54"		
Punto 10	S:	38° 33' 56.8"	x	x
	O:	58° 42' 45.4"		
Zona de descarga 1	S:	38°37'31.53"	x	x
	O:	58°40'56.66"		
Zona de descarga 2	S:	38° 37' 39"	x	x
	O:	58° 40' 11"		

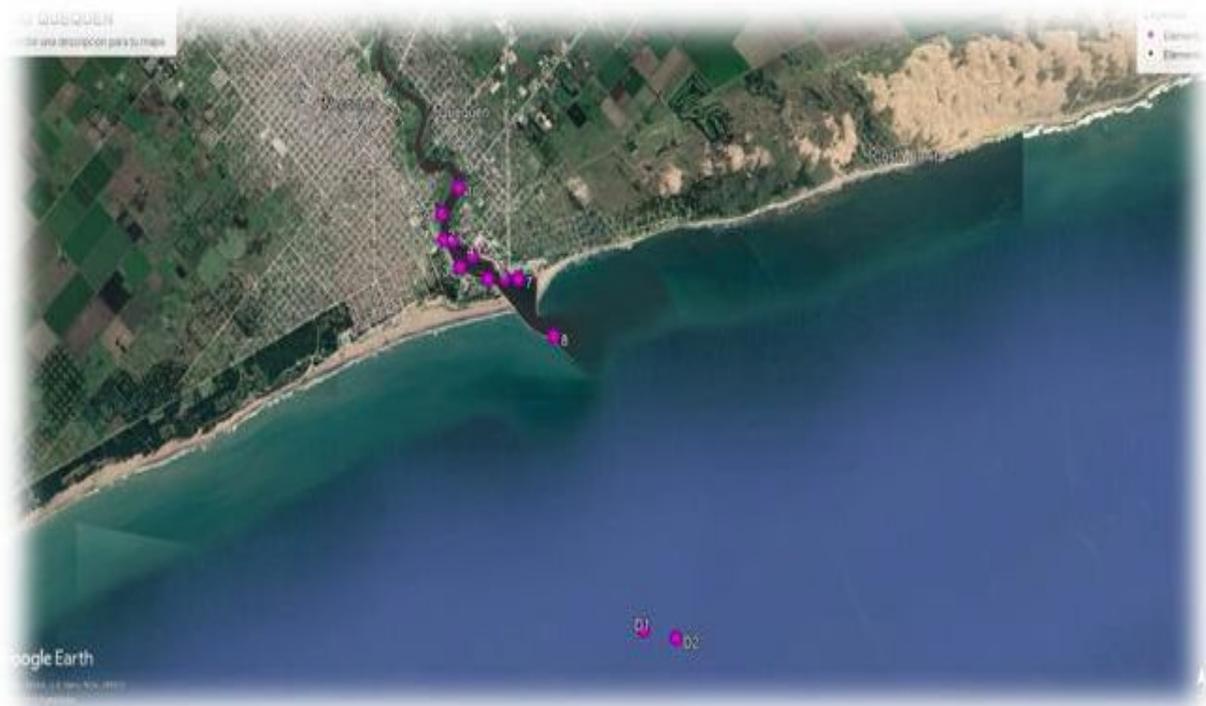
Ubicación de la zona evaluada:



Zona de dragado:



Zona de descarga:



IV. ANÁLISIS

a. Determinaciones a realizar sobre las muestras extraídas:

En la siguiente tabla se expone cuáles son los analitos que serán evaluados en cada matriz ambiental en estudio

ANALITO	Sedimento	Agua superficial	
		Zona portuaria	Zona de descarga
PH	X	X	X
TEMPERATURA		X	X
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA		X	X
OXIGENO DISUELTO		X	X
TURBIEDAD		X	X
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES		X	X
MATERIA ORGANICA	X		
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO		X	X
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	X	X	X
NITRÓGENO AMONIACAL	X	X	X
NITRATOS		X	X
NITRITOS		X	X
FOSFORO TOTAL		X	X
SULFUROS	X	X	X
CIANUROS TOTALES.	X	X	X
ARSENICO	X	X	X
CADMIO	X	X	X
CROMO TOTAL	X	X	X
COBRE	X		
MERCURIO TOTAL	X	X	X
NIQUEL	X		

PLOMO	x	x	x
ZINC TOTAL	x	x	x
PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS DISCRIMINADOS	x	x	x
PESTICIDAS ORGANOCOLORADOS DISCRIMINADOS	x	x	x
HIDROCARBUROS AROMATICOS POLINUCLEADOS (PAH'S)		x	x
BENCENO		x	x
TOLUENO		x	x
ETILBENCENO		x	x
XILENO TOTAL		x	x
HIDROCARBUROS TOTALES DEL PETROLEO	x	x	x

b. Metodología de cuantificación

Las metodologías de análisis son las informadas en los protocolos oficiales adjuntos al presente.

V. NORMATIVA AMBIENTAL DE REFERENCIA CONSIDERADA

Aguas superficiales:

Para evaluar el estado de las aguas se tuvieron en consideración tanto las normas nacionales como las internacionales.

A nivel nacional existe un marco regulatorio efectivamente vigente para los residuos peligrosos desde 1991, sancionada por la Ley 24.051 de RR.PP. y su Decreto Reglamentario 831/93. Este decreto posee una serie de anexos, conteniendo el Anexo II los niveles guías para diferentes medios:

1. Niveles guía de calidad de agua para fuentes de agua de bebida humana con tratamiento convencional.

2. Niveles guía de calidad de agua para protección de vida acuática.
Agua dulce superficial.
3. Niveles guía de calidad de agua para protección de vida acuática.
Aguas saladas superficiales.
4. Niveles guía de calidad de agua para protección de vida acuática.
Aguas salobres superficiales.
5. Niveles guía de calidad de agua para irrigación.
6. Niveles guía de calidad de agua para bebida de ganado.
7. Niveles guía de calidad de agua para recreación.
8. Niveles guía de calidad de agua para pesca industrial.
9. Niveles guía de calidad suelos (ug/g peso seco).
10. Niveles guía de calidad del aire ambiental.
11. Estándares de emisiones gaseosas.

En el presente han sido consideradas las Tablas 3, 5, 7 y 8.

Sedimentos:

Para el presente estudio, dado que en Argentina aún no existe normativa ambiental ad hoc, se tienen en consideración las Recomendaciones para la Gestión del Material Dragado en los Puertos Españoles (RGMD), dictadas en 1994 por Puertos del Estado (actualizada en 2015 como Directriz – se usará la versión original ya que Buenos Aires no considera “residuos” al material proveniente de los dragados portuarios, motivo por el cual resulta fuente descontextualizada). Las RGMD determinan criterios para caracterizar los parámetros analizados en los materiales dragados y recomendaciones para su gestión adecuada; establece un criterio de categorización del material en función a niveles de acción. Los niveles de acción son aquellos valores límite de concentración de sustancias tóxicas o indeseables que sirven para establecer las diferentes categorías de sedimentos:

<i>Analito (mg/kg)</i>	<i>Niveles de acción</i>	
	<i>NA I</i>	<i>NA II</i>
Mercurio	0,6	3,0
Cadmio	1,0	5,0
Plomo	120	600
Cobre	100	400
Zinc	500	3000
Cromo	200	1000
Arsénico	80	200
Níquel	100	400
∑7 PCB's (*)	0,03	0,1
Pesticidas Totales	0,03	0,1
PAH's Borneff	1	3
∑16 PAH's	2	6

Las concentraciones se entienden referidas a la fracción fina del sedimento (diámetro inferior a 63 µm y expresados en mg/kg de materia seca).

(*) Suma de los congéneres IUPAC números 28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180.

Las categorías de sedimentos según las RGMD son:

Categoría	Condición	Descripción
I	< NA I	Materiales procedentes del dragado de los fondos portuarios cuyos efectos químicos y/o bioquímicos sobre la flora y la fauna marinas son nulos o prácticamente insignificantes. Los materiales dragados pertenecientes a esta categoría podrán verterse libremente al mar, con la sola consideración de los efectos de naturaleza mecánica
II	> NA I y < NA II	Materiales dragados con concentraciones moderadas de contaminantes. Se podrán verter al mar de forma controlada.
III	> NA II	Materiales dragados con concentraciones elevadas de contaminantes. Estos materiales deberán ser aislados de las aguas marinas o sometidos a tratamientos adecuados.
III A	Teniendo en cuenta el grado de contaminación	Podrán utilizarse las técnicas de gestión de aislamiento blando (confinamiento subacuático o vertido en zonas de recinto intermareales (se permite la fuga de lixiviados))
III B	Teniendo en cuenta el grado de contaminación	Podrán utilizarse técnicas de gestión de aislamiento duro (vertido en recintos con paredes impermeables. no se permite la fuga de lixiviados) o tratamientos específicos.

Dado que las RGMD no proponen límites específicos para el resto de los analitos aquí evaluados, se sostendrá el diagnóstico de calidad apelando a la norma holandesa establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Holanda en el año 1994 específicamente para dragados.

Clase	Condición	Sitio de disposición
0	< Valor Meta	Se puede disponer en aguas abiertas, sin restricciones.
1	entre Valor Meta y Valor Límite	Se puede disponer en aguas abiertas, sin restricciones.
2	entre Valor Límite y Valor de Referencia	Puede ser dispuesto en tierra o en agua pero bajo ciertas condiciones sobre la cantidad de masa descargada en un
3	entre Valor de Referencia y Valor de Intervención	Se deben tomar precauciones en el sitio de disposición para evitar impactos
4	> Valor de Intervención	El material debe estar debidamente contenido y aislado del medio receptor.

Holanda propone diferentes valores para clasificar el material dragado, normalizados al 10% de materia orgánica y 25% de partículas con un tamaño < 2 µm (arcilla):

1. *Valor Meta u Objetivo*. Indica el nivel bajo el cual los riesgos al medio ambiente se consideran despreciables.
2. *Valor Límite*. Concentraciones en las cuales el sedimento es considerado relativamente limpio.
3. *Valor de Referencia*. Es un nivel de referencia que indica que el dragado puede ser descargado en la superficie del agua en ciertas condiciones. Indica el máximo nivel sobre el cual los riesgos al ambiente no son aceptables sin estudios específicos.
4. *Valor de Intervención*. Valor indicativo que señala la necesidad de remediar el área, o estudiar en detalle la forma de disposición para evitar impactos adversos.
5. *Valor Señal*. Valor indicativo para metales pesados, y determina la concentración para la cual es necesario su tratamiento.

