Proyecto Final de
Ingeniería Industrial

TRATAMIENTO DE EFLUENTES EN UNA PYME

Autores:
Francos, Martín
Vigilante, Facundo

Docente Guía:
Ing. María Daniela Codesal

A nuestra familia,
por el apoyo incondicional

AGRADECIMIENTOS

A nuestra docente guía Ing. María Daniela Codesal por su persistente guía.

Al personal de la biblioteca del Instituto Tecnológico de Buenos Aires por su ayuda en la búsqueda de los papers científicos que le dieron respaldo al presente trabajo.

Y un agradecimiento especial a la Ing. Química Martina Florencia Stortini Gutierrez por sus aportes en el desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

El presente proyecto evalúa la factibilidad de la instalación y puesta en marcha de una línea de tratamiento de efluentes en particular para una empresa metalúrgica ubicada en Mataderos, cuyos efluentes desembocan en la Cuenca Matanza Riachuelo. Al tratarse de un barrio ubicado en la Ciudad de Buenos Aires se realizó un amplio estudio sobre el marco regulatorio nacional y provincial, destacando las leyes vigentes que penalizan a aquellas empresas que no cumplan con las normativas ambientales. El objetivo de la línea de tratamiento es eliminar el Tricloroetileno (TCE) de los efluentes que constantemente elimina la empresa ya que es considerado un compuesto químico altamente contaminante y cancerígeno. Para ello se investigó sobre tres distintos métodos y se descartaron aquellos que por diversas razones como son la complejidad tecnológica o viabilidad económica dificultaban la implementación del proyecto en cuestión. Si bien se creía que la inversión en un proyecto de estas características no sería rentable, el análisis económico realizado demuestra lo contrario. Además se investigó sobre distintos programas de financiamiento que favorecen los proyectos que tengan como objetivo el cuidado del medio ambiente, destacándose entre ellos a Acumar, y se establecieron los requerimientos mínimos para acceder al crédito. El balance de masa arrojó resultados favorables, ya que no sólo se obtiene un sobrenadante libre de TCE, sino que genera subproductos cuya reutilización o comercialización apalancan la viabilidad económica resultante. Por último se sostiene que en el contexto creciente de la Responsabilidad Social Empresaria (RSE) la empresa logrará acaparar mayores beneficios a causa de la ventaja competitiva generada por la imagen positiva que consigo lleva toda empresa responsable.

Palabras clave: Tratamiento de efluentes, Marco Regulatorio, Tricloroetileno, Programas de Financiamiento, viabilidad económica, Responsabilidad Social Empresaria.

ABSTRACT

This project evaluates the installation and implementation of an effluent treatment line, particularly for a metallurgical company located in Mataderos, whose effluents flow into the Matanza Riachuelo river basin. As it is a neighborhood located in the City of Buenos Aires, an extensive study on the national and provincial regulatory framework was performed, highlighting the existing laws that penalize companies that fail to comply with environmental regulations. The goal of this treatment line is to reduce the amount or completely eliminate trichloroethylene (TCE) from the effluents that are constantly disposed-off by the company as it is considered a highly polluting and carcinogen chemical. In order to do this, three different methods were investigated, discarding those that for various reasons, such as technological complexity or economic viability, hinder project implementation. While it is believed that the investment in a project of this nature is not be profitable, the economic analysis shows otherwise. Also, different financing programs that support projects, whose objective is environmental care, were investigated. Standing out among them is Acumar, who established minimum requirements for credit access. The mass balance performed as a result of the chosen method of bioreactor treatment with anaerobic bacteria, showed positive results, as it not only gives a TCE- nearly free or free supernatant, but also generates reuse or sale products, which leverage the resulting economic viability. Finally, it is argued that in the increasing context of corporate social responsibility (CSR), the company managed to grab more benefits because of the competitive advantage generated by the positive image enhanced by effluent treatment.

Keywords: effluent treatment line, regulatory framework, trichloroethylene, financing programs, economic viability, corporate social responsibility.

