



TRABAJO FINAL DE ESPECIALIZACIÓN EN QUÍMICA CON  
MENCION EN DIAGNÓSTICO AMBIENTAL  
SITUACIÓN AMBIENTAL DE LA  
INDUSTRIA PESQUERA LOCAL  
COMODORO RIVADAVIA



Alumna: Lic. Toledo, Elizabeth

Tutora: Dra. Mazzuca, Marcia

2018

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer en primer lugar, a mi marido Juan José Barría por su constante y paciente acompañamiento incondicional. Si no hubieses estado a mi lado alentándome y ayudándome a cuidar de los hijos no hubiese podido terminar este trabajo.

En segundo lugar a mis hijos, también por su paciencia y continua colaboración, en muchos momentos notando la ausencia de mi atención pero supieron comprender y acompañarme.

Luego, agradezco a la Dra. Mazzuca Marcia por el tiempo dedicado a mi trabajo, por ayudarme, guiarme y por sobre todo estar siempre predispuesta a recibirme para realizar consultas.

También quiero agradecer muy especialmente a mi amiga y compañera de trabajo, la Lic. Ríos Natalia por no dudar en colaborar y prestar su conocimiento, ayuda y atención a todo lo referido a este trabajo brindando siempre información y sugerencias de mejora continua.

Agradecer a la técnica Obando Inés por brindarme material bibliográfico, conocimientos y experiencias personales que facilitaron el aprendizaje y mayor entendimiento de la temática abordada.

Por último, agradecer a la Subsecretaría de Ambiente de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia por los datos e información brindada que fueron de gran ayuda para la culminación del presente trabajo.

## ÍNDICE

1. RESUMEN.....	¡Error! Marcador no definido.
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS .....	6
3.1. CAPTURA Y CONSERVACIÓN DEL PESCADO .....	6
3.2. PLANTA DE PROCESADO.....	6
3.2.1. ETAPAS GENERALES DEL PROCESO .....	6
4. PRINCIPALES CONTAMINANTES.....	12
4.1. CONTAMINANTE GASEOSO EN COMPARTIMIENTO AIRE.....	13
4.1.1. EFECTOS SOBRE LA SALUD Y AMBIENTE .....	14
4.2. CONTAMINANTE SÓLIDO EN COMPARTIMIENTO AGUA Y EN BIOTA .....	15
4.2.1. EFECTOS SOBRE EL AMBIENTE Y BIOTA.....	15
4.3. CONTAMINANTE SÓLIDO EN COMPARTIMIENTO SÓLIDO.....	16
4.3.1. EFECTOS SOBRE SALUD Y AMBIENTE.....	16
4.4. CONTAMINANTE LÍQUIDO EN COMPARTIMIENTO AGUA Y BIOTA.....	16
4.4.1. EFECTOS ECOTOXICOLÓGICOS.....	17
5. LEGISLACIÓN.....	18
5.1. MARCO NORMATIVO NACIONAL.....	18
5.2. MARCO NORMATIVO PROVINCIAL.....	19
5.3. MARCO NORMATIVO MUNICIPAL .....	21
6. METODOLOGÍAS ANALÍTICAS .....	22
6.1. ASPECTOS A TENER EN CUENTA ANTES DE SU DETERMINACIÓN EN LABORATORIO .....	23
6.1.1. PLAN DE MUESTREO.....	23
6.1.2. CADENA DE CUSTODIA .....	23
6.1.3. ACONDICIONAMIENTO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS.....	23
6.2. METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE EFLUENTES LÍQUIDOS, GASEOSOS Y BIOSOLIDOS DE LA ACTIVIDAD PESQUERA.....	24
6.3. DESCRIPCIÓN DE ANALITOS DE INTERÉS. ....	24

<b>7. FORMAS DE TRATAMIENTO .....</b>	<b>32</b>
<b>7.1. TRATAMIENTO FÍSICO .....</b>	<b>34</b>
<b>7.2. TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO .....</b>	<b>35</b>
<b>7.3 . TRATAMIENTO FÍSICO- PILETAS CON AIREACIÓN MECÁNICA.....</b>	<b>37</b>
<b>8.SUGERENCIAS DE MEJORA DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIALES Y ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS.....</b>	<b>39</b>
<b>8.1. TRATAMIENTO FÍSICO EN EFLUENTES INDUSTRIALES .....</b>	<b>39</b>
<b>9. TÉCNICAS APLICADAS AL ANÁLISIS FORENSE.....</b>	<b>45</b>
<b>9.1. METODOLOGÍA HISTÓRICA .....</b>	<b>46</b>
<b>9.1.1. HERRAMIENTAS SATELITALES .....</b>	<b>46</b>
<b>9.2. METODOLOGÍA ANALÍTICA .....</b>	<b>48</b>
<b>9.3. TÉCNICA DE ANÁLISIS DE RELACIONES LOGARÍTMICAS ( LRL ) .....</b>	<b>48</b>
<b>9.4. ISOTOPIA .....</b>	<b>50</b>
<b>10. CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>53</b>

## **RESUMEN**

El presente trabajo tuvo como propósito realizar una descripción de la situación ambiental actual de la industria pesquera de la ciudad de Comodoro Rivadavia atendiendo a los aspectos interdisciplinarios que integraron la Especialización.

Se analizó la información brindada por empresas, municipio de la ciudad de Comodoro Rivadavia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la provincia del Chubut a fin de poder realizar la mayor cantidad de aportes de interés público y académico de la actividad.

A partir de dicha información se dio a conocer el procesado de las materias primas principales los efectos ocasionados a partir de los contaminantes generados en las diferentes etapas del proceso y los sistemas de tratamiento que se aplican actualmente en las plantas pesqueras exclusivamente para los efluentes líquidos residuales.

También se mencionan normativas a nivel Nacional, Provincial y Municipal aplicables a la regulación y control de los residuos de la actividad.

Se describieron técnicas forenses disponibles para posibles detecciones de fuentes contaminantes por pesqueras.

Por último, en base al conocimiento de tecnologías aplicables en la actualidad se propusieron sugerencias de mejora para los sistemas de tratamiento de efluentes líquidos en lo concerniente al diseño en función del volumen ingresado y una opción de tratamiento para los residuos orgánicos pesqueros.

Cabe aclarar que la situación ambiental de las plantas pesqueras del ejido está estrechamente vinculada con tres aspectos relevantes; el primero se relaciona con el consumo masivo del recurso agua que demanda esta industria y por ende, la generación de efluentes líquidos residuales, el segundo aspecto, se relaciona con la emanación de olores propia de la actividad que molesta en gran medida a las personas que habitan próximas a las instalaciones donde se desarrolla la actividad y el tercer aspecto tiene correspondencia con la gran cantidad de desechos sólidos orgánicos sin tratamiento eficaz .

Estos tres grandes aspectos enmarcan a mi criterio la exposición del título del presente trabajo

## 1.INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la actividad pesquera registra un inicio importante en nuestra ciudad a partir del año 1982, con un singular crecimiento, originado por factores políticos, económicos y biológicos.

Las ventajas de operación desde puertos patagónicos, la aparición del recurso langostino como especie de importancia comercial, los recursos pesqueros suficientes, la infraestructura portuaria, el combustible, las comunicaciones, las facilidades para la salida de las exportaciones, la infraestructura terrestre y de servicios, la capacidad de almacenamiento frigorífico y mano de obra adecuada para las tareas laborales permiten la expansión de esta industria en el mercado local.

*Las tres plantas pesqueras* que se encuentran en el ejido, tienen una marcada estacionalidad en su producción, una temporada alta entre noviembre y febrero y una temporada baja en invierno, relacionada con la operatoria de la flota costera del puerto de la ciudad. Esta dinámica estacional propia de la actividad alimenticia tiene vinculación directa con la generación de residuos sólidos y líquidos.

Las etapas generales que comprende el procesamiento de las materias primas de langostino (*Pleoticus muelleri*) y merluza común (*Merluccius hubbsi*) en la planta son recepción, lavado, descabezado, eviscerado, fileteado, cuereado, inspección, envasado y congelado. Para el caso del langostino se incorpora un paso más antes de su envasado y congelado que es el agregado de metabisulfito de sodio como agente conservante.

El metabisulfito de sodio se suele comercializar como polvo blanco soluble en agua, su manipulación debe ser muy cuidadosa debido a que posee propiedades irritantes y en solución acuosa es extremadamente ácida. Si entra en contacto con el torrente sanguíneo es tóxico.

Expuesto al aire y a la humedad, el metabisulfito de sodio se oxida lentamente a sulfato de sodio con la consiguiente desintegración de los cristales, es por esta razón que debe ser conservado en recipientes bien herméticos.

Por otro lado, resulta interesante conocer la composición bioquímica de la materia prima a procesar lo cual podría ayudar a indagar acerca de la formación de posibles

especies contaminantes en el agua, suelo o biota y sus efectos en el ambiente luego de eliminar restos orgánicos no aptos para su consumo.

Para el caso de la merluza su composición química consiste en 17,2 g de proteínas, 0,9 g de grasas, 80,8 g de agua, 101 mg de sodio, 294 mg de potasio, 142 mg de fósforo, 0,1 mg de vitamina B1 y 0,2 de vitamina B2 para una muestra de 100 g de producto.

De acuerdo a su composición biológica, está constituido por dos tipos de proteínas; *sarcoplasma* que son dispersables en agua y salmueras diluidas con actividad enzimática, y las miofibrillas que son la actina, miosina y la tropomiosina.

Según su contenido de grasas, la merluza se clasifica como carne blanca magra con contenido graso inferior al 2%, mientras que el langostino se clasifica como carne blanca semimagra con contenido graso entre el 2 y 8 %.

Para el caso de langostino su composición química se basa en 96 g de proteínas, 1,3 g de grasas, 120 mg de calcio, 2 mg de hierro, 0,09 mg de yodo, 18 mg de vitamina A y proporciones inferiores a 1mg de vitaminas C, D, E y B12. (Medin, 2003).

Las alteraciones del pescado están dadas por factores de origen intrínseco y extrínseco. El primero es por tener baja la temperatura que optimiza la actividad enzimática. Luego de la muerte las bacterias no fermentadoras liberan trimetilaminas, sustancia que da el característico olor a pescado, esta sustancia se encuentra como oxitrimetilamina en el pez y forma parte del sistema osmorregulador.

El pescado se considerará deteriorado cuando su pH sea igual o mayor a 7.5 y el nitrógeno amoniacal llegara a 125 mg de  $N_2/100$  g.

Debido a la ausencia de carbohidratos en la composición intrínseca del pescado, las bacterias degradan las proteínas otorgando el olor desagradable característico. Esas proteínas liberan aminoácidos, como la histidina que puede convertirse en histamina.

El parámetro extrínseco está dado por la contaminación del agua y la flora del intestino así como las branquias que no tardan en alterar el pescado si cambian los parámetros intrínsecos.

En la etapa de procesamiento de fresco, durante el lavado de materia prima y el fileteado se produce grandes cantidades de residuos sólidos orgánicos tales como escamas, desechos orgánicos con sangre (vísceras, piel, cabeza, cola) y residuos de envasado y empaque (cartón y cintas plásticas). Los residuos sólidos orgánicos son acopiados en

contenedores para luego enviarlos a las cavas ubicadas en el predio de Tecpetrol (sitio que se encuentra fuera de jurisdicción municipal) donde dichos residuos son enterrados sin previo tratamiento.

Los efluentes líquidos residuales generados durante el proceso poseen alta carga orgánica y alto contenido de sólidos en suspensión, lo cual genera efectos relevantes sobre el cuerpo receptor (mar) tales como la sedimentación de los residuos, la aparición de sólidos flotantes, el desequilibrio físico, químico, biológico del agua de mar, la reducción del oxígeno disuelto, incremento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y de los nutrientes, alta carga de amonio causando de esta manera la eutrofización . (Soto, 1990).

En consecuencia, la adición continua y sin tratamiento eficiente de descargas con alto contenido orgánico afecta tanto a las formas de vida presentes en estos ecosistemas como a los ciclos bioquímicos de las diferentes especies. Los organismos directamente afectados por estas aguas de desecho son de lento o nulo movimiento, como las almejas y mejillones principalmente.

La Ordenanza Municipal N° 3779-3/02 de efluentes líquidos industriales establece límites admisibles para vuelco a colector cloacal municipal, cuerpos de agua superficial y mar abierto.

Actualmente los tratamientos de efluentes líquidos industriales orgánicos que posee cada una de las pesqueras (3 instalaciones) son deficientes no cumpliendo en su totalidad con los valores límites de vuelco.

Los residuos sólidos orgánicos que se generan hoy en día no tienen tratamiento alguno.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la provincia del Chubut obliga mediante Resolución provincial llevar a cabo un tratamiento efectivo de sus residuos sólidos orgánicos.

Por otro lado y no menos importante, existen denuncias de vecinos cuyas viviendas se ubican próximas a las instalaciones de las plantas pesqueras acerca de olores desagradables que se emanan de esos sitios.

Estos olores los vecinos lo atribuyen a dos situaciones puntuales; una sería el olor característico del pescado en el proceso de putrefacción (aminas volátiles) y el otro olor sería el de amoníaco.

Existen además, antecedentes de fugas de amoniaco en los sistemas de refrigeración de una de las tres plantas del ejido hasta tal punto de evacuar el personal de turno. (Información suministrada por Subsecretaria de Ambiente).

La situación ambiental de las plantas pesqueras del ejido urbano es crítica y lamentable.

Es fundamental no solo brindar propuestas de mejora en los sistemas de tratamiento de los diferentes residuos que se producen sino también exigir que sean concretadas a través del seguimiento y monitoreo continuo aplicando sanciones si fuese necesario.