Teniendo en cuenta lo anterior, los sedimentos pueden clasificarse en:

Valores de Referencia según normas de Holanda, (Nota de Evaluación de Aguas, 1994)

Parámetro	Unidad	Valor				
		Objetivo	Límite	Referencia	Intervención	Señal
Arsénico	mg/kg ps	29	55	55	55	150
Cadmio	mg/kg ps	0,8	2	7,5	12	30
Cromo	mg/kg ps	100	380	380	380	1000
Cobre	mg/kg ps	35	35	90	190	400
Mercurio	mg/kg ps	0,3	0,5	1,6	10	15
Plomo	mg/kg ps	85	530	530	530	1000
Níquel	mg/kg ps	35	35	45	210	200
Zinc	mg/kg ps	140	480	720	720	2500
∑ PAH*	mg/kg ps	1	1	10	40	-
PCB- 28	µg/kg ps	1,0	4	30	-	-
PCB- 52	µg/kg ps	1,0	4	30	-	-
PCB- 101	µg/kg ps	4,0	4	30	-	-
PCB- 118	µg/kg ps	4,0	4	30	-	-
PCB- 153	µg/kg ps	4,0	4	30	-	-
PCB- 180	µg/kg ps	4,0	4	30	-	-
Total 6 PCB	µg/kg ps	20,0	-	-	-	-
Total 7 PCB	µg/kg ps	-	-	200	1000	-
Clordano	µg/kg ps	10	20	-	-	-
α-HCH	µg/kg ps	2,5	-	20	-	-
β – HCH	µg/kg ps	1,0	-	20	-	-
γ – HCH lindano	µg/kg ps	0,05	1	20	-	-
HCH – compuestos	µg/kg ps	-	-	-	2000	-
Heptacloro	µg/kg ps	2,5	-	-	-	-
Heptacloroepóxido	µg/kg ps	2,5	-	-	-	-
Heptacloro+ epóxido	µg/kg ps	-	20	20	-	-
Aldrín	µg/kg ps	2,5	-	-	-	-
Dieldrín	µg/kg ps	0,5	20	-	-	-
Aldrín+diendrín total	µg/kg ps	-	40	40	-	-
Endrín	µg/kg ps	1	40	40	-	-
DDT (incl. DDD en DDE)	µg/kg ps	2,5	10	20	4000	-
endosulfan	µg/kg ps	2,5	-	-	-	-
endosulfan + sulfato	µg/kg ps		10	20		-
Hexaclorobutadieno	µg/kg ps	2,5	20	20		-
Pesticidas totales	µg/kg ps	-	-	100	-	-
Pentaclorobenceno	µg/kg ps	2,5	300	300	-	-
Hexaclorobenceno	µg/kg ps	2,5	4	20	-	-
Pentaclorofenol	µg/kg ps	2	20	5000	5000	-
Aceites minerales	mg/kg ps	50	1000	3000	5000	-

Parámetro	Unidad	Valor				
		Objetivo	Límite	Referencia	Intervención	Señal
EOX	mg/kg ps	0,1	-	7	-	-

ps: peso seco;
 Valores numéricos aplicables a sedimentos estándar consistentes de un 25% de arcillas y 10% de materia orgánica.
 El dato de \sum PAH implica la suma de las concentraciones de 10 compuestos aromáticos polinucleares diferentes: Naftaleno, Benzo (a) antraceno, Benzo (ghi) perileno, Benzo (a) pireno, Fenantreno, Indeno (1.2.3-ad) pireno, Antraceno, Benzo (k) fluoranteno, Criseno y Fluoranteno.
 EOX: compuestos halogenados extractables.

VI. RESULTADOS

a. Determinaciones granulométricas sobre muestras superficiales de sedimentos:

Para la determinación de los valores de fracción gruesa y fina pasante, y la distribución granulométrica del sedimento de cada una de las muestras, se aplicó conjuntamente las técnicas de tamizado vía seca y pipeteo, tomando como referencias generales los lineamientos y pautas establecidas en las normas:

- ✓ ASTM D422-63 – Standard Test Method for particle-size analysis of soil.
- ✓ IRAM 1501 – PRATE I – Tamices de Ensayos – Definiciones.
- ✓ IRAM 1501 – PARTE II – Tamices de Ensayo. Telas de tejido.
- ✓ ASTM E11-IRAM 1501 – PARTE IV - Tamices de ensayo. Método de ensayo de tamizado. Directivas generales
- ✓ IRAM 1505 – Agregados – Análisis granulométricos.
- ✓ ISO 13317-1 – Determination of particle size distribution by gravitational liquid sedimentation methods – Part 1: General principles and guidelines
- ✓ ISO 13317-2 – Determination of particle size distribution by gravitational liquid sedimentation methods – Part 2: Fixed pipette method.

Las muestras de sedimentos fueron procesadas de igual forma, de acuerdo al Protocolo de Trabajo del Laboratorio IDEAH - Área Suelos Sed-TP 01/17-3 rev 02/17, cuyo procedimiento se describe brevemente a continuación:

- a) Una vez recibida la muestra en el laboratorio, se retiró todo el sedimento del recipiente contenedor y se colocó en una bandeja plástica para realizar las observaciones de identificación y caracterización considerando lo siguiente:

- Condición de recepción de muestra

- Tipo de material predominante de la muestra en húmedo
 - Presencia de elementos antrópicos
 - Existencia de agua sobrenadante
- b) Posteriormente, toda la muestra se colocó en una bandeja metálica de acero inoxidable y se llevó a estufa a una temperatura menor a los 40 °C hasta lograr la sequedad total.
- c) Una vez seca la muestra se tomó una pequeña porción de la muestra total y sobre ésta se ensayaron reacciones de identificación para determinar la presencia de materia orgánica y carbonatos, necesario para el posterior tratamiento de desagregación química.
- d) Para acondicionar la muestra a ensayar, de la muestra seca original mortereada manualmente y homogenizada se tomó una porción representativa de aproximadamente 600 gr, se colocó en un vaso de precipitado y se hidrató por 24 hs agregando agua bidestilada hasta humedecer todo el sedimento. De manera periódica durante este tiempo la muestra se agitó y con ayuda de una espátula se desarmaron los grumos de sedimento formados.
- e) Transcurrido este tiempo, se comenzó a tratar la muestra para eliminar la materia orgánica presente. Inicialmente se agregó una alícuota de 10 mL de peróxido de hidrógeno al 30% V/V y se agitó manualmente a fin de lograr un buen contacto entre reactivo-sedimento, y disminuir la temperatura. Transcurridas 2 horas desde el inicio del tratamiento, se agregó otra alícuota de 10 mL de peróxido de hidrógeno de igual concentración y se dejó actuar durante 24 horas a temperatura ambiente. Se tamizó la muestra en húmedo utilizando un tamiz N° 5 (4.00 mm).
- f) El material retenido en el tamiz N° 5 se lavó con agua bidestilada. El material pasante se recogió en un vaso de precipitado y se llevó a un baño maría a 40 °C durante 24 h con agitación periódica. Nuevamente, se agregó una alícuota de 10 mL de peróxido de hidrógeno agitando la muestra periódicamente y agregándole agua

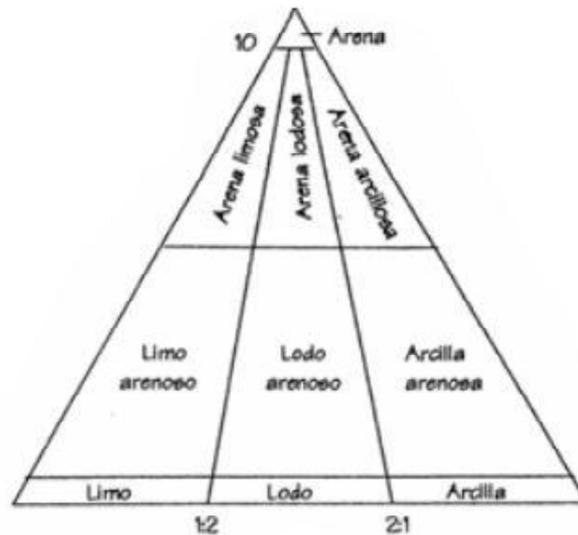
bidestilada para evitar la sequedad por evaporación. Esta etapa se repitió entre 8 y 10 veces hasta verificar que no había reacción con el agregado de peróxido de hidrógeno.