INDICE

INTRODUCCIÓN 1

RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIA (RSE) 3

LA EMPRESA A ESTUDIAR 4

MEMORIA DE LA EMPRESA 4

ESTADO DE LA CUESTIÓN 9

CICLO GENERAL DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS. 10

GENERACIÓN 11

TRANSPORTE 11

TRATAMIENTO 12

DISPOSICIÓN FINAL 17

MARCO LEGAL 19

DESARROLLO DEL DERECHO AMBIENTAL INTERNACIONAL 20

EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA AMBIENTAL EN LA ARGENTINA 24

ESTRUCTURA DEL DERECHO AMBIENTAL ARGENTINO 24

NORMA ISO 14000 40

ORGANISMOS DE APOYO A PYMES 46

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 49

GENERACIÓN DEL TRICLOROETILENO 51

SOLUCIONES PROPUESTAS 55

ADSORCIÓN DEL TCE EN CARBÓN ACTIVADO 55

REDUCCIÓN DE TCE MEDIANTE UN BIOFILTRO DE TRES FASES 58

DIGESTIÓN ANAERÓBICA DEL TCE EN AGUAS CONTAMINADAS A 37ºC-15ºC 59

PLAN DE RECONVERSIÓN INDUSTRIAL 74

APOYO FINANCIERO PARA LAS MIPYMES DE LA CUENCA MATANZA RIACHUELO 75

LAY-OUT DE PLANTA 64

BALANCE DE MASA 65

SUBPRODUCTOS DEL TRATAMIENTO 67

SUBPRODUCTO FERTILIZANTE 67

SUBPRODUCTO BIOGÁS 69

COSTOS DEL TRATAMIENTO 72
VALOR ACTUAL NETO (VAN) 76

CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN 79

BIBLIOGRAFÍA 81

ANEXOS 83

INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas la actividad humana viene deteriorando el medio ambiente y con ello los recursos que antes se creían inagotables hoy no lo son. La problemática ambiental y situaciones de riesgo que se observan a nivel mundial no se alejan mucho de la realidad argentina. Muchas son las zonas contaminadas en el país, víctimas de los desechos que desde hace mucho tiempo distintos tipos de industrias arrojaron desmedidamente a los ríos, desembocando en mares y afectando a la flora y fauna que los rodea. Un caso crítico se presenta en la Cuenca Matanza Riachuelo, lugar que fue objetivo de desagües industriales de miles de industrias. Hoy en día se buscan alternativas para apoyar el saneamiento de la cuenca, y el tratamiento de efluentes es una alternativa eficaz que cumple con las expectativas ambientales. La mentalidad cortoplacista y la falta de crédito disponible en el país atentan contra la inversión en estas alternativas, prefiriendo optar por algún mecanismo mas simple y rápido como son la tercerización o derrame sin previo tratamiento del residuo a las cloacas. La cultura argentina dificulta el desarrollo y sostenimiento de políticas sustentables permitiendo que las pymes, en particular, duden de la factibilidad de las mismas y opten por mecanismos obsoletos con el fin de evadir acusaciones ambientales. Si bien muchas pymes sostienen que la inversión en líneas de tratamiento no es económica, la investigación científica permite alcanzar los objetivos ambientales con menores inversiones , logrando que la mayor retribución sea percibible en el largo plazo cuando la responsabilidad empresaria sea una ventaja competitiva fundamental en el desarrollo de las empresas.

En la Argentina, como en el mundo, las empresas generan cada día más y más residuos que afectan al medio ambiente. Lo hacen las multinacionales como así también las pequeñas y medianas empresas, siendo éstas últimas las que obtienen el mayor porcentaje de fuerza laboral, en casi todos los países.

Hoy en día se sabe que la actividad humana esta deteriorando cada vez más el medio ambiente, perjudicando el desarrollo sostenible de nuevos recursos para las generaciones futuras.

Estudios realizados para cuatro países -Argentina, Colombia, Chile y México- en el marco de una cooperación entre CEPAL y la GTZ, muestran que existe un impacto ambiental ligado a la pequeña y mediana empresa (Pyme), que si bien en el conjunto global de los problemas ambientales causados por la industria es una contribución marginal en lo que respecta al deterioro ambiental a nivel nacional, puede llegar a ser visible y considerable en el ámbito más reducido del entorno directo.

Los análisis realizados por las distintas naciones que participaron de dichos estudios han coincidido en que la principal dinámica para abordar la promoción de un

desarrollo sostenible en la pyme lo constituye la capacidad de las regulaciones ambientales para estimular un cambio en ese rumbo, que particularmente en la Argentina son de carácter débil. Sin embargo, la debilidad de tales regulaciones no es la única causante del retraso de este sector en ponerse a la altura de las pretensiones ambientales, sino que la realidad muestra que la pyme se encuentra en una severa crisis financiera en casi todos los países. Esto limita la inversión en equipamiento y tecnología, que acompañados del alto nivel de endeudamiento y dificultad a la hora de obtener un crédito, reduce la competitividad posicionándose en los mercados con una postura desmedrada.