## 2.PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS

### 2.1.CAPTURA Y CONSERVACIÓN DEL PESCADO

En la cubierta del barco, se almacena en contenedores con agua de mar refrigerada o hielo, en estas condiciones se puede mantener hasta tres días. El uso del hielo es la forma más habitual, utilizándose picado o en escamas de 20mm como máximo. Trozos mayores pueden dañar los tejidos del producto. Para el caso del pescado marino requiere de 0,7 a 0,9 kg de hielo por kilo almacenado. El espesor de las capas de pescado a granel no debe superar el metro de altura.

### 2.2.PLANTA DE PROCESADO

#### 2.2.1. ETAPAS GENERALES DEL PROCESO

Materia prima: **Langostino** (*Pleoticus muelleri*)

**Fig. 1:** *Pleoticus muelleri*, representa la especie de mayor interés para la flota pesquera patagónica.



Recepción: El acomodado, peso y cantidad de hielo por cajón del langostino fresco es de principal interés en esta etapa.

Se realiza un control organoléptico utilizando los parámetros de aceptabilidad-rechazo.

Los cajones se repasan con hielo si es necesario y se envían a la cámara de fresco. Con el langostino congelado, como primera medida, se toma la temperatura de ingreso a las cámaras. A medida que se realiza la descarga, se examinan algunas cajas para determinar la calidad del mismo.

Lavado-descongelado: Se realiza en bachas con agua de red.

Clasificado: Es de acuerdo a los defectos que posean. Se separan aquellos langostinos que se encuentren aplastados, con cabeza desprendida y/o antenas cortadas. El langostino crudo entero y sin cabeza se clasifica por peso.

Enfriado: Se realiza inmediatamente después de la cocción, colocándole un 2% de sal al agua de enfriado.

Pelado: Se retira la cubierta quitinosa de los langostinos.

Prolijado y lavado: En esta etapa se verifica que no hayan quedado restos de cascara u otro componente no deseado, luego el producto se lava en una bacha con agua corriente de red, sal y hielo.

Envasado: El langostino pelado se interlamina en bandejas plásticas.

El langostino entero crudo y el langostino sin cabeza crudo se envasa en cajitas de tapa y fondo protegido con láminas de nylon.

Congelado: Se lleva a cámaras de frío a  $-25^{\circ}\text{C}$ .

Desgrane - Glaseado: Primeramente el langostino pelado es desgranado y luego se glasea en máquinas o en bachas con hielo y agua. El resultado es una fina capa de agua congelada que le da un aspecto agradable al producto protegiéndolo de la oxidación.

Envase: Este, según el caso, puede ser al vacío, en bolsas de polietileno, en bolsas termoselladas o en cajitas.

Empaque: Se realiza inmediatamente en cajas masters para que el producto no gane temperatura.

Deposito en frío: En cámaras de frío a una temperatura de  $-25^{\circ}\text{C}$  se mantiene el producto hasta su comercialización.

Tratamiento del producto para su conservación: El langostino es tratado con metabisulfito de sodio para su conservación a una temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$ . El producto debe ser consumido antes de los 18 meses desde su congelado.

### **3.2.2. ETAPAS ESPECÍFICAS PARA LOS SUBPRODUCTOS DEL LANGOSTINO**

Langostino entero crudo: Se procede al lavado del mismo en una solución de agua, sal y metabisulfito de sodio, luego, se sumerge entre 30 y 60 segundos en dicha solución, se lo retira y clasifica por calibres (4 calibres) en forma manual, posteriormente, se envasa en estuches de cartón con envoltorio de polietileno con capacidad hasta 2 kg y se lo lleva al

túnel de congelado rápido por 2hs y 30 minutos. Cuando se lo retira del túnel, se procede a realizar el empaque en cajas de cartón con capacidad para 6 estuches de 2 g cada una.

Langostino entero cocido: Se procede al lavado con agua, luego se coloca en canastos provistos con mallas inoxidable para su cocción durante 5 minutos, se lo retira y se coloca en bachas con solución de sal, agua y hielo para su enfriado tratando así de producir un shock térmico a fin de lograr una textura adecuada de la carne de langostino.

Una vez enfriado, se realiza el clasificado por calibre, luego el envasado en estuches de cartón con polietileno cuya capacidad máxima es hasta 2 kg.

Posteriormente, se llevan los estuches al túnel de congelado rápido durante 2 hs y 30 minutos para luego proceder al empaque en cajas master con capacidad hasta 6 estuches.

Langostino pelado crudo: Luego del lavado de los langostinos (solución de agua, sal, hielo y metabisulfito de sodio) se lleva a las mesadas para el proceso de descabezado, pelado y clasificado de forma manual. Finalizada esta etapa, se procede a realizar el congelado de manera interfoliada para su posterior envasado.

Una vez logrado el congelado, se le retira el envoltorio para continuar con la etapa de glaseado (agua y hielo) y posterior envasado en bolsas de polietileno con capacidad hasta 2 kg de producto.

Finalmente se colocan en bolsitas y en cajas de cartón para ser almacenadas en las cámaras frigoríficas.

Langostino colita cruda: En la sala de elaboración, los langostinos son lavados en bachas con solución de agua, sal, hielo y metabisulfito de sodio para luego proceder al descabezado y clasificado por calibre.

Posteriormente se envasa en estuches de cartón con capacidad hasta 2 kg para finalmente ser colocados en cajas master admitiendo hasta 6 estuches. El almacenamiento se realiza en cámaras frigoríficas.

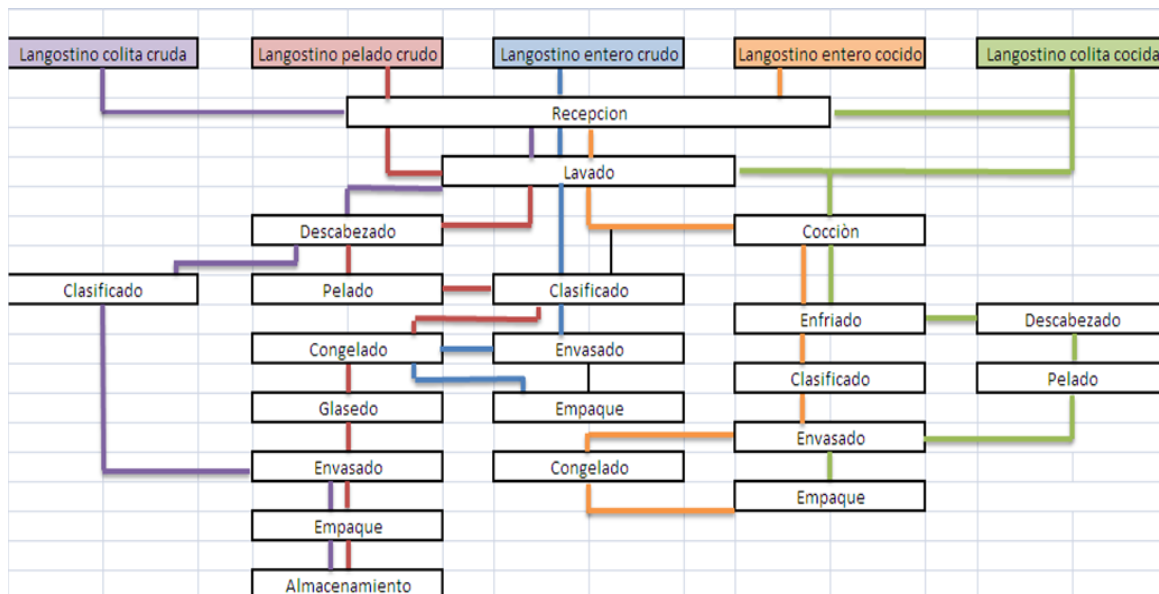
Langostino colita cocida: En la sala de elaboración son lavados únicamente con agua, luego son colocados en canastos con mallas inoxidable sometidos a cocción durante 5 minutos aproximadamente. Al ser retirados se colocan en bachas de enfriado tratando de producir un shock térmico para lograr una textura adecuada de la carne e langostino. Una

vez enfriados se los coloca en mesadas para realizar la etapa de descabezado y pelado (conservando la cola).

Finalmente se envasa en estuches de cartón con capacidad hasta 2 kg para luego colocarlas en cajas master admitiendo hasta 6 estuches. El almacenamiento se realiza en cámaras frigoríficas.

En la siguiente figura se resume las etapas del procesado de subproductos del langostino.

**Fig. 2:** Esquema de etapas de procesado de subproductos del langostino



Los colores asignados para cada subproducto y sus correspondientes líneas de conducción representan la secuencia de etapas del proceso.

Materia prima: **Merluza** (*Merluccius hubbsi*)

**Fig 3:** *Merluccius hubbsi*,



Recepción: Se realizan controles organolépticos y de temperatura. Los cajones procedentes del barco tienen un peso aproximado de 32 Kg cada uno.

Cámara de frío: La materia prima se le agrega hielo y se destina a cámaras de frío para mantenerlas entre 0 y 4°C, hasta el momento de su procesamiento.

Lavado- Descamado: La materia prima fresca se lava a fin de eliminar la suciedad.

Pesado: el pescado entero es colocado en cajones limpios y pesados por 20 kg para ser distribuidos a los fileteros.

Mesa de fileteros: Son los encargados de procesar la materia prima. La operación consiste en cortar y eviscerar.

Luego de terminado el cajón, las bandejas con el filet son pesadas.

Mesa de clasificación y prolijado: Se separan aquellos filet que presenten defectos de corte y otros como ematomas , parásitos, manchas de bilis.

Finalizada la tarea el pescado se destina al sector enfriado y pesado.

Envase: Los cajones ya pesados son enviados a través de la cinta para que los envasadores comiencen a interfoliar el producto en moldes de 7 kg. Para el caso del filet envuelto individualmente este se realiza en film de PVC (plástico de polivinilo).

Congelado: El producto se lleva a placas de congelación de doble contacto a una temperatura de -25 a -30 ° C, y permanece allí de 2 a 2hs y media.

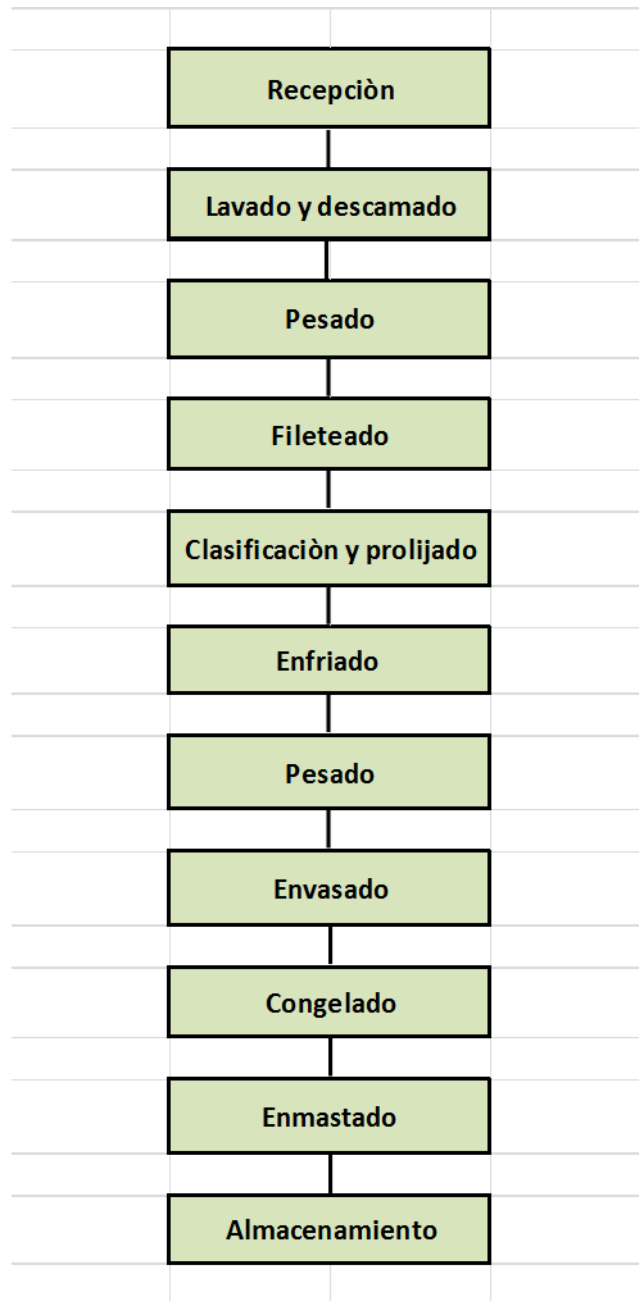
Se debe alcanzar una temperatura interna de -18°C como mínimo.

Enmastado: Se realiza inmediatamente para que el producto no pierda temperatura, primero se realiza el desmoldado y luego el empaque en cajas.

Depósito en frío: Las cajas son estivadas y conservadas en las cámaras hasta el momento de su venta a una temperatura de -20 y 25 °C.

En la siguiente figura se resume las etapas del procesado de la Merluza.

**Fig. 4:** Esquema de etapas del procesado de Merluza



**Fuente:** La información de la sección 3 fue aportado por empresas pesqueras del ejido municipal.

### **3.PRINCIPALES CONTAMINANTES**

Las tres plantas pesqueras que desarrollan su actividad en el ejido municipal generan contaminantes principalmente de tipo orgánico.

Los compartimientos que se ven afectados son aire, agua, suelo y biota con especial atención en el medio acuático.