- g) Una vez finalizada la etapa de eliminación de materia orgánica la muestra se lavó con agua bidestilada y se evaporó el agua sobrenadante hasta obtener una masa de sedimento-agua espesa. La muestra ya tratada se volcó en una bandeja metálica y se llevó a estufa a 40 °C hasta la sequedad total.
- h) Una vez seca la muestra, se retiró de la estufa y se mortereó manualmente hasta disgregar todos los gránulos formados por efecto del secado.
- i) La muestra de sedimento disgregada, se homogeneizó y se tomó una cantidad necesaria para analizarla mediante las técnicas de tamizado mecánico vía seca y pipeteo. Para el tamizado mecánico se utilizó la serie de tamices N° 10 (2.0 mm), N° 18 (1.0 mm), N° 35 (0.5 mm), N° 60 (0.25 mm), N° 120 (0.125 mm), y N° 230 (0.063 mm), los cuales cumplen con la norma ASTM E-11/IRAM 1501. La muestra se tamizó empleando un equipo tamizador marca Zonytest, modo de funcionamiento Rop Up por un intervalo de tiempo de 20 minutos.
- j) Del total de la fracción pasante el tamiz N° 230 (0.0625 mm), se tomaron aproximadamente 5,0 g para realizar el ensayo granulométrico del pipeteo. Primeramente, la masa se colocó en un vaso de precipitado y se le adicionó entre 300 mL de agua bidestilada para que se hidrate durante 12 horas. Luego se le agregó una alícuota de 5 mL de una solución del agente dispersante (hexametáfosfato de sodio) al 4,75 % y se dejó actuar durante 8 horas. Durante este tiempo se agitó periódicamente a fin de lograr un buen contacto entre dispersante y sedimento. Pasado este tiempo, la solución agitada se trasvasó a una probeta graduada de 1 L de capacidad, se enrazó con agua bidestilada y se agitó manualmente utilizando un agitador plano perforado durante 2 minutos. Por último, antes de comenzar el ensayo de pipeteo, se tapó la probeta con un

tapón y se agitó la solución haciendo girar manualmente la probeta 180° respecto a la posición vertical, durante un minuto. Inmediatamente se colocó la probeta en posición vertical, se inició el cronómetro y dio inicio el ensayo. Los tiempos de extracción seleccionados fueron: 1 minuto 26 segundos (86 segundos), 2 minutos 53 segundos (173 segundos), 5 minutos 46 segundo (346 segundos), 7 minutos 46 segundo (466 segundos), 15 minutos 25 segundos (925 segundos), 31 minutos (1860 segundo), 1 hora 1 minuto 39 segundos (3699 segundos), 4 horas 6 minutos 39 segundos (14799 segundos) y 12 horas 30 minutos (46680 segundos). Las profundidades de extracción de muestra seleccionadas fueron -15 cm para las tres primeras extracciones, -10 cm para la cuarta extracción y -0.5 cm para las restantes. En todos los casos el volumen de muestra extraído fue de 20 mL utilizando una pipeta de 25 mL de capacidad. Durante el ensayo luego de cada extracción se midió la temperatura de la solución. Las muestras obtenidas, en cada una de las extracciones, se colocaron en vasos de precipitado de vidrio previamente tarados e identificados y se llevaron a estufa a 113 °C durante aproximadamente 24 h. Posteriormente, los vasos de precipitado conteniendo la muestra se retiraron de estufa y se colocaron en desecadores hasta alcanzar temperatura ambiente de laboratorio. En estas condiciones cada uno de los vasos de precipitado, conteniendo la muestra seca, se pesó utilizando balanza analítica de capacidad de 200.0 g a 0.1 mg. Al peso seco de masa contenido en cada vaso, se le asoció el tiempo transcurrido desde el inicio del ensayo.

- k) Con los resultados obtenidos para el ensayo de tamizado vía seca y para el del pipeteo se calcularon los porcentajes de material pasante y se construyeron las tablas y gráficas granulométricas que se adjuntan al presente.

Triángulo Textural – Folk (1954)



b. Resultados del ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Ver gráficos adjuntos

c. Análisis quimiométrico de muestras de AGUA SUPERFICIAL:

ANALITOS / PUNTOS DE MONITOR EO	26/03/2018 - Marea: CRECIENTE										17/04/18 Marea: BAJANTE		Valores Guía de calidad ambiental (Agua Salada)										
	SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3	SITIO 4	SITIO 5	SITIO 6	SITIO 7	SITIO 8	SITIO 9	SITIO 10	DESC 1	DESC 2	Decreto 831/93				CCME (2017) Vida Acuática		EPA				
	7,98	8,09	8,14	8,03	8,11	7,96	8,04	8,06	8,15	8,15	8,15	7,89	8,01	Tabla 3	Tabla 5	Tabla 7	Tabla 8	Exp Cor ta	Exp. Prol	Exp Máxi ma	Exp. Cróni ca		
pH (unidad pH)	7,98	8,09	8,14	8,03	8,11	7,96	8,04	8,06	8,15	8,15	7,89	8,01	NE	NE	NE	NE	NE	NE	7,0-8,7	NE	NE	6,5-8,5	
Temperatura (°C)	21,3	20,7	20,9	20,5	20,6	20,7	20,9	21,1	20,8	22	19,2	19,8	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	
Conductividad (mS/cm)	27,9	36,5	30,8	34,1	31,4	37,1	42,8	40,0	29,4	33,1	47,9	48,4	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	
Oxígeno disuelto (mg/L)	4,9	5,9	4,8	5,9	5,9	5,9	6,0	6,0	5,4	5,4	8,3	7,2	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	
Turbidez (NTU)	3,03	2,10	2,04	3,52	1,79	2,87	1,69	6,14	3,36	2,18	0,72	0,76	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	13,8	16,2	24,6	27,4	30,8	18,7	16,4	19,8	21,3	25,4	12,4	11,7	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	
DQO (mg/L)	No pudieron ser cuantificados debido a la interferencia generada por la elevada salinidad del agua												NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Tolueno (mg/L)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	NE								
Etibenceno (mg/L)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,000	NE								
Xilenos (mg/L)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
PAH's (µg/L)																									
Acenaffeno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NE								
Acenaffileno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	7	NE								
Antraceno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Benzo (a) Antraceno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Benzo (a) Pireno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Benzo (b) + Benzo (k) Fluorante no	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Benzo (g,h,i) Perileno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Carbazolo	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Criseno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Dibenzo (a,h) antraceno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Fenantreno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Fluorante no	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,16	NE								
Fluoreno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Pesticidas organofosforados totales (µg/L)																				
PARATIO N	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,03	< 0,02	0,04 (+)	NE	NE	NE	NE	NE									
METIL- PARATIO N	< 0,02	NE	NE	NE	NE	NE	NE													
FORATO	< 0,02	NE	NE	NE	NE	NE	NE													
MALATIO N	< 0,02	0,1	NE	NE	NE	NE	NE													

(*) agua salobre

NE: no establecido

d. Análisis quimiométrico de muestras de SEDIMENTOS:

ANALITOS / PUNTOS DE MONITOREO	26/03/2018 - Marea: CRECIENTE										17/04/18 Marea: BAJANTE		Holanda (Nota Gestión del agua 1994) - valores -				CEDEX 1994		
	SITI 01	SITI 02	SITI 03	SITI 04	SITI 05	SITI 06	SITI 07	SITI 08	SITI 09	SITI 10	DES C1	DES C2	Límite	Referencia	Intervención	Señal	Valores NA I	Valores NA II	
	pH (unidades de pH)	7,9	8,1	7,8	8,2	7,7	8,1	7,8	7,9	8,0	8,2	7,8	7,7						
DQO (mg/Kg)	189	296	122	304	176	228	271	140	155	138	87	66							
Materia orgánica (mg/Kg)	5,4	6,2	5,9	7,9	5,1	7,7	8,2	3,6	4,6	3,7	2,2	1,7							
Nitrógeno Amoniacal (mg/Kg)	2,2	3,1	2,4	2,7	2,2	3,0	2,8	1,5	2,7	2,3	0,5	0,8							
Sulfuros (mg/Kg)	2,7	3,1	2,5	2,9	3,1	2,5	<	<	2,8	2,5	<	<							
Cianuros totales (mg/Kg)	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		20					
Arsénico (mg/Kg)	0,67	0,57	0,22	0,18	0,33	0,55	0,97	0,40	0,55	0,37	0,22	0,17	55	55	55	150	80	200	
Cadmio (mg/Kg)	<0,01	0,88	0,96	0,85	0,28	0,53	0,36	0,11	0,08	<	<	<	2	7,5	12	30	1	5	
Cobre (mg/Kg)	12,6	11,4	12,6	10,1	12,4	11,2	11,9	9,3	10,9	8,9	8,1	7,6	35	90	190	400	100	400	
Cromo total (mg/Kg)	4,23	4,36	5,61	5,13	6,62	7,21	5,32	3,22	4,92	5,74	4,56	3,88	380	380	380	1000	200	100	



Consortio de Gestión del Puerto de Quequén
Av. Juan de Garay N° 850 Quequén (B) Tel/Fax 02262 450006
e mail: secretaria@puertoquequen.com Pcia. de Buenos Aires

Marzo
2018

			0,01		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01								
--	--	--	------	--	------	------	------	------	------	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--



L. D.E.A.H. Investigación Desarrollo Ecológico Ambiental y Humano.

02323-15622476

www.ideah.org e-Mail: ideah.lab@gmail.com

J.F. Kennedy y Vías Ferrocarril Km 2,4. Luján, Provincia de Bs.As. Tel:

VII. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

a. Muestras de agua superficial:

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos sobre las muestras de agua superficial extraídas el 18 de diciembre de 2017, se observa lo siguiente:

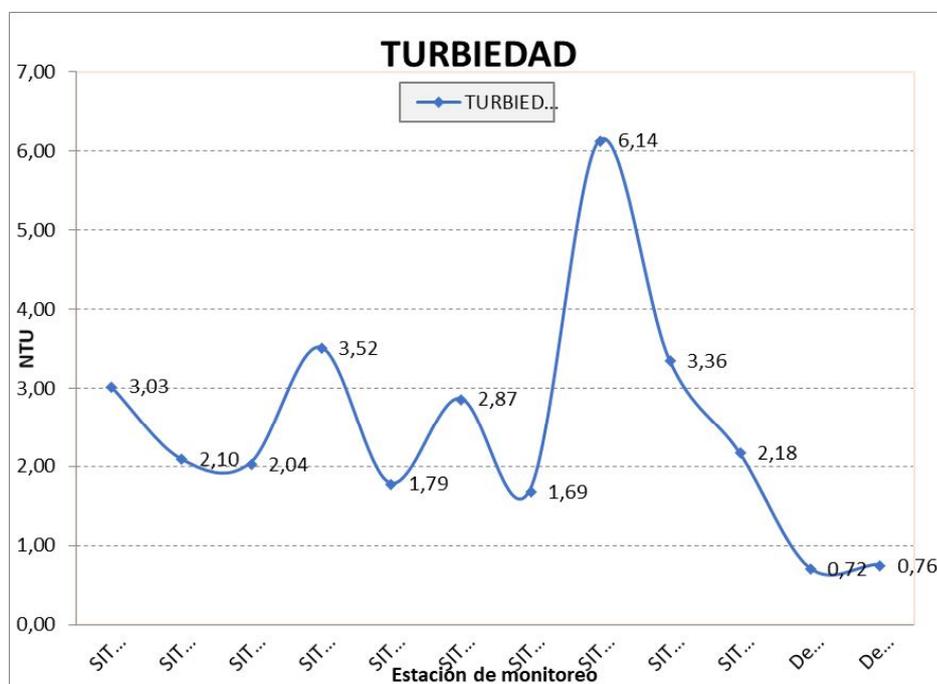
i. TURBIEDAD

La turbidez del agua es producida por materias en suspensión tales como arcillas, compuestos orgánicos solubles, plancton y microorganismos; es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de un líquido. Es decir, la turbidez es una descripción de la transparencia del agua, o en otras palabras, de su claridad y transparencia.