Por otro lado, las pymes contienen todos los defectos mayores imputados a la estructura industrial latinoamericana: tradicionalismo, aversión al riesgo, mentalidad cortoplacista, poca conciencia de la problemática ambiental, individualismo, y desconfianza frente a la acción del estado, entre otros.

En este contexto, para acompañar el crecimiento de las pymes desde una mirada vinculada a la concientización ambiental requerirá no sólo de nuevos enfoques en materia de política pública, sino también esfuerzos progresivos desde el lado de los propios empresarios.

Por ello, se propone encontrar el camino para romper con el paradigma cortoplacista que tienen las pymes en la Argentina, de querer solo maximizar ganancias y reducir costos, a costa de las consecuencias provocadas en el medio ambiente, y en particular en el medio que los rodea.

Se necesita un cambio en la sociedad; año tras año la contaminación del planeta, ya sea del agua, aire, cielo, y sus recursos naturales, se van degradando y sin nadie que se de cuenta que si este asunto sigue continua con el mismo comportamiento, las generaciones futuras no podrán disfrutar del aire limpio, parques verdes, sino que estarán limitados a causa de la irresponsabilidad de las generaciones presentes.

El enfoque del “Proyecto Final” estará centrado en una pyme en particular, de la industria metalúrgica, ubicada en el barrio de Mataderos, con el fin de emplear los caminos necesarios para realizar una línea de producción más limpia, siendo un ejemplo a imitar por otras empresas del sector. De esta manera se estudiará la posibilidad de implementar un sistema de tratamiento de efluentes en la empresa a partir del estudio de los desechos que la misma genera.

Por otro lado es importante destacar el constante desafío al que las pymes se ven inmersos a la hora de competir en un sector de suma exigencia como lo es el metalúrgico, y la necesidad de diferenciarse que esto implica.

Con la implementación de la planta de efluentes se podrá, además de asegurarse el verdadero tratamiento de los residuos, generar una Imagen positiva de la empresa en lo que respecta al cuidado medio ambiental, y posicionarse frente a la competencia a la hora de ser seleccionada como proveedor.

El hecho de destacarse e innovar en un tema tan delicado como es el del medio ambiente, hace que una pyme sea reconocida y distinguida ante otras, dejando en evidencia los valores que defiende, y la aceptación de la responsabilidad que debe asumir como ente generador de residuos. Además, la Ley de residuos peligrosos (24051), establece las responsabilidades que debe tener un generador de residuos de esta índole. Lamentablemente, no siempre la misma es respetada y cumplida por las pymes, ya que la mayoría de éstas carecen de recursos necesarios para poder cubrir este tipo de gastos.

El cuidado medioambiental puede ser una ventaja competitiva que una pyme puede tener frente a otras empresas competidoras.

Responsabilidad Social Empresaria (RSE)

La Responsabilidad Social Empresaria (RSE) es una reflexión ética en torno a la actividad empresarial, la cual se basa en el concepto de la sostenibilidad. Esta última, considerada tanto en su aspecto de valor ético como de criterio de desempeño, abarca tanto a los aspectos económicos de la actividad empresarial como a sus impactos y repercusiones ambientales y sociales. Precisamente el desempeño de una organización se explica en torno a su sostenibilidad económica, pero la RSE introduce la necesidad de mantener esa rentabilidad de forma continua y sostenida. En último término, la Responsabilidad Social intenta sostener que ser competitivo es algo más que ser rentable e indica los caminos que deben transitarse para alcanzar esa competitividad.

A escala mundial, las organizaciones y sus partes interesadas, son cada vez más conscientes de la necesidad y los beneficios de un comportamiento socialmente responsable. Las organizaciones están sometidas a un escrutinio cada vez mayor por parte de sus diversas partes interesadas. El desempeño de una organización en relación con la sociedad en la que opera y con su impacto sobre el medioambiente, se ha convertido en una parte crítica al medir su desempeño integral y su habilidad para continuar operando de manera eficaz. En parte, esto es reflejo del creciente reconocimiento de la necesidad de asegurar ecosistemas saludables, equidad social y buena gobernanza de las organizaciones.

La Responsabilidad Social sostiene los siguientes principios:

- **Rendición de Cuentas**: una organización debería rendir cuentas por sus impactos en la sociedad, la economía y el medio ambiente. Este principio propone que una organización debería aceptar un escrutinio adecuado y, además, aceptar el deber de responder a ese escrutinio.