La distribución de contaminantes en los diferentes compartimientos genera efectos indeseados en la salud, la visual paisajística y el sistema ecológico.

El aporte de nutrientes en cantidades excesivas al medio marino/costero altera la relación N/P los cuales son nutriente limitantes para el crecimiento de algas produciendo una posible eutrofización.

La presencia de gases tales como el NH<sub>3</sub>, trimetilamina, putrecina, cadaverina se relacionan con la degradación bacteriana del pescado residual dando lugar a la contaminación del aire causando molestias a los trabajadores en el ambiente laboral como a los vecinos aledaños.

El agente conservante del producto langostino es el metabisulfito de sodio , este es el principal constituyente del bisulfito de sodio seco. Las soluciones acuosas del metabisulfito de sodio tienen una reacción fuertemente ácida, bajo la influencia de mezclas este libera gradualmente dióxido de azufre gaseoso ocurriendo en el proceso una oxidación a sulfato de sodio.

En ambientes ácidos y calientes, el metabisulfito de sodio desprende dióxido de azufre. (Gessner, 1992).

En la siguiente tabla se indican los principales contaminantes generados por la industria pesquera en forma de especies y/o constituyentes químicos orgánicos e inorgánicos a pH neutro y el compartimiento que se ve afectado:

**Tabla 1:** Estado de los principales contaminantes y compartimiento que se ve afectado.

Compartimiento	Contaminante		
	Sólido	Líquido	Gas
Aire			NH <sub>3</sub> , N(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (trimetilamina), NH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> NH <sub>2</sub> (putrescina), C <sub>5</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> (cadaverina), dióxido de azufre IV (SO <sub>2</sub> ).
Agua	grasas(ésteres de ácidos grasos), proteínas, colágeno, nutrientes (N, P), sólidos suspendidos/disueltos	NH <sub>4</sub> (OH), PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>=</sup> , ácidos orgánicos	NH <sub>3</sub> (nitrógeno amoniacal) NH <sub>3</sub> , N(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (trimetilamina), NH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> NH <sub>2</sub> (putrescina), C <sub>5</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> (cadaverina)
Suelo	ROOR(ésteres de ácidos grasos), proteínas, colágeno, nutrientes (N, P), materia orgánica		
Biota	grasas(ésteres de ácidos grasos), proteínas, colágeno, nutrientes (N, P), materia orgánica	NH <sub>4</sub> (OH), PO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	

### 3.1. CONTAMINANTE GASEOSO EN COMPARTIMIENTO AIRE

En la etapa de congelado de la materia prima se pueden generar fugas accidentales de gas amoníaco anhidro utilizado como refrigerante.

Las emisiones pueden ser causadas por varias situaciones tales como:

- ✓ condiciones de alta presión;
- ✓ levantamiento de válvulas de escape;
- ✓ fugas de los sellos del eje rotatorio y de los vástagos de la válvulas;
- ✓ fallas en las tuberías de los refrigerantes debido a la pérdida de la integridad mecánica por corrosión;
- ✓ fallas en las mangueras que ocurren durante el abastecimiento del amoníaco.
- ✓ daño físico de los componentes del sistema por colisiones del equipo refrigerante;
- ✓ shock hidráulico.

En la etapa de procesamiento de fresco se pueden generar olores (trimetilamina, putrescina y cadaverina) debido a la descomposición en los sectores de almacenamiento de materia prima, procesamiento, almacenamiento de residuos sólidos orgánicos y el

efluente líquido residual generado a partir de un conjunto de actividades de limpieza y procesado de la materia prima.

### **3.1.1. EFECTOS SOBRE LA SALUD Y AMBIENTE**

El gas amoníaco produce contaminación atmosférica en el ambiente laboral.

Afecta directamente al personal de trabajo cuando se encuentran expuestos a concentraciones superiores a 50 ppm en un periodo de 8 horas laborales (normas OSHA).

Entre sus efectos podemos mencionar; por inhalación, varían desde la irritación hasta severas lesiones respiratorias. El amoníaco es corrosivo y la exposición a este resultará en quemaduras de tipo químicas, debido a que es extremadamente higroscópico, dirigiéndose hacia las aéreas húmedas del cuerpo como ojos, nariz, garganta y zonas húmedas de la piel.

La generación de olores debido a la descomposición por la baja temperatura optimiza la actividad enzimática. Luego de la muerte, las bacterias no fermentadoras liberan trimetilaminas, derivada de la reducción bacteriana del óxido de trimetilamina (OTMA) sustancia que da el característico olor a pescado. Esta sustancia se encuentra como oxitrimetilamina en el pez y como parte integral del sistema osmoregulador (Medín, 2003).

El pescado se deteriora cuando su pH es igual o mayor a 7,5 y el nitrógeno amoniacal llega a 125 mg de N<sub>2</sub>/100gr de materia seca.

Suele originarse una desaminación con producción de NH<sub>3</sub> por eso el límite de pH máximo permitido es 7,5. La percepción de los olores, tiene importante repercusión en la valoración de la comunidad, sobre la calidad de los sistemas de tratamiento y gestión de los residuos (Petracini, 2012).

### **3.2.CONTAMINANTE SÓLIDO EN COMPARTIMIENTO AGUA Y EN BIOTA**

En la etapa de procesamiento de fresco, durante el lavado de materia prima y el fileteado se producen arrastre de sólidos tales como escamas y desechos orgánicos con sangre (vísceras, piel, cabeza, cola) y residuos de envasado y empaque (cartón y cintas plásticas).

La generación de residuos en el procesamiento pesquero puede estimarse entre el 55 y 60 % de la materia prima que ingresa a la planta.

#### **3.2.1.EFECTOS SOBRE EL AMBIENTE Y BIOTA**

La materia orgánica en suspensión es responsable de producir los siguientes efectos:

✓ de tipo inmediato en el sitio de descarga, por estancamiento debido a la sedimentación de los residuos compactos, y la aparición de “sólidos flotantes” (grasas y escamas).

✓ color aparente.

✓ menor actividad fotosintética por disminución del paso de energía solar.

✓ depósitos sobre las plantas acuáticas y las branquias de los peces.

✓ sedimentación, con lo que favorece la aparición de condiciones anaeróbicas y dificulta la alimentación de los seres vivos acuáticos.

✓ reducción del oxígeno disuelto (OD), afectando al ecosistema aeróbico.

✓ eutrofización, debido al incremento de nutrientes (nitrogenados y fosforados).

Las sustancias filtrables son las responsables de aumentar la salinidad, variar la solubilidad de oxígeno e inducir toxicidad por la presencia entre ellas de determinados compuestos.

Los lípidos, principalmente aceites insaturados y esteres de ácidos grasos del procesamiento del langostino producen dos efectos importantes en el ecosistema; los aceites forman un delgado film sobre la superficie del agua impidiendo su oxigenación, y las grasas saponificadas se adhieren a sustratos impidiendo la fijación de especies o bien limitando físicamente la realización de procesos fotosintéticos y metabólicos de las algas (Vidal, 2005).

### **3.3. CONTAMINANTE SÓLIDO EN COMPARTIMIENTO SÓLIDO**

En las etapas de mesa de fileteado y clasificado/prolijado se generan residuos sólidos orgánicos tales como vísceras, cabeza, cola, escamas, piel que son acopiados en contenedores para su disposición final.

También se generan residuos inorgánicos tales como envases y láminas de plástico, cajas de cartón y cintas de empaque.

#### **3.3.1. EFECTOS SOBRE SALUD Y AMBIENTE**

Los residuos sólidos orgánicos dispuestos en basurales incontrolados o sin adecuadas barreras impermeables puede contaminar el suelo o agua subterránea con los productos de su degradación (nitrogenados o fosforados), la proliferación de vectores sanitarios (roedores, insectos, gaviotas) pueden producir en el hombre enfermedades infecciosas tales como gastrointestinales, micóticas y respiratorias

### **3.4. CONTAMINANTE LÍQUIDO EN COMPARTIMIENTO AGUA Y BIOTA**

En la etapa de fileteado se utiliza gran cantidad de agua para mantener las condiciones de higiene laboral y sanidad del producto. Se desechan no solo efluentes líquidos, sino también restos de sólidos gruesos orgánicos (cabeza, cola vísceras). Durante las etapas de descomposición de sólidos gruesos junto con los líquidos residuales, se desprenden constituyentes químicos orgánicos como los fosfolípidos que por procesos de defosforilación en medio acuoso se disocia, formando fosfatos ( $\text{PO}_4^-$ ).

También se produce el proceso de desnitrificación durante la descomposición del pescado, liberando  $\text{NH}_3$  a la atmósfera y en contacto con el medio acuoso se convierte en hidróxido de amonio ( $\text{NH}_4(\text{OH})$ ).

La solución de amoníaco en el agua se presenta como amoníaco libre no ionizado y amoníaco ionizado. El amoníaco no ionizado se encuentra en estado gaseoso, mientras que el ionizado solo puede existir en forma de sal soluble, como el hidróxido de amonio o cloruro de amonio (Ramirez, 2006).

La proporciones de amoníaco libre y de ion amonio dependen del pH y de la temperatura del agua, cuando estos factores aumentan, también lo hace la proporción de amoníaco libre que es tóxico para los peces.

El ion amonio no es toxico en condiciones de pH neutro ya que no puede penetrar en el tejido de los peces.

Cuanto menor sea el pH del agua mayor será la concentración del radical amonio no venenoso. Por el contrario cuanto más alcalina es el agua mayor será la liberación de amoniaco venenoso a partir de las sales de amonio (Petracini, 2012).

### **3.4.1.EFECTOS ECOTOXICOLÓGICOS**

Los fosfatos ( $\text{PO}_4^-$ ) presentes en grandes cantidades en ambientes acuáticos son capaces de generar eutrofización del medio.

El amoníaco libre puede provocar los siguientes efectos en los peces:

- ✓ inhibición del crecimiento;
- ✓ disminución de la fecundidad;
- ✓ disminución de las defensas frente a las enfermedades;
- ✓ irritación del sistema nervioso con espasmos y saltos provocando perdida de color en las aletas y destrucción branquial;

La tolerancia de los peces a los efectos expuestos dependerá de:

- ✓ el tamaño del pez;
- ✓ estado de salud general;
- ✓ escasez de oxígeno;
- ✓ exceso de anhídrido carbónico;
- ✓ equilibrio electroquímico existente.

## 4.LEGISLACIÓN

Desde al año 1972, en que se desarrolló la primera reunión de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, en la ciudad de Estocolmo, Suecia, y luego se creara el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se han venido celebrado y aprobando una serie de conferencias y tratados internacionales que conforman lo que podemos denominar el derecho ambiental internacional.

La República Argentina ha colaborado en la elaboración y es parte en un gran número de estos tratados internacionales los cuales, al haber sido ratificados por leyes nacionales, resultan de aplicación a nivel interno (conf. art. 31 y art. 75, inc. 22 de la Constitución Nacional).

Con posterioridad a la Declaración de Naciones Unidas de Río del 92', se produce una reforma de la Constitución Nacional en el año 1994 y se incorpora a su texto, entre otras modificaciones, el artículo 41, mediante el cual se recepta el derecho de todo habitante a gozar de un ambiente sano y se establecen una serie de obligaciones y mandatos tanto a nivel general, como específicamente en relación a las autoridades públicas. A su vez, en dicha cláusula se adoptó un sistema de distribución de competencias en materia normativa entre el Estado Nacional y los Estados Provinciales. La Nación, a partir de allí, tendría la facultad de dictar las denominadas “normas de presupuestos mínimos de protección ambiental” y las provincias, la facultad de complementar dichas normas.

La presente sección expone el marco legal Nacional, Provincial y Municipal vinculado a los recursos naturales afectados por la actividad industrial pesquera en el ejido municipal.

### 4.1.MARCO NORMATIVO NACIONAL

**-Constitución Nacional (1994):** Establece normas genéricas sobre protección del ambiente.

Reconoce el derecho de todos los habitantes a gozar de un ambiente sano y equilibrado, el correlativo deber de preservarlo y la obligación de las autoridades de proveer a la protección de ese derecho (art. 41). Corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio (art.124).

**-Ley N° 25.675. Ley General de Ambiente (2002):** Establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la

preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Principios de la política ambiental. Presupuesto mínimo. Evaluación de impacto ambiental. Seguro ambiental y fondo de restauración. Ratificación de acuerdos federales. Autogestión. Daño ambiental. Fondo de Compensación Ambiental.

**-Ley de presupuestos mínimos N° 25.612. Gestión Integral de Residuos Industriales (2002):** Este documento expone disposiciones que establecen 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.

Su contenido se relaciona directamente con los compromisos asumidos por la Argentina en el Convenio de Basilea.

**-Ley de presupuestos mínimos N° 25.688 .Aguas. Incluyendo sus modificatorias y complementarias (2002):** Establece los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional. Regula la utilización de las aguas, cuencas hídricas superficiales y sobre comité de cuencas hídricas.

**-Ley N° 24375- Convenio sobre la diversidad biológica incluyendo modificatorias y complementarias (1994):** El artículo 14 del mismo establece la evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso en su punto 1. Cada parte contratante en la medida de lo posible y según proceda: establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación de impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica.

#### **4.2.MARCO NORMATIVO PROVINCIAL**

**-Constitución Provincial (1994):** Establece normas genéricas sobre protección del medio ambiente.

Todos los habitantes de la Provincia tienen el derecho a la protección de la salud y establece el derecho a un medio ambiente sano. Se debe evitar la contaminación ambiental y participar en la defensa ecológica. El Estado provincial impone las sanciones correspondientes y exige la reparación de los daños.