El aumento de turbidez puede deberse a causas naturales como tormentas, lluvias torrenciales e inundaciones, que crean corrientes de aguas rápidas que pueden transportar mayor número de partículas y sedimentos de mayor tamaño. Este incremento de corriente puede dar lugar al arrastre de arena, lodos, arcillas y partículas orgánicas del terreno al agua superficial, afectando de este modo a la turbidez. También, en áreas próximas a la costa, una parte de la turbidez puede deberse a sedimentos procedentes de la erosión de las playas así como a los plumas de ríos cargados de sedimentos. La materia en suspensión, como arcilla, lodo y materia orgánica, así como plancton y demás microorganismos, que interfiere con el paso de la luz a través del agua, puede provocar aumento de turbidez. Las partículas a las que se hace mención se conocen como Sólidos Suspendedos Totales (SST) e incluyen tanto sólidos orgánicos (algas, zooplancton y detritos) como inorgánicos (arcilla, lodo y arena), cuanto mayor sea el valor de SST en el agua, mayor será su opacidad y la turbidez medida. Además de los fenómenos naturales antes mencionados, las operaciones de dragado también pueden producir turbidez. Los trabajos de dragado producen una “turbidez extra” y es importante

realizar evaluaciones del impacto ambiental para valorar en qué medida una turbidez extra supone una turbidez excesiva. Para ello, las fluctuaciones de turbidez en el entorno natural deben determinarse como parte de un estudio de referencia medioambiental. Es necesario realizar dicho estudio antes de llevar a cabo una operación de dragado y durante la ejecución del proyecto, la turbidez debe controlarse minuciosamente mediante la medición de la penetración de la luz y la claridad del agua.

A continuación se muestra de forma gráfica la distribución de este analito en toda la zona de estudio:



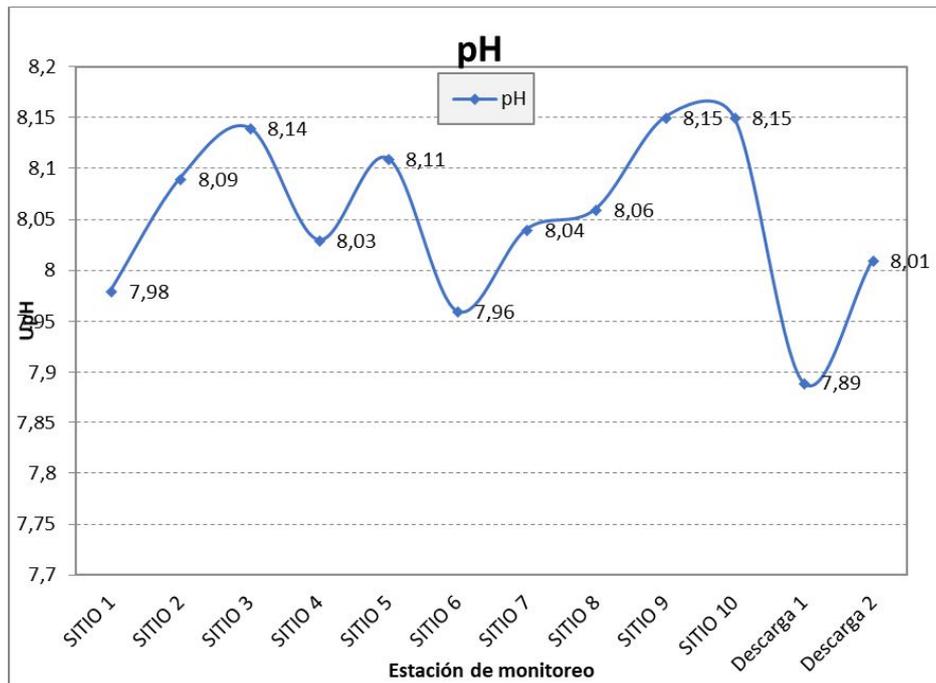
La medición de este analito osciló en el rango de valores de 6.14 NTU (SITIO 8) a 0.72 NTU (SITIO DESCARGA 1), encontrándose valores mucho más bajos que los hallados en la etapa de pre dragado.

ii. pH

A una temperatura determinada la intensidad del carácter ácido viene dada por el pH; este parámetro se define para soluciones acuosas y toma valores entre 1 y 14 unidades de pH, siendo 7 el valor de una

solución neutra, 1 el de una solución muy ácida y 14 el de una solución muy básica.

La gráfica realizada con los valores de pH medidos a lo largo de toda la zona evaluada permite observar que las aguas mantuvieron siempre valores cercanos a 8.0 (7.89 UpH – 8.15 UpH).

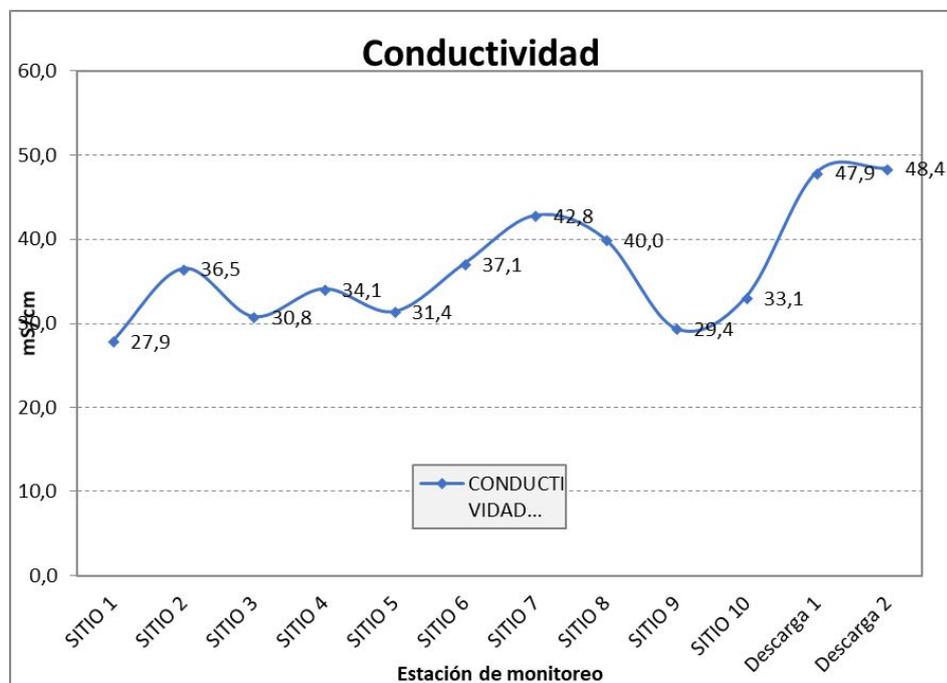


iii. CONDUCTIVIDAD

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una sustancia para transportar una corriente eléctrica. Si la sustancia es una solución acuosa entonces es indistinto usar los términos conductividad o conductancia. En las soluciones electrolíticas la capacidad de transporte de una corriente eléctrica depende de la cantidad de sales disueltas (e ionizadas en aniones y cationes) que hay en la misma. Por otra parte, el término salinidad se refiere al contenido en sales en porcentaje (o unidades equivalentes) de una solución. Debe notarse que existe una relación entre conductividad y salinidad y que esta relación es constante a temperaturas determinadas. Por lo general el término conductividad es reservado para las mediciones en agua dulce (con escasa cantidad de sales

disueltas), en tanto que el término salinidad es utilizado para las mediciones que se llevan a cabo en agua de mar (con cantidades grandes de sales disueltas).

En el presente estudio la conductividad ha demostrado un comportamiento más homogéneo, si comparamos la zona de obra con la de descarga, dado que el muestreo se efectuó con marea en creciente y eso produjo el ingreso de agua salada al canal. Los valores hallados oscilaron entre 27.9 mS/cm en el SITIO 1 hasta 48.4 mS/cm en ZONA DESCARGA 2.



iv. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

La concentración de sólidos en suspensión es la medida de los sólidos sedimentables y de los no sedimentables, que pueden ser retenidos en un filtro. La presencia de sólidos en suspensión incrementa la turbidez del agua y la de los sólidos disueltos, son los responsables del color aparente en las aguas y, en elevadas concentraciones, disminuyen el paso de radiación solar.

Las mediciones de SST oscilaron entre 11.7 mg/L y 30.8 mg/L, no siendo éstas de destacar.

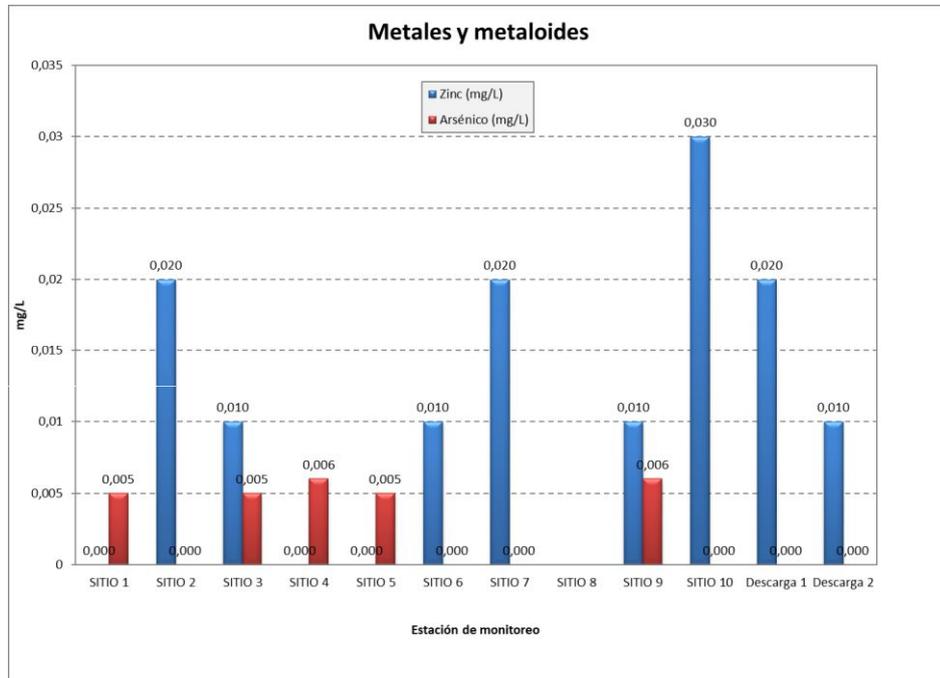


v. METALES

Las concentraciones de los metales pesados en los cursos de agua están íntimamente relacionadas con actividades antrópicas. Desde siempre, los cursos de agua superficial han sido los receptores de los desechos líquidos generados por el hombre. Debido a que los metales pesados no son biodegradables, generalmente no se eliminan de los sistemas acuáticos por procesos naturales como los contaminantes orgánicos.

Del monitoreo actual, y haciendo sólo observaciones al respecto de aquellos metales que han sido detectados de forma positiva, se destaca lo siguiente:

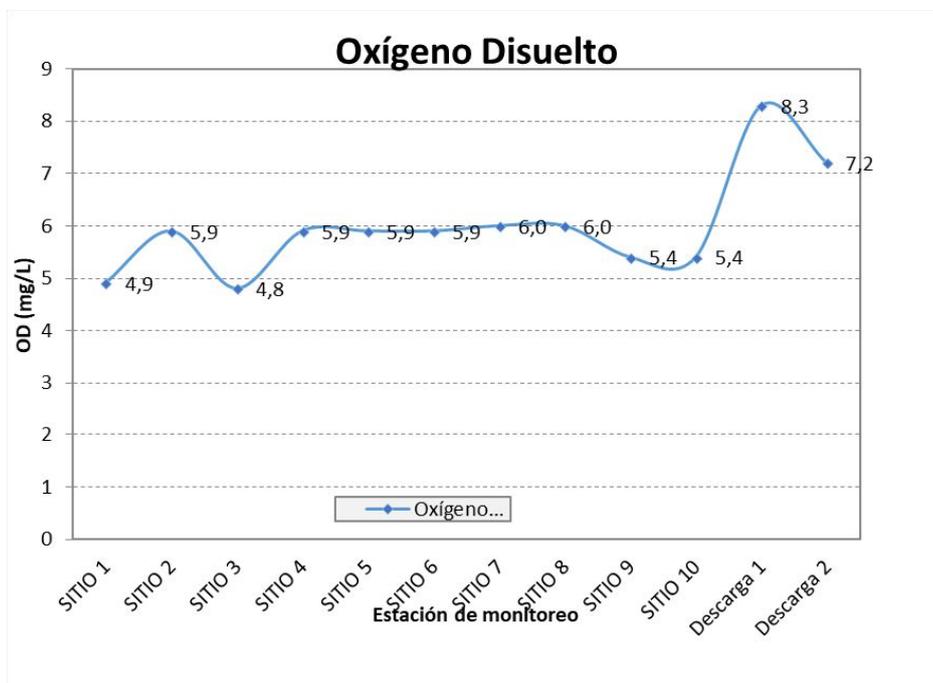
- (1) El zinc ha sido detectado de forma positiva solos en SITIO 2, SITIO 3, SITIO 6, SITIO 7, SITIO 9, SITIO 10 y en la ZONA DE DESCARGA 1 y 2. Las concentraciones encontradas oscilaron entre 0.10 mg/l y 0.030 mg/l.
- (2) El arsénico sólo fue detectado en los SITIOS 1, 3, 4, 5 y 9, alcanzando valores sin relevancia ambiental entre 0,005 mg/L - 0,006 mg/L.



vi. MATERIA ORGÁNICA y OXIGENO DISUELTO

De la gráfica expuesta más abajo puede observarse que:

1. El nivel de oxígeno disuelto refleja la actividad física, química y biológica del ecosistema del agua natural, por lo que resulta indispensable su medida para estudiar el impacto de la contaminación en el mismo. Según el “Canadian Water Quality Guildines”, los valores de referencia para el normal desarrollo de la biota deben ser superiores a 4 mg/L, siendo de 8 mg/L el valor óptimo de oxígeno necesario para el desarrollo de la vida acuática.



En el gráfico que se adjunta se observa que los valores hallados estuvieron entre 4.8 y 8.3 mg/l. Se infiere entonces que al momento de las mediciones se ha superado el nivel mínimo para el normal desarrollo de la vida acuática (4 mg/L) en todos los sitios evaluados.

2. El contenido orgánico de las aguas se puede deber a una diversidad de compuestos orgánicos en varios estados de oxidación. Algunos de estos compuestos pueden ser sometidos a un ensayo de oxidación posterior por procesos químicos, lo que se denomina Demanda Química de Oxígeno (DQO) o biológicos, llamado Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅):

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es el oxígeno consumido por un líquido para descomponer la materia orgánica por acción microbiana aerobia expresada en mg/L (APHA, AWWA, WPCF, 1992).

Los valores de DBO₅ registrados muestran un comportamiento homogéneo, sin superar el valor de 12 mg/l, concentración máxima obtenida en el punto 10.

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La DQO corresponde al conjunto de materia orgánica biodegradable o no biodegradable. Se expresa por la cantidad de oxígeno suministrado por el dicromato de potasio necesario para oxidar las sustancias orgánicas (proteínas, glúcidos y lípidos) e inorgánicas presentes en las aguas (APHA, AWWA, WPCF, 1992).

En aguas superficiales se pueden encontrar concentraciones de hasta 20 mg/L y más de 200 mg/L en aguas que reciben efluentes industriales (Chapman, 1996).

Dado que la elevada salinidad interfiere en las metodologías analíticas de los parámetros DBO₅ y DQO, en las muestras extraídas en este monitoreo no ha sido posible su cuantificación dado que en todas ellas la conductividad fue similar a la de agua de mar.

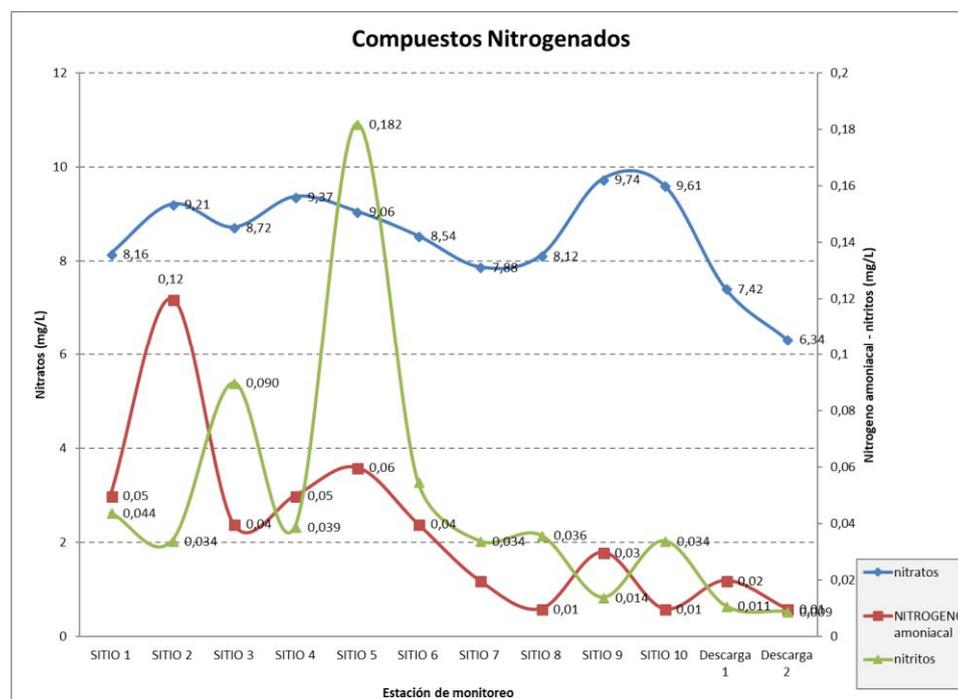
vii. COMPUESTOS NITROGENADOS

El nitrógeno puede asumir varios estados de oxidación, razón por la cual puede intercambiarse entre varias de sus formas (amoníaco/amonio, nitrito, nitrato). El nitrógeno total puede provenir de vertidos urbanos e industriales y del lavado de suelos enriquecidos con fertilizantes nitrogenados. El nitrógeno por hidrólisis puede dar muy rápidamente amoníaco, que puede ser oxidado biológicamente a nitrito en primera instancia y posteriormente a nitrato, para lo cual se

requiere oxígeno. En condiciones de déficit de oxígeno los nitratos y nitritos pueden ser reducidos en sentido inverso. De acuerdo a las concentraciones de oxígeno existentes en un cuerpo de agua, los procesos pueden retrasarse y por este motivo los nitritos pueden acumularse en el sistema.

Las concentraciones de Nitrógeno amoniacal mostraron un pico de 0.12 mg/L en el SITIO 2 y luego disminuye hasta alcanzar concentraciones de 0.01 mg/L en SITIO 8 y ZONA DESCARGA 2. Los nitritos fueron detectados en concentraciones que oscilaron entre 0.182 mg/l (en SITIO 5) y 0.009 mg/l (en ZONA DESCARGA 2). En tanto, los nitratos fueron cuantificados entre 6.34 mg/L (ZONA DESCARGA 2) y 9,74 mg/L (SITIO 9).

En ningún caso las concentraciones han superado los niveles guía de calidad de aguas establecidos en Tabla 3 del Decreto 831/93, reglamentario de la Ley 24051.