**-Ley XI N° 35 Código Ambiental de la Provincia del Chubut (2009):** Su objetivo es la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente de la provincia estableciendo los principios del desarrollo sustentable y propiciando las acciones para

asegurar la dinámica de los ecosistemas existentes, la óptima calidad del ambiente, el sostenimiento de la diversidad biológica y los recursos escénicos para sus habitantes y generaciones futuras.

**-Ley 1503/11 (2011):** De la protección de aguas y la atmósfera.

Establece medidas necesarias para la preservación de las condiciones naturales de las aguas superficiales y subterráneas y del aire y la lucha contra la contaminación de los mismos.

**-Decreto 2099/77:** De la protección de aguas y la atmósfera.

Las industrias que se instalen en el territorio de la Provincia y aquellas ya instaladas, deben dar estricto cumplimiento a las disposiciones contenidas en la Ley N° 1503 y la presente reglamentación, para obtener la correspondiente habilitación a otorgarse por el organismo de aplicación.

**-Decreto 1402/83:** Modificatoria de los artículos 1, 2, 9, 10, 26, 27, 28, 30 bis, 37 del Decreto 2099/77.

Actualiza y adecua las normas establecidas para los vertidos a cuerpos receptores de jurisdicción provincial.

**-Ley N° 4148/96 -Código de aguas de la provincia del Chubut:** La eliminación de residuos podrá hacerse solo en aguas corrientes, en acuíferos confinados no aprovechables para ningún otro uso y en espejos de agua, todos podrán ser utilizados solo en el caso de residuos orgánicos no sintéticos y en cantidades tales que no superen su capacidad de autodepuración o que no modifiquen en forma inconveniente el proceso de eutrofización.

**-Decreto N° 1540/17. Reglamentación parcial del Título II, Capítulo I y del Título III capítulo I del Ley XI N° 35 Código Ambiental de la Provincia del Chubut:** Anexo A-De las fuentes emisoras y los vertidos: Límites permisibles en efluentes descargados a cuerpo receptor hídrico, ramas de actividades a las que no se les permite disponer líquidos residuales en sistemas de filtración en suelo, permisos de vertido/gestión de efluentes líquidos, declaración jurada para inicio y renovación de permisos de vertido/gestión de efluentes líquidos.

Anexo C-De los criterios de reúso: calidad del efluente tratado para reúso.

Anexo B- De los niveles guía: Tablas de calidad de los cuerpos líquidos según sus distintos usos.

**-Resolución N° 22/18 Ministerio de Ambiente y Control de Desarrollo Sustentable de la provincia:** Establece la prohibición de todo proyecto nuevo relativo a la disposición final de residuos orgánicos pesqueros que no contemplen tecnologías de reducción y reutilización de los mismos.

#### **4.3.MARCO NORMATIVO MUNICIPAL**

**Ordenanza N° 8095/04 Ley General del Ambiente (2004):** Tiene por objeto la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del Ambiente del Municipio. Propicia las acciones tendientes a mejorar la dinámica de los ecosistemas existentes.

**Ordenanza N° 3779/91 (1991):** Tiene por objeto la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del medio ambiente. Abarcará todo lo referente a efluentes líquidos.

**Ordenanza N° 3779/3-02 (2002):** Establece condiciones para el vuelco de efluentes industriales a la red colectora cloacal, cuerpo de agua superficial o mar abierto. Define valores límites de emisión de contaminantes.

**Disposición 58/14 (2014):** Las empresas pesqueras generadoras de residuos sólidos orgánicos deberán realizar un pretratamiento de sus residuos antes de su disposición en escombrera municipal.

**Resolución 1785/14 (2014):** Se prohíbe el ingreso de residuos de pescado a la escombrera municipal. Deberán presentar un plan de gestión de los mismos.

Dado que hay falta de normativa legal en materia de control de los residuos de la industria pesquera es que se utilizan normativas de referencia o guías de calidad que permitan brindar mayor control en la protección a la salud de las personas y el ambiente en el que vivimos, tales como; CONAMA, para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas, y PNUMA, programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

## 5.METODOLOGÍAS ANALÍTICAS

La situación ambiental de las plantas pesqueras en nuestra ciudad tiene en cuenta tres aspectos importantes en cuanto a la generación de residuos se refiere, estos son; el vuelco de efluentes líquidos industriales orgánicos, la emanación de olores nauseabundos y los biosólidos residuales. Cada uno de estos aspectos pueden caracterizarse a través de la determinación cuantitativa y cualitativa de sus constituyentes físicos, químicos y/o biológicos.

En virtud de la ordenanza municipal N° 3779-3/02, los parámetros a controlar para el vuelco de efluentes líquidos industriales correspondientes a la actividad pesquera son: pH, temperatura, sólidos sedimentables en 10 minutos, sólidos sedimentables en 2 horas, sólidos totales en suspensión, DQO (demanda química de oxígeno), DBO (demanda bioquímica de oxígeno), fósforo total. También se describen parámetros que si bien no están incluidos en la ordenanza mencionada podrían ser representativos para la detección de contaminación ambiental por esta industria. Estos parámetros representativos son grasas y aceites, color, olor, turbidez, y amoníaco.

Para el caso de los biosólidos residuales orgánicos los posibles parámetros a determinar a través del lixiviado generado son: nitrógeno orgánico, fósforo orgánico, grasas y aceites.

Con respecto a los parámetros indicadores de la presencia de olores desagradables en los diferentes sectores de la planta pesquera tales como: sector procesado, sector tratamiento del residuo líquido y sector de acopio temporal del residuo sólido orgánico se podría atribuir al estado de deterioro biológico del producto y/o residuo de pescado permitiendo comprobar a través del análisis de los siguientes analitos: BVT (bases volátiles totales) y amoníaco.

Existen diferentes técnicas analíticas a emplear para cada analito a determinar, por lo que se deben considerar ciertos parámetros que permitan conocer si el método es el adecuado o no para la detección de una posible contaminación al cuerpo receptor. Estos parámetros a tener en cuenta son exactitud, precisión, sensibilidad, límite de detección, límite de cuantificación, intervalo de linealidad (rango de concentraciones del analito en el que el método es aplicable), la incertidumbre y especificidad o selectividad. (Avidad, 2006).

## **5.1.ASPECTOS A TENER EN CUENTA ANTES DE SU DETERMINACIÓN EN LABORATORIO**

### **5.1.1.PLAN DE MUESTREO**

Es fundamental diseñar un plan de muestreo para evaluar las condiciones ambientales en las que se desarrolla la actividad.

Se debe considerar diversos factores a la hora de realizar el muestreo tales como; sitios de extracción, cantidad de muestras, condiciones en las que se extrae, refiriéndose al régimen diario de producción de la planta.

Es importante además evaluar la temperatura y pH inicial de la/s muestras extraídas in situ dado que son parámetros que podrían indicar el deterioro bacteriano del residuo orgánico.

### **5.1.2. CADENA DE CUSTODIA**

Para conocer la trazabilidad de la/s muestras es necesario poseer la documentación adecuada que indique la manipulación y transporte hasta su determinación analítica final. (Arce Velazquez A.L & Otros 2001).

La cadena de custodia permite realizar el seguimiento para cada muestra extraída.

### **5.1.3.ACONDICIONAMIENTO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS**

El acondicionamiento de las muestras dependerá del objetivo del muestreo. En general, puede ser necesario acondicionarlas con conservadores de frío, ya que algunas especies químicas (nitratos, nitritos y en menor medida los sulfatos) pueden sufrir transformaciones por acción microbiana. También deben mantenerse al resguardo de la luz, procurando enviarlas lo más rápido posible al laboratorio.

Las especificaciones en cuanto al acondicionamiento y refrigeración de la muestra en relación al parámetro a analizar están detalladas en el libro “Metodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales” de American Public Health Association (APHA, 1992. “Estándar methods for the Examination of Water and Wastewater”).

## **5.2.METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE EFLUENTES LÍQUIDOS, GASEOSOS Y BIOSOLIDOS DE LA ACTIVIDAD PESQUERA.**

A continuación se realiza una breve descripción de los analitos mencionados anteriormente que caracterizan el efluente líquido, gaseoso y biosólido industrial pesquero, el fundamento de su aplicación y observaciones en las determinaciones de cada uno de ellos.

Las determinaciones descritas se basan en la metodología del libro *“Metodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales citado anteriormente.*

También existen otras metodologías de referencia tales como la US Environmental Protection Agency (EPA), particularmente el apartado SW-846 y las normas de la American Society Testing and Materials (ASTM), en su sección 11: Tecnología de Agua y Medio Ambiente.

Las normas citadas pueden encontrarse en el sitio web, ASTM: <https://www.astm.org/BOOKSTORE/BOS/section11.htm>, EPA: <https://www.epa.gov/hw-sw846/sw-846-compendium>

## **5.3.DESCRIPCIÓN DE ANALITOS DE INTERÉS.**

p H: Alcalinidad- acidez, método electrométrico - técnica 4500- H+B. Métodos Normalizados

El pH de un agua, que indica el comportamiento ácido o básico de la misma, es una propiedad de carácter químico, dada por la actividad del ion hidrógeno a una cierta temperatura. Su determinación es de vital importancia para el desarrollo de la vida acuática.

El principio básico de la determinación electrométrica del pH es la medida de la actividad de los iones hidrógeno por mediciones potenciométricas utilizando un electrodo patrón de hidrógeno y otro de referencia.

Tiene influencia sobre determinados procesos químicos y biológicos, la naturaleza de las especies iónicas que se encuentran en su seno, el potencial redox del agua y el poder desinfectante del cloro.

Habitualmente las aguas naturales tienen un cierto carácter básico, poseen valores de pH comprendidos entre 6,5- 8,5. Los océanos tienen un valor medio de 8.

La ordenanza N° 3779-3/02 establece un valor límite de vuelco a red colectora cloacal de 5.5-9.

#### Temperatura, método termométrico - técnica 2550 B. Métodos Normalizados .

Es una variable Física que influye notablemente en la calidad de un agua. Afecta parámetros o características tales como:

- ✓ solubilidad de gases y sales (ley de Henry y curvas de solubilidad)
- ✓ cinética de las reacciones químicas y bioquímicas (aumento de la velocidad de reacción con la temperatura-ley de Vant`Hoff)
- ✓ desplazamiento de equilibrios químicos (un aumento de la temperatura los desplaza en el sentido en el que son endotérmicos-principio de Lechetalier)
- ✓ tensión superficial
- ✓ desarrollo de organismos presentes en el agua.

La influencia más interesante será la disminución de la solubilidad del oxígeno al aumentar la temperatura, acelerando los procesos de putrefacción (de descomposición orgánica) por bacterias formadas en condiciones de anaerobiosis. (Orozco, 2005).

La ordenanza N° 3779-3/02 establece un valor límite de vuelco a red colectora cloacal de hasta 35 ° Celsius.

#### Sólidos Sedimentables en 10 minutos y 2 hs , método volumétrico - técnica 2540 F. Métodos normalizados.

Sólido sedimentable es la cantidad de material que sedimenta en una muestra en un periodo de tiempo. Puede ser expresado en función de un volumen (ml /L) mediante volumetría.

La prueba volumétrica requiere solamente un cono Imhoff que es un cono invertido de material plástico.

Se determina sólidos sedimentables en 10` y 2 hs a fin de conocer la cantidad de materia sedimentada en los periodos mencionados.

Una de las interferencias que se puede mencionar es la descomposición microbiológica de los sólidos por una incorrecta refrigeración de las muestras.

La ordenanza N° 3779-3/02 establece que el parámetro de sólidos sedimentables en 10 minutos debe estar ausente en el momento de vuelco de efluentes industriales a red colectora cloacal, mientras que para los sólidos sedimentables en 2 horas, el valor límite es de 5 mg /L.

Sólidos totales en suspensión, método gravimétrico - técnica 2540 D. Métodos Normalizados.

Este parámetro indica la cantidad de sólidos en suspensión presentes en el efluente residual y que pueden ser separados por medios mecánicos.

La determinación de los sólidos suspendidos totales (SST) se basa en el incremento de peso que experimenta un filtro de fibra de vidrio (previamente tarado) tras la filtración al vacío, de una muestra que posteriormente es secada a peso constante a 103-105 ° C. El aumento de peso del filtro representa los sólidos totales en suspensión.

La diferencia entre sólidos totales y los disueltos totales, puede emplearse como estimación de los sólidos suspendidos totales.

Las posibles interferencias son:

✓ La temperatura a la cual el residuo se seca, tiene un efecto importante sobre los valores, ya que estos pueden resultar menores ( por pérdidas en el peso de la materia orgánica, desprendimiento de gases por descomposición química o por la oxidación del residuo) o mayores por la oclusión del agua;

✓ Las partículas gruesas flotantes o los aglomerados sumergidos de materiales no homogéneos ;

✓ Un residuo excesivo sobre el filtro puede formar una costra hidrófila por lo que debe limitarse el tamaño de la muestra para tratar de obtener un residuo no mayor a 200 mg;

✓ Los resultados de muestras ricas en grasas y aceites flotantes pueden ser cuestionables debido a la dificultad de secarlas a peso constante en un tiempo prudencial;

La ordenanza N° 3779-3/02 establece un valor límite de vuelco a red colectora cloacal de 100 mg/ L.

Demanda Química de Oxígeno (DQO), método titulométrico - técnica analítica 5220 B. Métodos Normalizados.