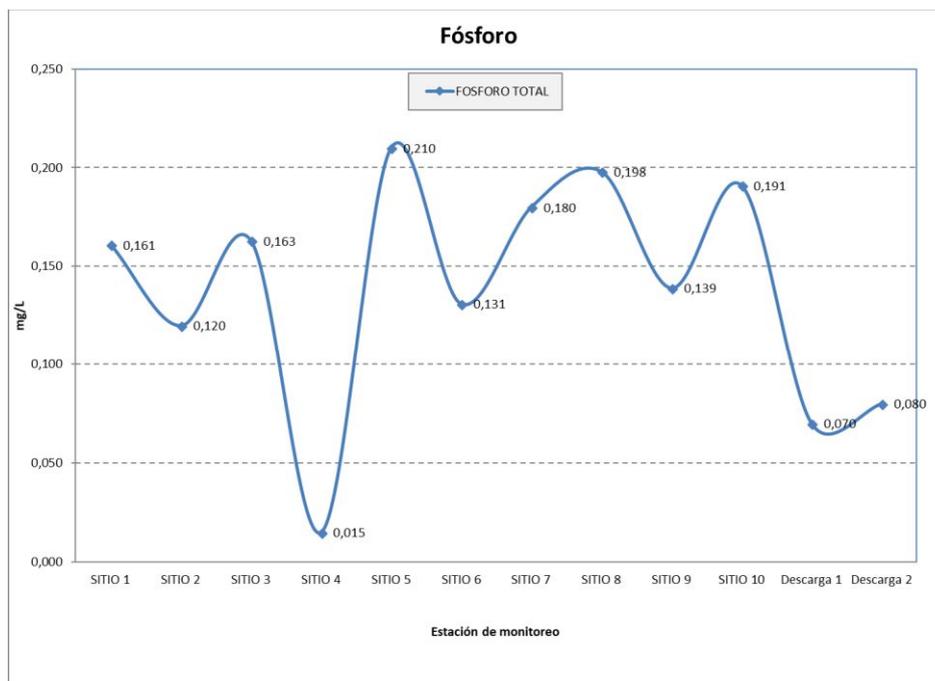


viii. FÓSFORO

El fósforo es fundamental para el crecimiento de los organismos y puede ser el nutriente limitante de la productividad primaria de la

vegetación en un cuerpo de agua. En estos casos en que es el nutriente limitante del crecimiento, la descarga al recurso de aguas residuales con o sin tratamiento, aguas de drenaje de sectores agrícolas o ciertos residuos industriales, podría estimular el crecimiento excesivo de algas y de otros vegetales fotosintéticos. Esto está íntimamente ligado al proceso de eutrofización que consiste en forzar un sistema acuático desde el exterior, con la incorporación de más nutrientes, y también de materia orgánica, alterando el equilibrio, induciendo desviaciones en las características del sistema y en su composición biótica. Estos procesos introducen cambios físico-químicos y biológicos en la calidad del agua.

En las cercanías de población la aceleración de la eutrofización se debe al vertido de residuos municipales e industriales, introduciendo en el cuerpo de agua receptor compuestos orgánicos complejos que, contribuyen a la formación de cantidades relativamente elevadas de nitratos y fosfatos como productos finales de la oxidación biológica. En el caso del fósforo, ese aporte aumenta relativamente por el uso creciente de detergentes sintéticos.



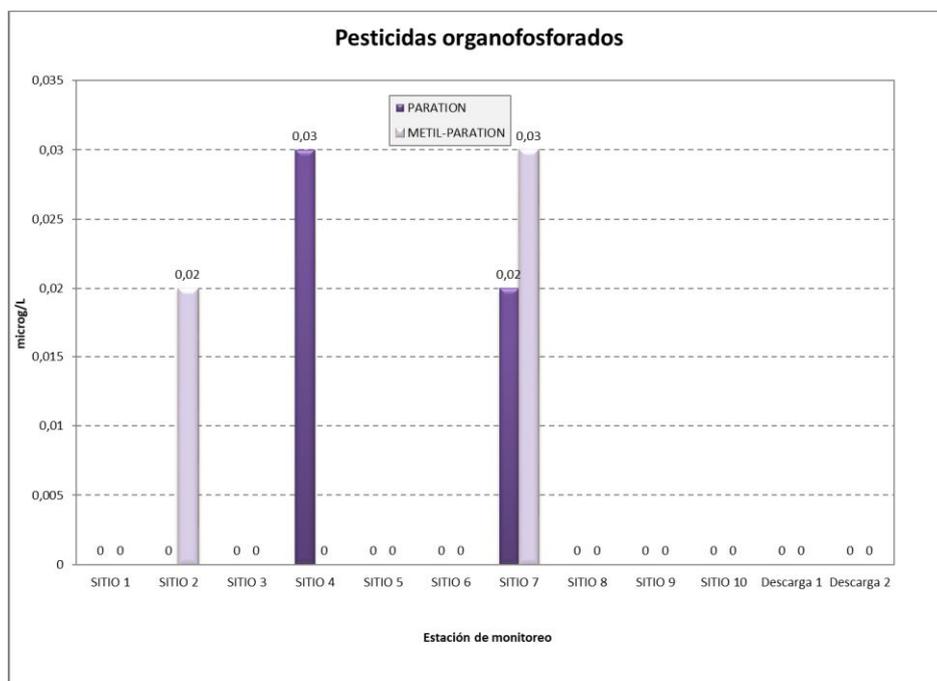
En el presente estudio puede verse el valor más alto de fósforo total en el SITIO 5 (0,210 mg/L), y la menor concentración detectada fue de 0,070 mg/L en ZONA DESCARGA 1. Cabe destacar que los valores obtenidos en el actual monitoreo fueron menores a los hallados en el anterior.

ix. PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS

En el presente monitoreo, de todos los compuestos organofosforados investigados, se han detectado de forma positiva en agua el Paration y Metil paration. Sin embargo, las concentraciones halladas fueron menores a las del monitoreo anterior.

En los SITIOS 2 y 7 se encontró Metil-paration en concentraciones entre 0.02 y 0.03 ug/l. En tanto, el Paration se detectó en los SITIOS 4 y 7, en el mismo rango de concentración.

Los sitios donde ha resultado detectado el analito son los Puntos 1, 5 y 8; ha demostrado un comportamiento asistémico, detectándose la menor concentración en el Punto 8 – 0.02 mg/L -, siendo el valor máximo de 0.03 mg/L encontrado en los otros dos sitios.



Los analitos:

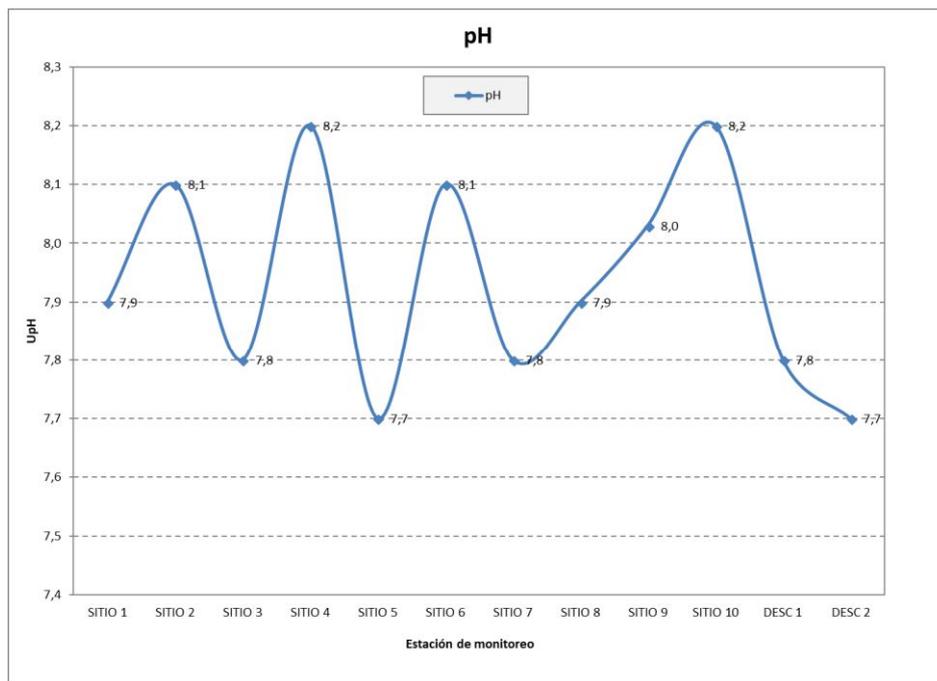
- a) Cadmio, Plomo, Cromo y Mercurio
- b) Cianuros totales
- c) Sulfuros
- d) Hidrocarburos totales
- e) Hidrocarburos aromáticos polinucleares
- f) Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos (BTEX)
- g) Pesticidas Organoclorados
- h) Malatión y Forato

no fueron detectados por encima del límite de detección de la metodología utilizada para su cuantificación, lo cual asegura el cumplimiento de los niveles guía establecidos en las normativas de referencia.

b. Muestras de sedimentos:

1) pH:

De acuerdo a los valores de pH obtenidos, los sedimentos analizados pueden clasificarse como neutros. El rango de mediciones obtenido es 7,7 - 8,2 UpH.



2) METALES

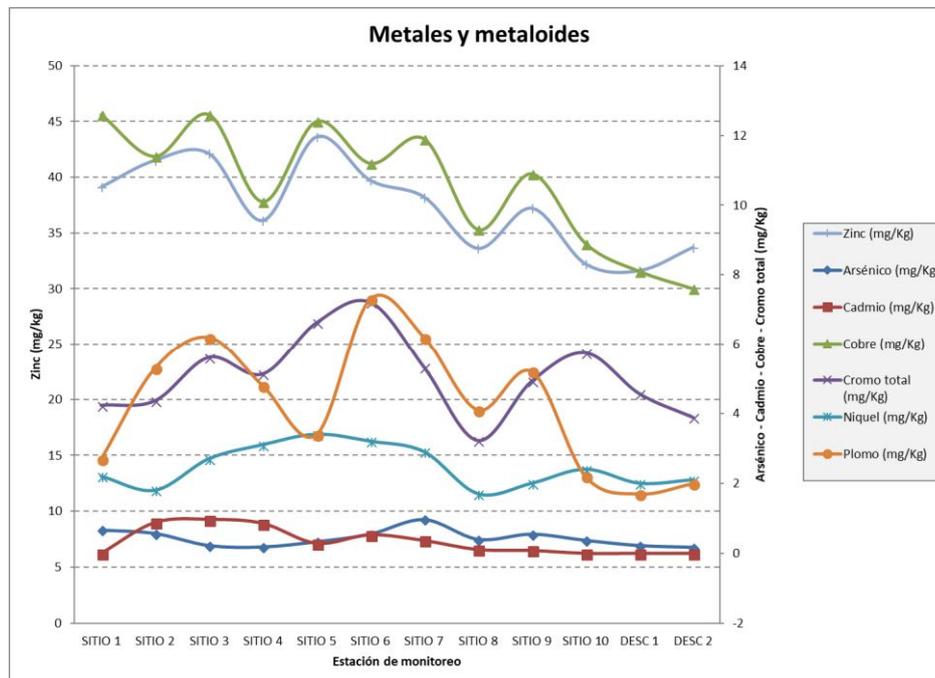
Los metales pesados son sustancias naturales presentes en la tierra desde antes de la existencia del hombre. Se vuelven contaminantes por efecto de la actividad humana y la liberación desde depósitos, por actividad volcánica o por erosión. Algunos son elementos esenciales para los organismos vivos. Por ejemplo, el zinc es un componente esencial de enzimas, y el cobre es esencial para funcionamiento de citocromo oxidasa (proteína que interviene en los procesos de respiración celular). Estos metales están presentes a bajas concentraciones en las rocas, suelos, aguas y en la atmósfera. Otros elementos como el cromo, el cadmio, el plomo y el mercurio, no tienen funciones biológicas conocidas.

El cromo es un elemento natural que puede existir en varios estados: líquido, sólido o gas. Las formas más comunes en que se lo encuentra son cromo (Cr 0), cromo trivalente (Cr III) y cromo hexavalente (Cr VI). Mientras que el Cr III es la forma más común en la corteza terrestre, el Cr VI es considerado un elemento de alta toxicidad. El mismo puede ser tóxico para el ser humano y una serie de organismos acuáticos en ciertas concentraciones, pero se convierte rápidamente en Cr III y no se bioacumula (ATSDR, 2008).

Dentro de los metales se ha analizado la presencia de cadmio, cromo total, cobre, plomo, níquel, mercurio, zinc y arsénico (metaloide). Todos estos parámetros cuentan con niveles de acción regulados en las normas RGMD.

Al respecto, se valoraron concentraciones máximas de:

- 7.3 mg/kg para el plomo (SITIO 3);
- 7.21 mg/kg para el cromo (SITIO 6);
- 0.97 mg/kg de arsénico (SITIO 7)
- 12.6 mg/kg de cobre (SITIO 1 y SITIO 4)
- 3.4 mg/kg de níquel (SITIO 5),
- 0.96 mg/kg de cadmio (SITIO 3)



El mercurio no ha sido cuantificado por encima del límite de detección de la metodología utilizada para estudiarlo, lo cual asegura el cumplimiento de los niveles guía establecidos en las normativas de referencia.

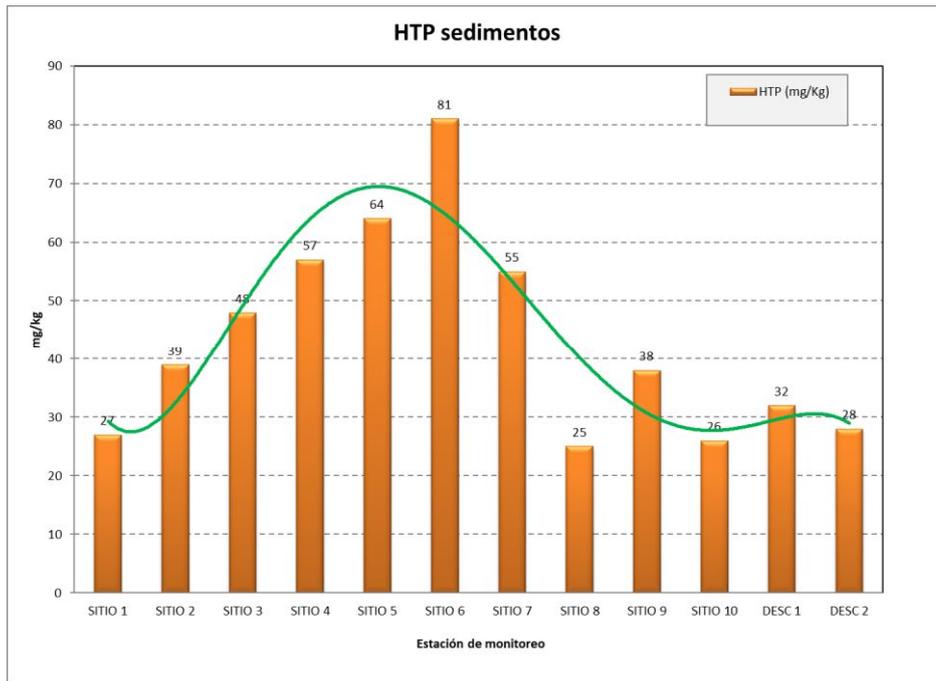
En ningún caso se han superado las concentraciones establecidas en las RGMD así como tampoco el “valor límite” de la normativa Holandesa.

3) HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO

El término de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) se utiliza para describir un grupo extenso de varias sustancias químicas entre las que se consideran tanto hidrocarburos alifáticos (hidrocarburos de cadena abierta y cíclicos) como aromáticos (aquellos cuya base estructural es el anillo bencénico).

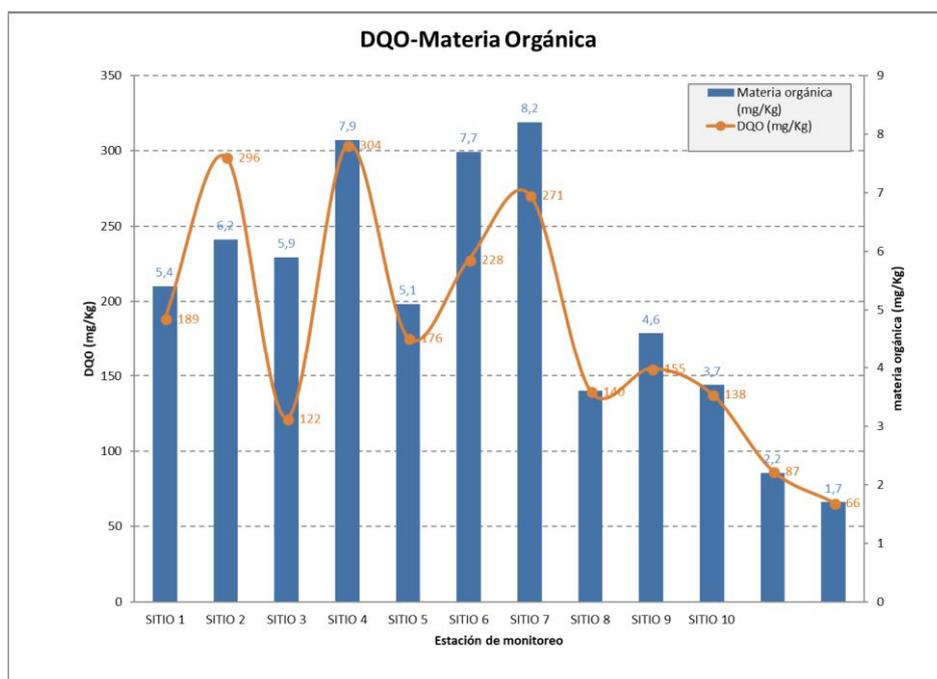
En el presente estudio las concentraciones cuantificadas resultaron variables entre 25 mg/kg y 81 mg/kg, sin mostrar grandes cambios respecto al muestreo anterior. La concentración máxima de HTP se obtuvo en el SITIO 6.

De acuerdo a los valores establecidos en la normativa holandesa, todos los resultados se encuentran por debajo del “valor límite” (1.000 mg/kg).



4) DQO-MATERIA ORGANICA

Los analitos Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Materia Orgánica en sedimentos han mostrado un comportamiento quimiométrico similar, obteniéndose concentraciones en el rango de 1.7 mg/kg - 8.2 mg/kg para la materia orgánica y 66 mg/kg - 304 mg/kg para la DQO. Las máximas concentraciones fueron obtenidas en SITIO 7 y 4 respectivamente.

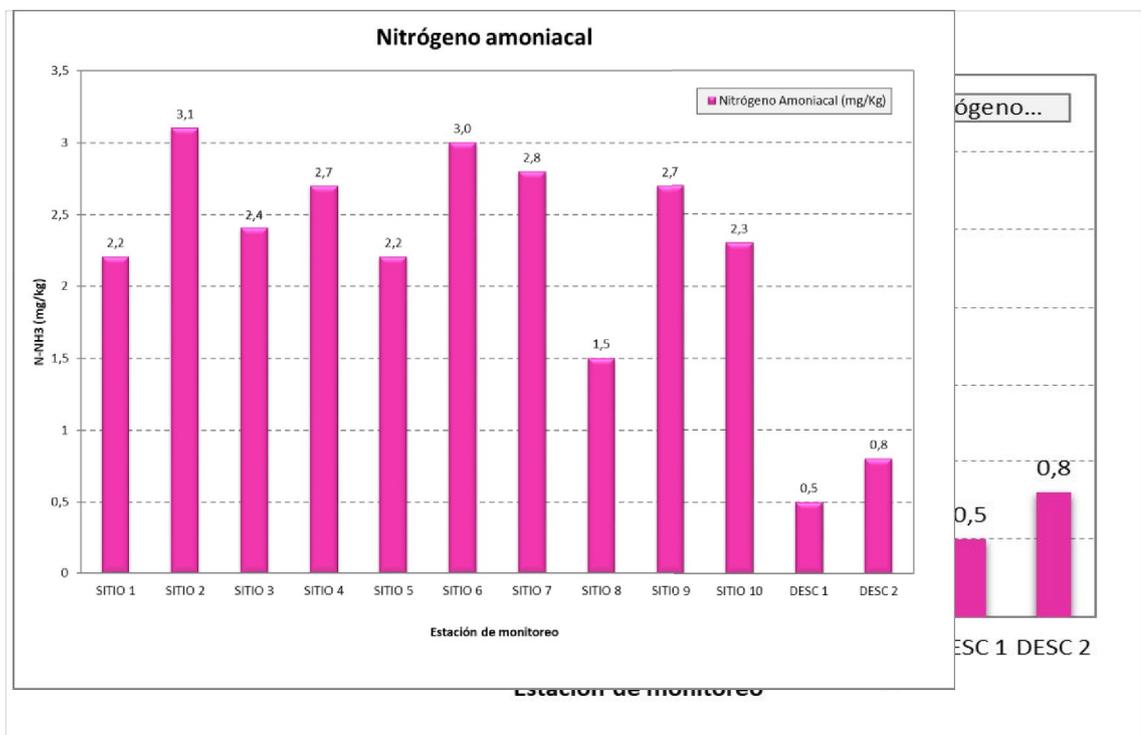


5) NITROGENO AMONIACAL

Como se ve en el gráfico que se adjunta, y al igual que en el monitoreo realizado en la etapa previa al dragado, el nitrógeno amoniacal en sedimentos ha sido cuantificado en todos los sitios de diagnóstico.