Mide la cantidad de materia susceptible de oxidación química contenida en el agua. En esta medida se sustituyen los microorganismos oxidantes del agua por un poderoso agente químico como el dicromato de potasio (DQO-Cr) en medio ácido. Es una oxidación rápida y da una idea cuantitativa de la cantidad de sustancias susceptibles de oxidación que existen en el agua, inorgánicas u orgánicas. El resultado se expresa en mg de O<sub>2</sub>/L representando la cantidad de oxígeno equivalente al oxidante químico utilizado en la determinación.

Se utiliza como parámetro indicativo de materia orgánica global, biodegradable y no biodegradable en el agua ya que en la determinación analítica se eliminan las interferencias de algunas de las especies inorgánicas oxidables que se pueden encontrar en concentraciones importantes, como los cloruros

La ordenanza N° 3779-3/02 establece un valor límite de vuelco a red colectora cloacal de 700 mg/ L.

#### Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)<sub>5</sub>, método respirométrico - técnica analítica 5210 B. Métodos Normalizados

La determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)<sub>5</sub> es una prueba empírica en la que se utilizan procedimientos estandarizados de laboratorio para establecer los requerimientos relativos de oxígeno en aguas residuales.

El método consiste en llenar con muestra hasta rebosar, un frasco hermético de tamaño especificado e incubarlo a la temperatura establecida durante 5 días.

El instrumental utilizado son botellas de incubación, capacidad de 250 a 300 mL e incubador de aire o baño de agua.

Es el parámetro utilizado para conocer la concentración aproximada de materia orgánica biodegradable. Se calcula midiendo la disminución en la concentración de oxígeno disuelto del agua después de incubar una muestra durante 5 días a 20° Celsius .

Valores elevados de DBO indican una alta concentración de materia orgánica biodegradable.

La ordenanza N° 3779-3/02 establece un valor límite de vuelco a red colectora cloacal de 200 mg/ L.

### Grasas y Aceites, método extractivo - técnica analítica EPA 1664 Revisión B

Las materias grasas corresponden principalmente a aceites insaturados y ésteres de ácidos grasos. Son compuestos hidrofóbicos y una parte importante de ellos se saponifica formando compuestos de baja solubilidad y de gran adherencia.

El método es aplicable en aguas residuales o afluentes tratados que contengan estas sustancias, aunque la complejidad de la muestra puede producir resultados desviados a causa de la falta de especificidad.

Sólo los aceites y las grasas sólidas o viscosas presentes se separan de la muestra líquida por filtración sobre una matriz sólida absorbente. Después de la extracción en un aparato soxhlet con solvente orgánico, se pesa el residuo que queda de la evaporación del solvente para determinar el contenido en grasa y aceite.

En la determinación de grasas y aceites no se mide una cantidad absoluta de una sustancia específica; se determinan grupos de sustancias con características físicas similares con base en su solubilidad en el solvente. Así, el término "grasas y aceites" comprende cualquier material recuperado como una sustancia soluble en el solvente (n-hexano). Esto incluye otros materiales extraídos por el solvente de la muestra acidificada, tales como compuestos azufrados, algunos colorantes orgánicos y clorofila, no volatilizados durante el ensayo.

### Color, método comparativo - técnica analítica 2120 B . Métodos Normalizados

El color en el agua resulta de la presencia de solución de diferentes sustancias como iones metálicos naturales, humus y materia orgánica disuelta. La expresión color se debe considerar que define el concepto de color verdadero esto es, el color del agua de la cual se ha eliminado la turbiedad. El "color aparente" engloba no solo al color debido a sustancias disueltas sino también a las materias en suspensión y se determina en la muestra original sin filtrarla o centrifugarla.

El origen del color se debe a los materiales disueltos, dispersos o suspendidos, compuestos orgánicos e inorgánicos.

El color se determina de forma visual y consiste en la comparación con soluciones coloreadas de concentraciones conocidas. Se mide en unidades de Pt-Co, utilizando una solución patrón de ambos metales.

### Olor, método sensorial - técnica analítica 2150 B. Métodos Normalizados

Los olores ocurren en las aguas debido a la presencia de diferentes sustancias.

Los compuestos inorgánicos no producen olor excepto el cloro, amoníaco y derivados.

Los compuestos orgánicos producen olores y su medida es estimativa.

La evaluación del olor depende únicamente del sentido del olfato y las descripciones que se obtienen son cualitativas.

Algunas interferencias pueden deberse a otras sustancias y/o reactivos que generen olor.

### Turbidez, método nefelométrico - técnica analítica 2130 B . Métodos Normalizados

La turbidez se debe a la materia insoluble, en suspensión o dispersión coloidal. Es un fenómeno óptico que consiste esencialmente en una absorción de luz combinada con un proceso de difusión. Las partículas insolubles responsables de esta turbidez pueden ser aportadas tanto por procesos de arrastre de sólidos de este tipo de efluentes.

La turbidez se mide en unidades nefelométricas NTU (se pueden utilizar las abreviaturas UNF o FTU si la solución patrón empleada es de formacina) o en mg de SiO<sub>2</sub>/L .

La interferencia que puede detectarse es la presencia de burbujas de aire.

### Nitrógeno Total Macro - Kjeldahl – técnica analítica 4500 - Norg B. Métodos Normalizados.

El método Kjeldahl determina el nitrógeno en estado trinegativo. No tiene en cuenta el nitrógeno en forma de azida, azina, azo, hidrazona, nitrato, nitrito, nitroso oxima y semicarbazona. Si no se elimina el nitrógeno amoniacal en la fase inicial del procedimiento, el término "NITRÓGENO KJELDAHL" se aplica al resultado. Si se determina individualmente el nitrógeno kjeldahl y el amoniacal, se puede obtener el "NITROGENO ORGANICO" por diferencia. En presencia de Ácido Sulfúrico, Sulfato de Potasio, y sulfato de mercurio como catalizador, el Nitrógeno amino de muchos materiales orgánicos se transforma en sulfato de amonio. El amoníaco libre y nitrógeno-amonio también se convierte a sulfato de amonio. Durante la digestión de la muestra, se forma un complejo de mercurio que luego se descompone por el tiosulfato de sodio. Tras la descomposición el amoníaco se destila desde un medio alcalino y se absorbe en ácido bórico o sulfúrico. El amoníaco se determina colorimétricamente o por titulación con un ácido mineral patrón.

### NH<sub>3</sub> - técnica analítica NIOSH 6015

El NH<sub>3</sub> es un gas incoloro con un olor fuerte acre, e irritante. Se utiliza con frecuencia en solución acuosa. Se analiza mediante espectrofotometría de absorción visible.

En la industria pesquera es utilizado como refrigerante.

Esta técnica consiste en filtrar el aire del lugar haciendo circular el mismo a través de un tubo de vidrio con sílica gel en su interior, el cual captura el gas.

En función de las dimensiones del sitio afectado, se evalúa si hace falta realizar una o más determinaciones.

El tiempo de muestreo es superior a 1 hora.

Se determina este parámetro por posibles fugas en sectores de refrigeración del producto.

La persona expuesta a periodos prolongados le puede causar alergia de tipo asmático con falta de aire, respiración con silbido, tos u opresión en el pecho, mientras que en periodos cortos produce irritación de la nariz, la garganta, y el pulmón con tos y falta de aire.

El umbral máximo admisible para el trabajador expuesto en un periodo de 10hs es de 25 ppm (norma NIOSH).

### Fosforo Total, – técnica analítica 4500-PB. Métodos Normalizados.

Los fosfatos orgánicos se forman principalmente por procesos biológicos. Contribuyen a las aguas residuales por desechos corporales y residuos de alimentos, también se pueden formar a partir de ortofosfatos en procesos de tratamiento biológico.

El fósforo es esencial para el crecimiento de los organismos y puede ser el nutriente que limita la productividad primaria de un cuerpo de agua.

Los análisis de fósforo incluyen dos pasos generales de procedimiento:

a) conversión de la forma de fósforo de interés a disuelta en ortofosfato, y b) determinación colorimétrica de ortofosfato disuelto .

La filtración a través de un filtro de membrana de 0,45 µm de porosidad separa las formas suspendidas de fósforo.

La prefiltración a través de un filtro de fibra de vidrio puede ser usada para aumentar la tasa de filtración.

Los fosfatos que responden a pruebas colorimétricas sin hidrólisis preliminar o digestión oxidativa de la muestra se denominan “Fósforo reactivo”.

El fosfato presente normalmente se hidroliza inevitablemente en el procedimiento. El fósforo reactivo se produce tanto disuelto como en formas suspendidas.

## 6.FORMAS DE TRATAMIENTO

Las empresas pesqueras de nuestra ciudad generan gran cantidad de líquidos residuales orgánicos industriales que requieren de tratamientos efectivos para lograr ajustarse a los valores límites de vuelco a colector cloacal municipal. El tipo de tratamiento a incorporar dependerá de varios factores a tener en cuenta, tales como:

- ✓ las características (concentraciones, carga contaminante según la materia prima a procesar) y calidad de vuelco del efluente;
- ✓ los requerimientos del proceso;
- ✓ las condiciones ambientales locales;
- ✓ los costos y disponibilidad de terreno;
- ✓ la consideración de futuras ampliaciones;
- ✓ la optimización en las exigencias de las normas ambientales;

El proceso convencional de tratamiento de aguas residuales industriales no es un proceso único, sino que es el resultado de la unión de dos procesos distintos. El primero se basa en leyes físicas y el segundo en procesos biológicos. Por eso, cuando se proyecta una instalación con tratamiento completo, la planta debe concebirse teniendo como directriz la idea de obtener un proceso integral óptimo (Schiappacasse, 2006).

Para el diseño de cada planta de tratamiento deberá considerarse el volumen y caudal propio de líquidos que cada pesquera genere.

Los tratamientos basados en leyes físicas (tratamiento primario) que se aplican con mayor frecuencia por su efectividad en la retención de sólidos y reducción de costos en comparación con otras tecnologías son:

- ✓ tamizado, consiste en una filtración al hacer pasar el flujo de agua por una malla delgada llamada tamiz;
- ✓ sedimentación, consiste en la separación de sólidos (partículas orgánicas y biológicas) del medio acuoso aprovechando la fuerza de la gravedad y la diferencia entre los pesos específicos del líquido y de las partículas. Se lleva a cabo a través de fosas rectangulares.

Algunos de los tratamientos biológicos aeróbicos (tratamiento secundario) existentes pero no aplicados por las empresas pesqueras de la ciudad son:

✓ Lodos activados, es un proceso que consiste en la agitación y aireación de la mezcla de aguas residuales y el lodo de microorganismos seleccionados que se encargan de la oxidación y degradación la materia orgánica. Además del proceso de degradación se realiza una sedimentación para separar los flóculos del agua. Luego se lleva a cabo una recirculación de parte de los fangos, para mantener una adecuada concentración de microorganismos en el interior del reactor, además de una purga equivalente a la cantidad crecida de organismos (Metcalf, 1977).

✓ Lagunas aireadas, “son embalses de agua servida que ocupan una gran superficie de terreno, por lo que se emplean cuando éste es un bien barato. El agua servida así dispuesta se oxigena mediante aireadores superficiales o difusores sumergidos para generar oxidación bacteriana. Estos dispositivos crean una turbulencia que mantiene la materia en suspensión. El tiempo de residencia normal de este proceso es de 3 a 6 días, tiempo en que las bacterias poseen un crecimiento acelerado, dependiendo de las condiciones climáticas y suponiendo una aireación suficiente. La separación de sólidos de este tratamiento se logra por decantación que demora de 6 a 12 horas. La calidad del efluente de este proceso es inferior al de lodos activados, cuya diferencia fundamental es que en el primero no hay recirculación de lodos.” (Figueruelo, 2004).

✓ Filtros percoladores, denominados filtros biológicos o lechos bacterianos. Es un sistema aerobio de biomasa inmovilizada que suelen ser lechos fijos conformados por materiales sintéticos o rellenos con rocas, cerámica o piezas de plástico de alta relación área/volumen. Sobre la superficie del lecho o filtro se agregan microorganismos que se adhieren a la superficie de este formando una capa biológica. A medida que las aguas residuales se percolan por el lecho o medio filtrante, los microorganismos digieren y eliminan los contaminantes del agua. Generalmente se realiza una recirculación de parte del efluente limpio, una vez producida la separación (Kusanovic, 2009).

El relevamiento local realizado a tres pesqueras de la ciudad, permitió describir tres tratamientos diferentes de efluentes líquidos residuales para cada una de ellas. Los mismos se detallan a continuación.