La distribución quimiométrica se muestra homogénea en la zona de dragado (SITIO 1 a SITIO 10), en el rango de 1.5 mg/kg – 3.1 mg/kg. En tanto, en la zona de descarga, los valores hallados son inferiores, entre 0.5 y 0.8 mg/kg.

Cabe destacar que ninguna de las concentraciones halladas es de significancia ambiental.

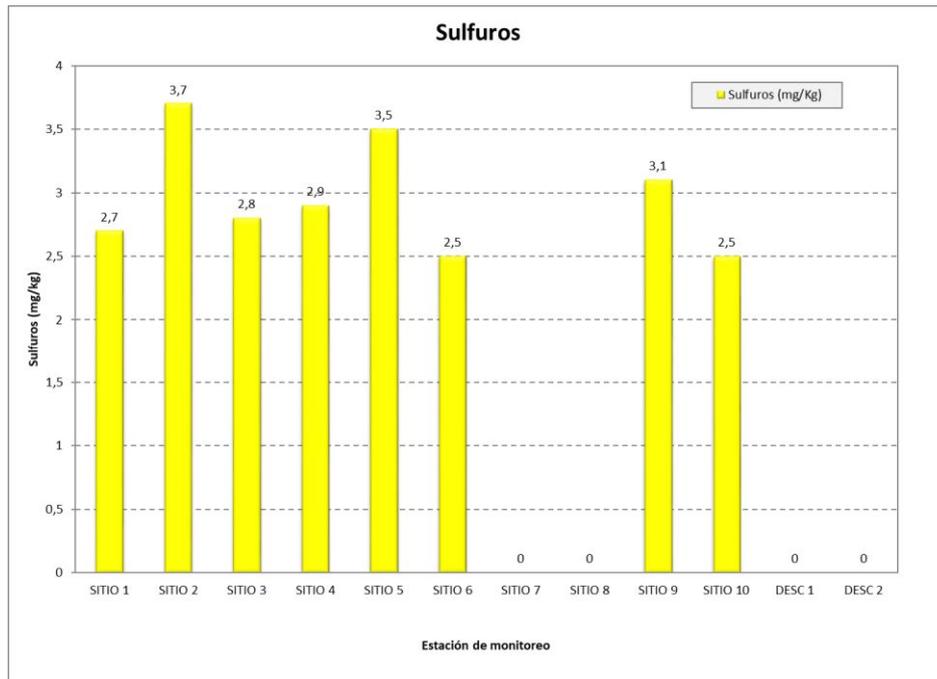


6) SULFUROS

La concentración de sulfuros se comporta de forma heterogénea.

Se ha detectado la presencia de este analito en todos los sitios, a excepción de SITIO 7, SITIO 8 y ZONA DE DESCARGA 1 y 2.

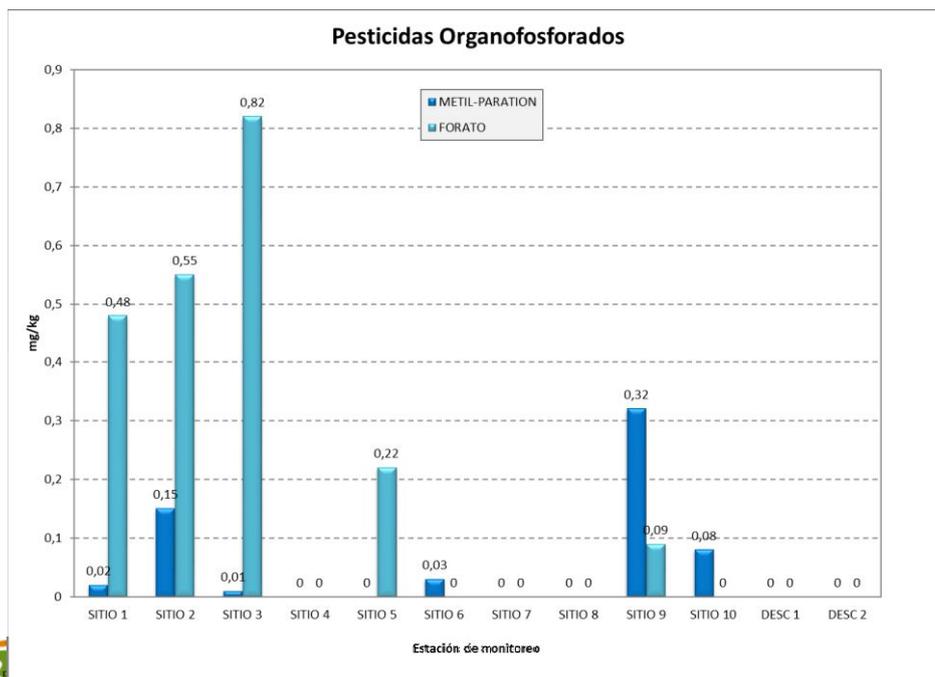
La concentración máxima fue de 3.7 mg/kg, hallada en el SITIO 2. Todas las concentraciones medidas no son de destacar.



7) PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS

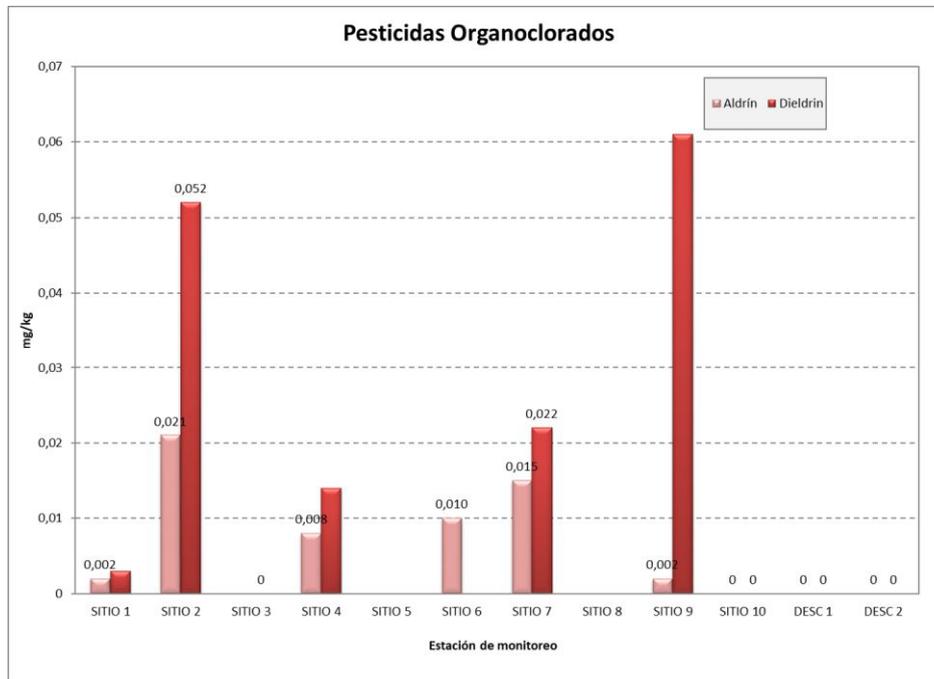
En el actual muestreo, nuevamente se detecta la presencia de Metilparation y Forato en los sedimentos. Ambos compuestos se muestran en concentraciones que oscilan entre 0.09 mg/kg – 0.82 mg/kg para el forato, y 0.01 mg/kg – 0.32 mg/kg para el metil-paration.

Es de destacar que el forato fue detectado en los SITIOS 1, 2, 3, 5 y 9; y el metilparation en los SITIOS 1, 2, 3, 6, 9 y 10.



8) PESTICIDAS ORGANOCLORADOS

De todos los compuestos organoclorados investigados, sólo se ha detectado el aldrín y el dieldrín.



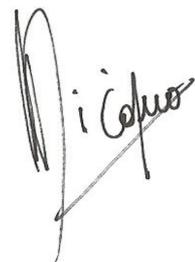
El aldrín se muestra en concentraciones que oscilan entre 0.002 mg/kg – 0.021 mg/kg, y sólo no fue detectado en los SITIOS 1, 2, 4, 6, 7 y 9. El dieldrín fue cuantificado en el rango de concentraciones 0.003 mg/kg – 0.061 mg/kg. Es de destacar que el dieldrín sólo fue detectado en los SITIOS 1, 2, 4, 7 y 9

No se obtuvieron concentraciones cuantificables de:

- Cianuros
- Mercurio
- Pesticidas organoclorados:
 - Alfa-HCH
 - Beta-HCH
 - Delta-HCH
 - Gama-HCH (Lindano)
 - Alfa-Clordano

- DDD
- DDE
- DDT
- Aldrín
- Dieldrin
- Endrin
- Ensoulfán sulfato
- Heptacloro
- Heptacloro epoxido
- Pesticidas organofosforados:
 - paratión y
 - malatión

en ninguna de las muestras analizadas, lo cual asegura el cumplimiento de los niveles guía establecidos en las normativas de referencia.



Ing. Nicolás Di Capua
MN 15504
Asesor Ambiental

CERTIFICADOS OFICIALES

Resolución OPDS 41/14



Cadenas de custodia y protocolos para informe