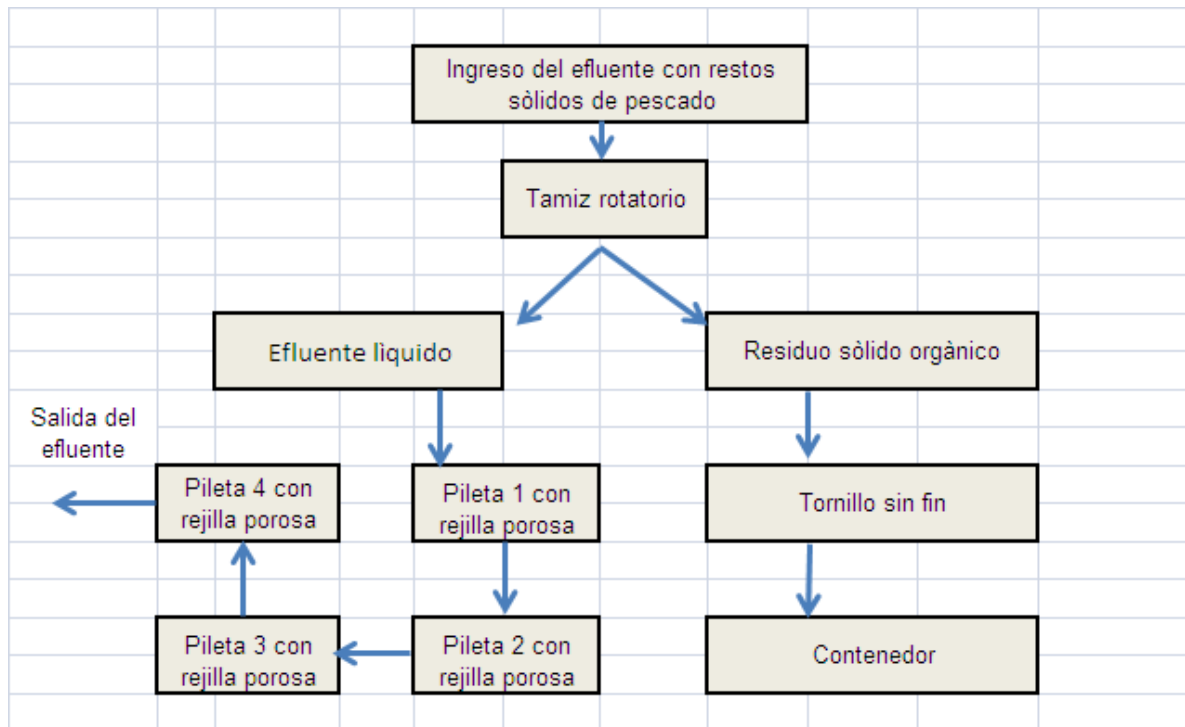
## 7.1. TRATAMIENTO FÍSICO

Consiste en el ingreso mediante bomba impulsora de efluentes líquidos residuales hacia un tamiz rotatorio, el cual realiza la separación de sólidos de mayor tamaño del líquido. Dichos sólidos se dirigen hacia un contenedor mediante un tornillo sin fin. Los efluentes con menor carga sólida fluyen hacia una pileta subdividida en compartimientos de cemento con rejillas porosas que permiten la retención de sólidos orgánicos de tamaño inferior a 5 mm con flujo lento permitiendo la extracción manual de grasas generadas sobre la superficie.

El efluente depurado es volcado a la red colectora.

En la siguiente figura se muestran las etapas que comprenden el tratamiento de los líquidos residuales y el destino del residuo sólido orgánico.

**Fig. 5:** Esquema de etapas del tratamiento físico del efluente líquido residual y destino del residuo sólido orgánico.



## 7.2. TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO

Consiste en un sistema de cinco piletas soterradas con rejillas transversales en cada una de ellas. Estas rejillas poseen diferente granulometría a medida que avanza el flujo de líquidos residuales, permitiendo aumentar la eficacia en la retención de sólidos.

La separación de los sólidos orgánicos más gruesos se realiza mediante el uso de tamiz rotatorio, el cual gira impulsado por un motor eléctrico, dicho tambor es de acero inoxidable y posee paredes perforadas de orificios de 3mm aproximadamente con un aletado helicoidal en su interior para favorecer la separación sólido- líquido. Los sólidos son trasladados mediante cinta transportadora a un contenedor de capacidad de 5 m<sup>3</sup>.

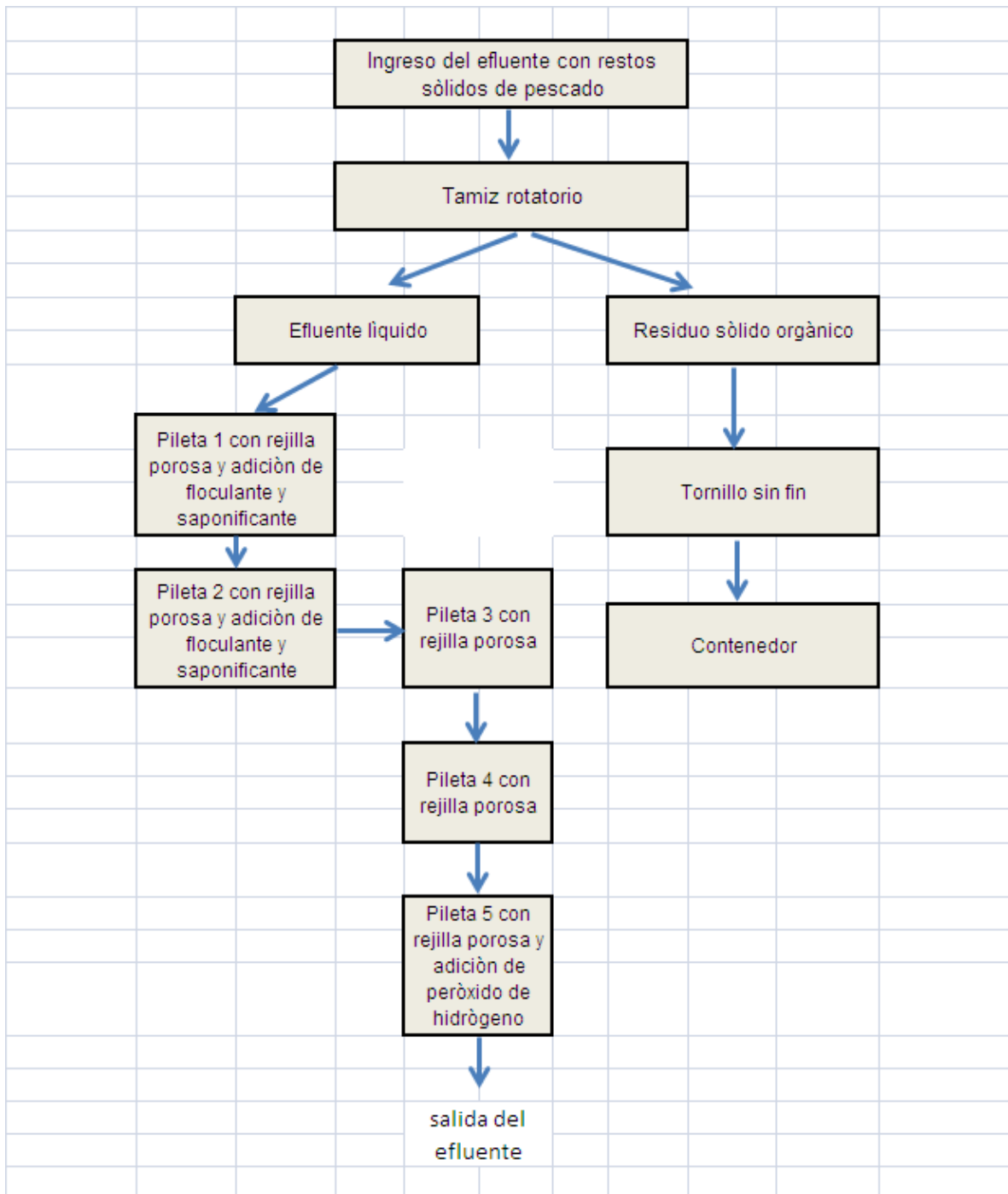
El tratamiento químico consiste en el agregado de:

- ✓ sulfato de aluminio como acción floculante en la primera y segunda pileta. Cabe aclarar que la empresa utiliza este floculante debido a que le resulta más económico que otros o bien lo consiguen con mayor facilidad (Información aportada por la empresa).
- ✓ hidróxido de sodio como acción saponificante en la primera, segunda y tercera pileta;
- ✓ peróxido de hidrogeno como acción desinfectante y bactericida en la última pileta.

El efluente ya tratado es volcado a la red colectora.

En la siguiente figura se muestran las etapas que comprenden el tratamiento fisicoquímico de los líquidos residuales y el destino del residuo sólido orgánico.

**Fig. 6:** Esquema de etapas del tratamiento fisicoquímico del efluente líquido residual y destino del residuo sólido orgánico.



### **7.3 . TRATAMIENTO FÍSICO- PILETAS CON AIREACIÓN MECÁNICA**

Los residuos sólidos orgánicos gruesos son separados de los líquidos mediante el rotofiltro, pasando luego por el tornillo sin fin y finalmente dispuesto en el contenedor de desechos.

Los efluentes líquidos residuales se dirigen hacia una pileta contenedora donde luego es impulsado mediante bomba hacia el sistema de piletas de tratamiento.

La primera pileta posee a nivel de suelo tuberías plásticas distribuidas de manera uniforme para generar microburbujas de aire en el líquido a tratar con el fin de llevar a la superficie la mayor cantidad de grasas.

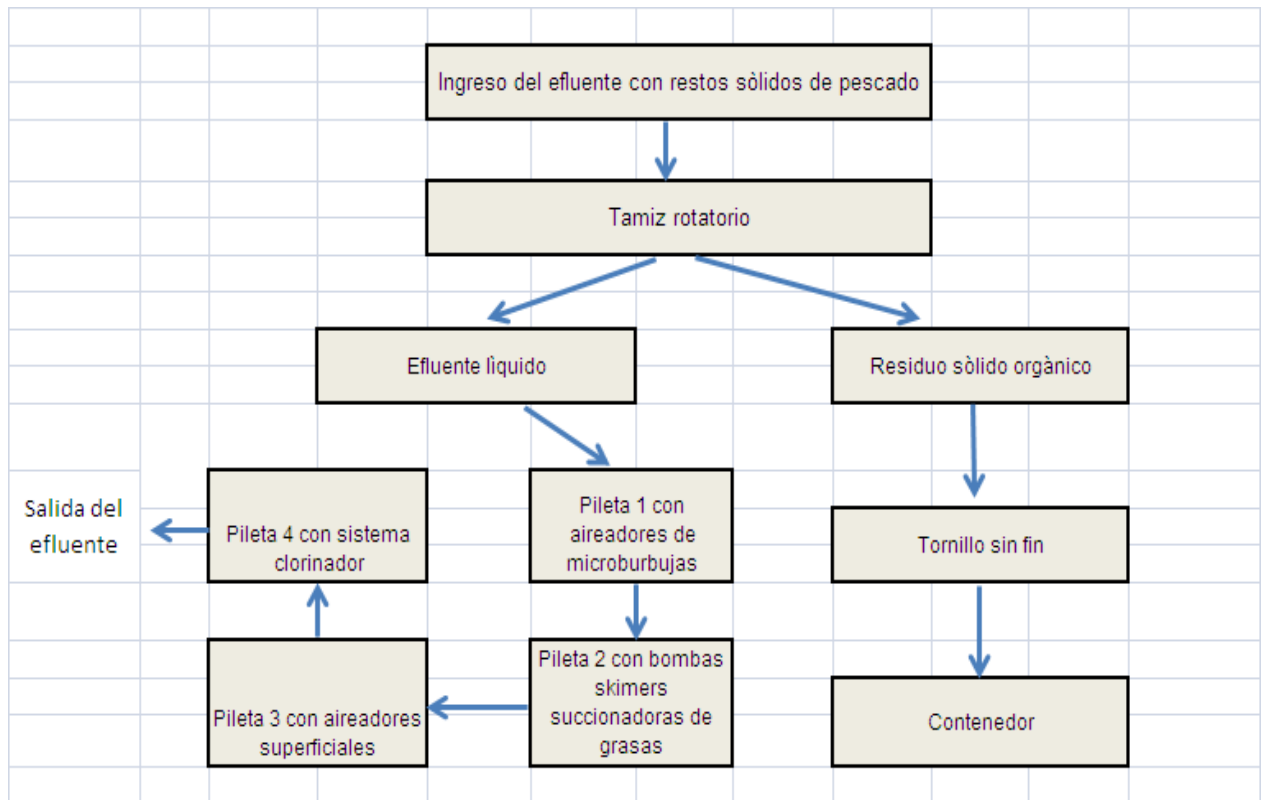
La segunda pileta es utilizada como cámara de contacto y reductor de flujo del efluente previamente aireado, logrando separar en mayor porcentaje grasas y aceites del agua, provenientes de la corriente residual. En la parte final de esta segunda cámara se encuentra una bomba skimmer utilizada para captar las grasas producidas.

La tercera pileta posee aireadores superficiales con el fin de implementar un tratamiento biológico. Este digestor aeróbico provee del oxígeno necesario a bacterias y demás microorganismos de manera tal que permita eliminar la materia orgánica presente en el efluente.

El efluente ya tratado es dirigido a la cuarta y última pileta para ser direccionado hacia la red colectora.

En la siguiente figura se muestran las etapas que comprenden el tratamiento físico con aireación mecánica de los líquidos residuales y el destino del residuo sólido orgánico.

**Fig. 7:** Esquema de etapas del tratamiento físico con aireación mecánica del efluente líquido residual y destino del residuo sólido orgánico.



## **8. SUGERENCIAS DE MEJORA DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIALES Y ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS**

A raíz de las visitas efectuadas a las diferentes empresas pesqueras de la ciudad y de acuerdo a lo dialogado con el referente ambiental de cada una de ellas, respecto al cumplimiento de los valores límites de vuelco a la red colectora cloacal, coinciden en mencionar que no logran ajustarse a la totalidad de los valores límites de parámetros exigidos por la normativa ambiental vigente.

De acuerdo a lo estudiado y aprendido durante el transcurso de la materia “Gestión de Efluentes y Residuos” correspondiente a la Especialización mencionada, sabemos que se deben considerar ciertos criterios que fueron mencionados anteriormente para determinar los tipos de tratamiento a utilizar.

Es por lo expuesto que se sugieren algunas medidas de mejoras en sus sistemas aplicados actualmente.

### **8.1. TRATAMIENTO FÍSICO EN EFLUENTES INDUSTRIALES**

Este sistema comprende de un tratamiento primario con un caudal de ingreso de líquidos residuales de 200 m<sup>3</sup>/día aproximadamente. (Dato aportado por empresas pesqueras).

El flujo es siempre constante sin permitir un adecuado tiempo de residencia del líquido para la degradación bacteriana.

Considerando que la aplicación de un tratamiento secundario reduciría los valores de DBO5 en un porcentaje aproximado del 90% dependiendo de a la tecnología a incorporar, sería recomendable implementar aireación mecánica para favorecer la biodegradación orgánica y reducir la velocidad de flujo del efluente líquido residual para permitir la máxima decantación de sólidos en suspensión (Nemerow, 1977)

### **8.2. TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO EN EFLUENTES INDUSTRIALES**

Al igual que el sistema anterior, si bien incorpora, además del tratamiento primario, un tratamiento secundario de tipo químico que consiste en el agregado de saponificantes y

floculantes, el flujo de líquidos que circula por el sistema de piletas sedimentadoras es continuo, impidiendo la acción efectiva de los aditivos químicos.

El espacio en el cual funciona dicho sistema de tratamiento es reducido en relación al caudal ingresado.

Sería recomendable realizar una ampliación y mejoramiento de las dimensiones de las piletas decantadoras de sólidos y poder reemplazar los constituyentes químicos por otros de menor afectación al ambiente o bien, implementar tratamientos secundarios de tipo biológico, como podría ser la incorporación de aireación mecánica para fomentar la actividad microbiana y reducir el contenido de DBO que aún no ha podido ajustarse a los valores límites de vuelco estipulados en la normativa ambiental vigente (3779-3/02) .

### **8.3. TRATAMIENTO FÍSICO - PILETAS CON AIREACIÓN MECÁNICA EN EFLUENTES INDUSTRIALES**

Este sistema comprende de un tratamiento primario, secundario y terciario.

En comparación con los otros dos tratamientos, este es el que más se aproxima a los valores límites de vuelco a colector cloacal municipal.

Posee un caudal de ingreso de efluentes de 200 m<sup>3</sup>/día aproximadamente. (Dato suministrado por empresa pesquera).

El mayor inconveniente que se presenta en este caso es el retiro de sólidos sedimentables en el fondo de las piletas decantadoras.

Sería recomendable aplicar una tecnología que permita la limpieza de estos sólidos depositados en el fondo sin interferir en gran medida en el funcionamiento del sistema.

### **8.4. RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS**

Como ya se ha mencionado en el presente trabajo, no existe tratamiento alguno para los residuos sólidos orgánicos generados durante el procesado de la materia prima.

Una posibilidad de tratamiento que permita el máximo aprovechamiento del residuo es la tecnología de ensilado.

Este tratamiento consiste en la licuefacción del pescado entero o en partes propiciando la activación enzimática propia del organismo en un medio ácido.

No requiere refrigeración para su conservación, siendo el bajo valor de pH el responsable de evitar la descomposición del material.

Se obtiene un producto semilíquido, rico en proteínas, aminoácidos, fósforo y calcio. Se percibe un leve olor malteado.

A diferencia de las plantas que producen harina de pescado, esta tecnología es simple y de bajo consumo energético, requiere baja inversión inicial, reduce la generación de olores y efluentes líquidos residuales y no atrae insectos (Góngora, 2013).

El tratamiento ofrece dos tipos de Ensilado;

- ✓ Ensilado químico
- ✓ Ensilado biológico

A continuación se muestra a través de los esquemas la secuencia de ambos procesos.

**Fig. 8:** Esquemas de secuencia de proceso de acidificación química y fermentación anaeróbica.



#### Almacenamiento y conservación de los desechos

Los desechos de pescado deben ser procesados lo más rápido posible para evitar su descomposición. Durante su almacenamiento se eleva naturalmente la carga bacteriana, se

elevan los valores de aminas biogénicas, se elevan los valores de Nitrógeno Básico Volátil Total (NBVT), y se reducen los valores de proteínas y aminoácidos.

#### Trituración

- ✓ Manual (cuchillos o picadora de carne manual)
- ✓ Picadora de carne eléctrica
- ✓ Molino a martillos (industrial)

El tamaño de la partícula no debe ser mayor a 1 cm<sup>2</sup> porque los ácidos no llegan al interior de los tejidos.

#### **Ensilado químico**

Se debe agregar la cantidad estipulada de ácido o mezclas de ácidos lentamente, sin salpicar y mezclando la masa de pescado, siempre utilizar guantes resistentes a ácidos (grado de corrosión 8) guardapolvo y antiparras. Los dosificadores son automáticos.

#### **Ensilado microbiológico**

El ácido lo producen las bacterias lácticas. Debe seleccionarse la cepa adecuada en cada caso (grupo de los *Lactobacillus plantarum*), también puede utilizarse yogur (*L. bulgaricus* y *Streptococcus termophilus*).

Debe agregarse una fuente de carbono (azúcar, melaza, almidón, suero de leche).

Para mantener un cultivo de bacterias lácticas se requiere un fermentador o dosis de la cepa original liofilizadas (Christiansen u otros proveedores de fermentos).

#### Hidrólisis del material

La hidrólisis del pescado comenzará cuando se activen las enzimas propias (pepsinas, catepsinas, lipasas). Favorece la hidrólisis una temperatura entre 25 – 35 °C.

Se debe mezclar la pasta y controlar el pH (no más de 4,3) con frecuencia durante el proceso hasta la licuefacción. La hidrólisis se manifiesta en la licuefacción del material transformándose en un líquido.

#### Almacenamiento

- ✓ No requiere refrigeración ni cuidados especiales.
- ✓ En recipientes plásticos con tapa.
- ✓ Puede conservarse durante años sin contaminarse.
- ✓ Puede almacenarse a la intemperie.

### Transporte y almacenamiento

Se transporta en tanques de polietileno de alta densidad. Desde el tanque cisterna, es bombeado a los recipientes. Puede ser almacenado, durante largos periodos (hasta 24 meses) a temperatura ambiente.

A continuación se muestra imágenes fotográficas del proceso de ensilado.

**Fig. 9. Proceso de ensilado microbiológico; A:** Trituración del pescado residual. **B:** Silo donde se coloca el pescado triturado. **C:** Prueba piloto de ensilado microbiológico con bacterias lácticas. **D:** Almacenamiento del producto en tambores de plástico.



**Fuente:** Proyecto “Hacia un aprovechamiento integral de las capturas” Lic. Góngora Héctor (presentación Power Point).

## **9.TÉCNICAS APLICADAS AL ANÁLISIS FORENSE**

La integración de técnicas forenses ayuda en la investigación de sitios contaminados por la industria pesquera.

A veces resulta necesario hacer uso de diversas técnicas forenses para contribuir a esclarecer un hecho puntual de contaminación.

La metodología Histórica ayuda a conocer como lo dice el término de la palabra, la historicidad del lugar afectado, su antepasado, si la contaminación es reciente o data de hace muchos años atrás.

El uso de imágenes satelitales también contribuye a identificar la zona afectada y la magnitud de la misma.

El uso de indicadores biológicos a partir de la metodología analítica permitirá arrojar datos de interés al ser comparados con la muestra de interés.

También se describe brevemente la técnica de análisis de relaciones isotópicas (LRL) lo cual permitiría evidenciar si las muestras tienen un origen en común.

Las técnicas isotópicas son herramientas de gran utilidad para identificar de forma relativamente sencilla y a bajo costo el origen de la contaminación. Actualmente se incluyen en las investigaciones llevadas a cabo en los países de todo el mundo.

A continuación se presenta un caso hipotético de contaminación y a partir de dicha situación se muestran diferentes técnicas de análisis forense.

### **-Caso hipotético de contaminación ambiental**

En nuestra ciudad existe desde hace tiempo un gran foco de contaminación ambiental cercano a la costa marina. Vecinos de la zona denunciaron al municipio las molestias ocasionadas a su salud por percibir olores nauseabundos.

No sólo el foco contaminante perturba la salud de las personas del entorno sino que también puede afectar la calidad del agua de la costa marina.

Es por ello que los ciudadanos más cercanos solicitan con urgencia que se realice saneamiento del lugar e investigar su procedencia de tal manera que se pueda impedir la continuidad de la contaminación en dicho sector.

A continuación se describen técnicas forenses que podrían aplicarse para la detección del origen de la contaminación que aqueja a los vecinos de la zona.

## 9.1. METODOLOGÍA HISTÓRICA

Se debe conocer la historia del sitio afectado a través de la recopilación de información verbal, escrita o gráfica. Por ejemplo, una vez en el sitio afectado, se podría visualizar la zona que origina los olores nauseabundos, y una vez identificado el mismo se observaría minuciosamente las características del residuo.

Se deduciría que correspondería a un residuo sólido orgánico.

### 9.1.1. HERRAMIENTAS SATELITALES

Las imágenes satelitales constituyen una valiosa herramienta para acceder rápidamente a aquellas áreas sometidas a contaminación ambiental. Su amplia área de cobertura, su facilidad para visualizar rápidamente y evaluar la situación de aquellos lugares donde las mismas consecuencias de la contaminación impiden o dificultan otros tipos de aproximación son factores fundamentales en el manejo de las acciones de recuperación posteriores al evento.

A partir del uso de datos satelitales, mediante el programa “Google Earth” se puede comparar las imágenes históricas del sitio afectado.

Desde el año 2003 hasta la actualidad se pudo observar como la zona contaminada (basural a cielo abierto) ha ido ganando terreno en los últimos años.

Las figuras observadas a continuación, muestran la evolución desde el año 2003 a la actualidad. Sitio “basural de la ciudad de Comodoro Rivadavia”.





**Fig.10. (A-F).** **A:** Área de influencia del basural de la ciudad. Año 2003 **B:** Área de influencia apenas un poco más amplio en superficie que lo observado en la figura A. Año 2006 **C:** Dentro del círculo rojo se visualiza pequeños reservorios que podrían estar acumulando líquidos contaminados. Año 2008 **D:** Dentro del círculo se visualiza un relieve bien marcado que podría deberse a acumulaciones de residuos con pequeños reservorios de líquidos. Año 2009 **E:** Se visualiza reservorio de líquidos de mayor tamaño que los observados en las imágenes anteriores. Año 2013. **F:** La superficie ocupada por residuos es aún mayor que lo observado anteriormente. Dentro del círculo rojo se visualiza zona más oscura lo cual podría indicar acumulaciones en grandes masas de residuos con posterior incineración.

## **9.2. METODOLOGÍA ANALÍTICA**

Esta metodología permitiría determinar parámetros útiles para la contribución al acercamiento de posibles fuentes contaminantes.

Se podría extraer 20 muestras de líquidos generados como producto de la lixiviación de residuos sólidos en sitios de acumulación que correspondería a un total de 10 cavas.

Suponiendo que se realice la inspección visual por la zona se podría evidenciar sitios de persistencia de olor con mayor intensidad que en otros puntos de identificación de cavas de disposición de residuos.

Las cavas podrían encontrarse tapadas con suelo proveniente de la zona del basural.

De acuerdo al olor percibido en el lugar se podría deducir que el residuo enterrado podría tener características orgánicas asimilables a residuo de pescado.

Una de las alternativas de poder afirmarlo es realizando la determinación de los siguientes parámetros; grasas y aceites, Fósforo orgánico y Nitrógeno orgánico residual. Los resultados serían comparados con valores obtenidos de grasas y aceites, Fósforo orgánico y Nitrógeno orgánico residual extraídos del lixiviado generado a partir del acopio de residuos sólidos orgánicos en contenedores correspondientes a empresas pesqueras de la ciudad.

## **9.3. TÉCNICA DE ANÁLISIS DE RELACIONES LOGARÍTMICAS ( LRL )**

Los gráficos LRL pueden demostrar la existencia de una relación de proporción constante o bien que existen pares de concentraciones que no muestran relaciones constantes.

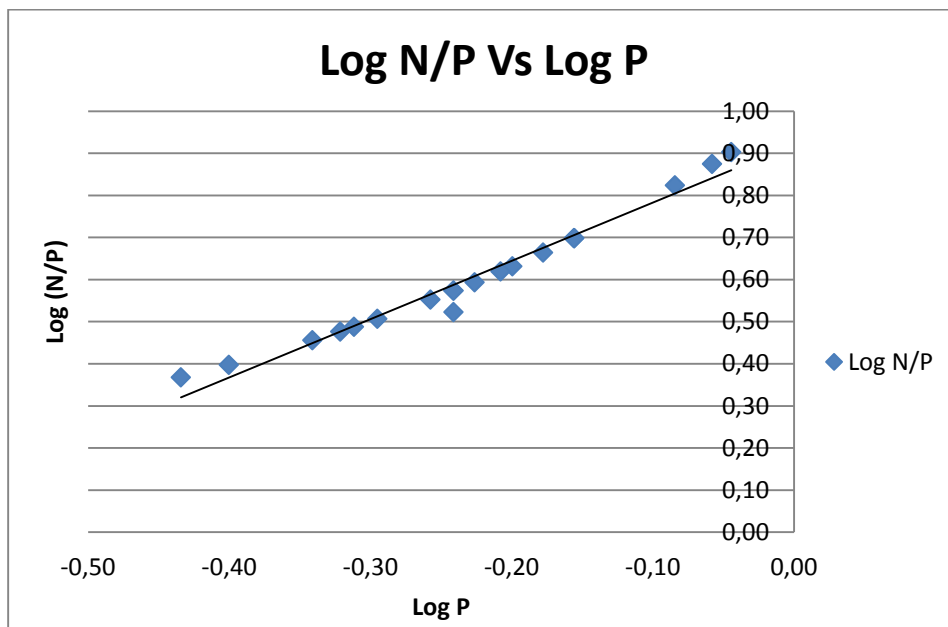
Si la relación es constante a través de una serie de mediciones es evidencia de que las muestras tienen un origen en común.

Sabremos que existe una relación constante cuando la pendiente de la recta formada por los logaritmos de las concentraciones de los parámetros analizados sea igual a 1 (Información provista por la cátedra de Química Forense).

La representación de los resultados de las concentraciones en mg/L de los parámetros significativos se encuentran expresados logarítmicamente dado que las mediciones químicas ambientales tienden a seguir una distribución logarítmica normal.

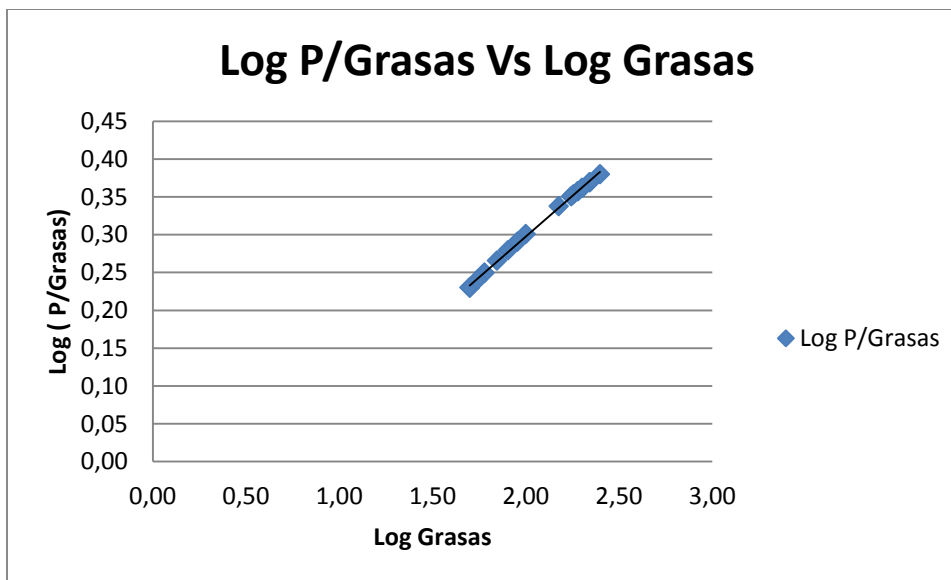
A continuación se muestra los gráficos Log N/P vs Log P y Log P/Grasas vs Log Grasas con sus respectivas interpretaciones.

**Fig. 11:** Análisis LRL N/P- P



De la interpretación del gráfico se deduciría que no existe relación constante entre los valores hallados de Nitrógeno orgánico y Fósforo orgánico sobre un total de 20 muestras. Es probable que las muestras analizadas no provengan de un único origen en común.

**Fig. 12:** Análisis Log P/Grasas - Log Grasas



Del mismo modo que el gráfico anterior, se deduciría que no existe relación constante entre los parámetros Fósforo orgánico y grasas sobre un total de 20 muestras analizadas.

#### **9.4. ISOTOPIA**

Mediante el estudio de isótopos estables es posible predecir el origen de la contaminación de un determinado sitio.

Los isótopos medioambientales se pueden utilizar en estudios sobre la contaminación que afectan a las aguas, especialmente a las aguas subterráneas. El análisis de la composición isotópica de un agua contaminada permite estudiar la dinámica del proceso contaminante y la forma en la que se puede producir la mezcla con otros cuerpos acuosos susceptibles de ser contaminados.

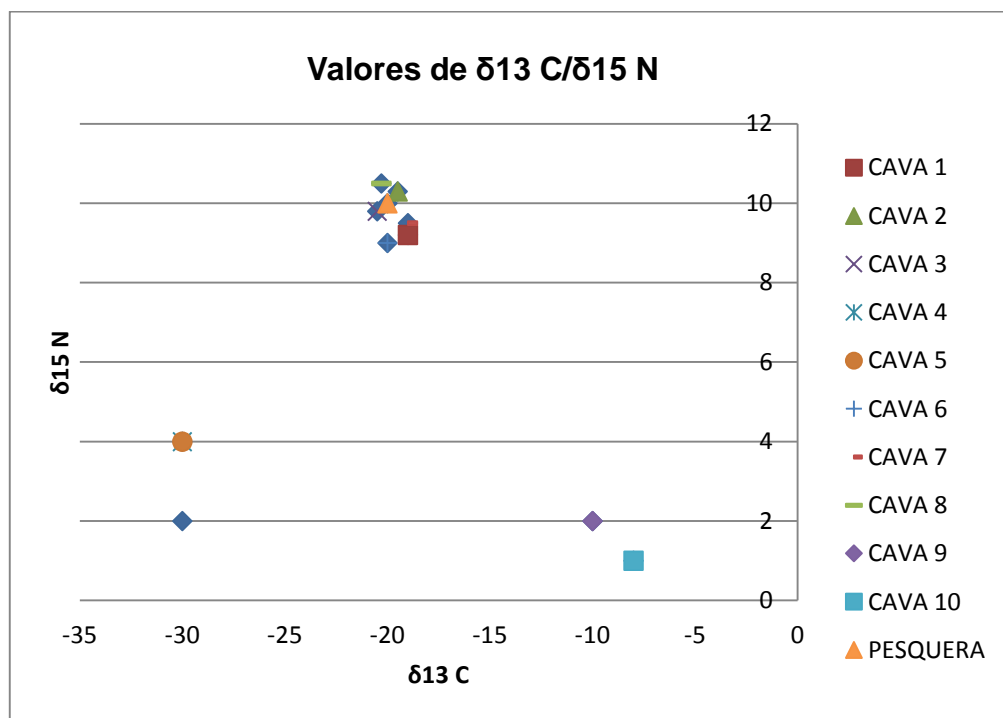
Se debe trabajar con isótopos relacionados con la fuente contaminante. Para el caso de la industria pesquera se podría utilizar como elementos isotópicos indicadores  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ .

El contenido de  $\delta^{15}\text{N}$  de los compuestos nitrogenados, permite identificar si el origen del mismo procede de desechos animales (pescado), de la materia orgánica presente en el suelo, de estiércol, de los fertilizantes (abonos) químicos, basuras de sistemas sépticos o si procede de la difusión del nitrógeno atmosférico. (Miliarium, 2004).

Por otro lado, los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  permiten detectar si la muestra analizada proviene de una fuente de materia orgánica.

Es importante destacar que el fraccionamiento afecta fuertemente la composición isotópica de diferentes tejidos dentro de un organismo. Los tejidos ricos en lípidos tienden a estar más empobrecidos en  $^{13}\text{C}$  (Tieszen et al., 1983), los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  y el porcentaje de lípidos se correlacionan positivamente (Kiriluk et al., 1995). Otras investigaciones han encontrado correlaciones negativas entre los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y la relación C: N (Gu et al., 1996). Por último, el efecto de la edad sobre las proporciones isotópicas en los tejidos ha recibido cierta atención (Hobson & Quirk, 2014).

**Figura 13:** Grafica  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de muestras sólidas extraídas de cavas de residuos ubicadas en el basural de la ciudad.



De la lectura del gráfico se podría deducir que existiría un grupo de muestras muy próximas entre sí con valores isotópicos similares al de la muestra testigo (PESQUERA), evidenciándose que podrían provenir de la misma fuente, mientras que los demás valores se encontrarían notoriamente distanciados de la muestra testigo, infiriendo que podrían existir dos fuentes más de contaminación.

## 10. CONCLUSIONES

La industria pesquera en la ciudad de Comodoro Rivadavia genera residuos sólidos y líquidos principalmente debido al procesamiento de la materia prima de merluza y langostino. Antes de ser vertidos a los colectores, los residuos líquidos son tratados por las tres empresas que lo generan. No obstante, según lo informado por autoridades locales (municipio) y autoridades provinciales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable), dichos tratamientos aún no permiten ajustar los parámetros de calidad de vuelco a cuerpo receptor que exige la normativa ambiental. Los sistemas de tratamiento deben mejorar su eficiencia a través de medidas que permitan aumentar el tiempo de residencia del líquido residual y así mejorar los procesos de sedimentación de sólidos como así también, incorporar técnicas biológicas efectivas.

Con respecto al residuo sólido generado no existe al presente tratamiento alguno para mitigar el impacto que los mismos causan al ambiente. Los olores nauseabundos percibidos por la población aledaña a sitios de disposición final de residuos sólidos (basural a cielo abierto) continúan siendo motivos de denuncia hacia el municipio y una problemática de interés socio-ambiental. No obstante, existen alternativas viables que podrían tenerse en cuenta para lograr una mejora en la calidad ambiental.

Un adecuado tratamiento de los efluentes industriales mejoraría la calidad de vida de la población. Se espera que el desarrollo del presente trabajo, además de brindar una visión integrada de la situación real ambiental de las industrias pesqueras de nuestra ciudad sirva como materia de consulta a la hora de obrar en pos de mejoras.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ APHA-AWWA-WEF .2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition. New York.
- ✓ Avidad,C;Payá,I.2006.Análisis Químico. Universidad de Granada. Granada. 423 pp.
- ✓ Bertuche,D; Fischbach,C; Iorio M.I & M.Fernandez.1996.La pesquería del langostino patagónico en 1996.Inf.Tec.Int. INIDEP N° 94/96.24pp.
- ✓ EPA (2007) Part III, 40 CFR, Part 122, 136 et al. Guidelines Establishing Test Procedures for the Analysis of Pollutants Under the Clean Water Act: national Primary Drinking Water regulations; and National Secondary Drinking Water Regulations; Analysis and Sampling Procedures; Final Rule.
- ✓ Figueruelo, J., Dávila, M. 2004. Química Física del Ambiente y de los Procesos Medioambientales. Editorial Reverté. España. 591 pp.
- ✓ Gessner, H.1992.Diccionario de Química y productos químicos 3era Edición.1420pp.
- ✓ Góngora, H. 2013.Hacia un Aprovechamiento Integral de las capturas. Proyecto Universitario. U.N.P.S.J.B.
- ✓ Gu,B;Schell, D.M; Huang, X & Yie, F.1996.Stable isotope evidence for dietary overlap between two planktivorous fishes in aquaculture ponds. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 242 pp.
- ✓ Hobson,k.A & Quirk, T.W.2014.Effect of age an ratio non diet-tissue isotopic ( $\delta C$  ,  $\delta N$  ) discrimination in striped skunks. *Isotopes in environmental and health studies*.890pp.
- ✓ Kiriluk, R.M; Servos, M.R; Whittle, D.M; Cabana, G & Rasmussen, J.B.1995.Using ratios of stable nitrogen and carbon isotopes to characterize the biomagnification of DDE, mirex and PCB in a like Ontario pelagic food web. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*.855 pp.
- ✓ Kusanovic, M. 2009. Sistema de tratamiento de Riles para empresas pesqueras que descargan a la red pública de alcantarillado en la ciudad de Punta Arenas (online). Disponible en: [http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/kusanovic\\_mariano\\_2009.pdf](http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/kusanovic_mariano_2009.pdf) . Medín,

R., Medín, S. 2003. Alimentos: Introducción Técnica y Seguridad segunda edición. Editorial Turística. Buenos Aires. 416 pp.

✓ Metcalf., Eddy. 1977. Tratamiento y depuración de las aguas residuales. Editorial Labor S.A. España. 837 pp.

✓ Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Manual para inspectores, Control de efluentes industriales. Buenos Aires. 224 pp.

✓ Miliarium, A. 2004. Disponible en:  
<http://www.miliarium.com/Proyectos/Nitratos/Isotopos/Identificacion/Identificacion.asp>

✓ Nemerow, N. 1977. Liquid waste of industry. Addison-Wesley Publishing Company Inc. 571 pp.

✓ NIOSH. Norma 6015. Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional.

✓ Orozco Barrenetxea, C., Perez Serrano, A., Gonzalez Delgado, N., Rodriguez Vidal, F., Alfayate Blanco, J.M. 2005. Contaminación Ambiental: Una visión desde la Química. Thomson. España. 682 pp.

✓ OSHA (29 CFR 1910.101). Normas OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional). Departamento de trabajo de los EE.UU.

✓ Petracini, R. 2012. La incidencia del pH en el organismo II. Disponible en: <http://www.elacuarista.com/secciones/pH2.htm>

✓ Pigretti E. 1993. Derecho Ambiental. Editorial Depalma. Buenos Aires. 285 pp.

✓ Secretaría de Ambiente y Desarrollo sustentable de la Nación: [www.ambiente.gov.ar](http://www.ambiente.gov.ar)

✓ Ramirez, M. 2006. <http://es.slideshare.net/MariaRamirez15/intoxicacion-por-amonio-pecess>.

✓ Severiche Sierra, C.A., Castillo Bertel, M.E., Acevedo Barrios, R.L. 2013. Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas. Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso. Colombia. 101 pp.

✓ Soto, M; Lema, J. 1990. Efluentes residuales en la industria de procesamiento de productos marinos: caracterización, gestión de efluentes y alternativas de tratamiento, Ingeniería Química. 203-209 pp.

✓ Tiszen, L.L.; Boutton, T.W.; Tesdahl, K.G. & Slade, N.A. 1983. Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: implications for  $\delta$  C analysis of diet. *Oecologia*. 57pp.

✓ Yorio, P.; Caille, G. 2004. Fish waste as an alternative resource for gulls along the Patagonian coast: availability, use, and potential consequences. *Marine Pollution Bulletin*. 48: 778–783.