- **Transparencia**: una organización debería ser transparente en sus decisiones y actividades que impactan en la sociedad y el medio ambiente.
- **Comportamiento ético:** una organización debería manejar sus negocios sosteniendo un comportamiento ético
- **Respeto a los intereses de las partes interesadas**: una organización debería respetar, considerar y responder a los intereses de sus partes interesadas.
- **Respeto al principio de legalidad**: una organización debería aceptar que el respeto al principio de legalidad es obligatorio.
- **Respeto por la normativa internacional de comportamiento**: una organización debería respetar la normativa internacional de comportamiento, a la vez que acatar el principio de respeto al principio de legalidad
- **Respeto a los derechos humanos**: una organización debería respetar los derechos humanos y reconocer, tanto su importancia como su universalidad

Actualmente, la Norma Internacional ISO 26000, ofrece orientación armonizada y pertinente a nivel mundial para las organizaciones del sector público y privado de todo tipo sobre la base de un consenso internacional entre expertos representantes de los principales grupos de interés, para fomentar la aplicación de mejores prácticas de la RSE en todo el mundo.

La empresa a estudiar

Para complementar el objeto de estudio, como se mencionó anteriormente, se pretende aplicar los conceptos a estudiar en el presente Proyecto Final a una empresa ubicada en el barrio de Mataderos, cuyos desagües derivan a la Cuenca Matanza Riachuelo.

Memoria de la empresa

ETAR es una Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL) ubicada en Mataderos, Zuviría 5581. Se trata de una empresa familiar dirigida por los hermanos Juan y Gabriel Vigilante, fundada en 1965.

El Establecimiento Técnico Argentino de resortes, conocido comercialmente con el nombre de ETAR, se ha dedicado por más de 40 años a la fabricación de todo tipo de resortes de acuerdo a normas internacionales y en conformidad con las crecientes

exigencias del mercado; de esta forma fue incorporando durante su desarrollo productos metalúrgicos variados como: fabricación de piezas estampadas de chapa, material telefónico y armado de subconjuntos.

Actualmente, continuando la tradición familiar, ETAR esta dirigida por empresarios comprometidos con la máxima calidad de sus productos, compromiso que se expresa y que ha sido divulgado a todos los niveles de la organización mediante las declaraciones y enunciados de valores, principios, políticas y compromisos, oportunamente emitidos. Cuenta con unos 65 empleados, 50 abocados a las tareas de planta y otros 15 a las administrativas. Cuenta con personal idóneo y especializado, formado y capacitado continuamente, identificado con la filosofía de mejora continua y enfocado a la autogestión, con una amplia experiencia en la labor especifica que realiza y, por lo tanto, con un alto grado de profesionalismo y confiabilidad que le ha permitido a la empresa convertirse en la de mayor crecimiento en su sector en los últimos años. La dinámica y versatilidad del personal contribuyen a una rápida y eficaz respuesta a los constantes desafíos del mercado actual.

ETAR ha diseñado una planta modelo y mantiene sus instalaciones en perfecto estado de orden y limpieza en la que dispone de procesos comunes, enriquecidos con máquinas de control numérico, oficinas de control con equipos informáticos para sistemas de calidad, producción, mantenimiento y control estadístico que aseguran la calidad de los productos que se elaboran manteniendo un flujo sincrónico que día a día se revisa para su optimización.

Desde 1991, se ha ido incorporando la robótica CNC para mejorar los sistemas de fabricación de los resortes. Cuenta con un programa de diseño aprobado por normas NAMAS, aplicable tanto al diseño de nuevos productos propios como a diseños especialmente solicitados por los clientes; cuenta así mismo con un software de simulación por elementos finitos para analizar la performance de un producto durante el servicio.

Se ha desarrollado un software para producción y control de la eficiencia en planta llamado TPM que colabora con la mejora continua de los procesos. Cada producto posee un control estadístico de las especificaciones de los clientes mediante un software llamado Applied Stats.

Se encuentra en funcionamiento todas las herramientas correspondientes al sistema de Lean Manufacturing, que incluye el método 5S para mantenimiento de una adecuada labor con el medio ambiente y el sistema SMED para optimizar los set ups.

La organización a la vez posee una pagina web disponible para todos sus clientes orientada de tipo B2B (business to business) donde cada cliente puede seguir on line el estado de sus cotizaciones, des sus ordenes de compra, conocer fecha prevista de entrega, avances de producción, como así también los certificados de calidad de las piezas entregadas.

Actualmente la planta cuenta con 23 máquinas CNC de última generación para realizar todo tipo de resortes y formas de alambre. Las máquinas CNC son controladas por un centro de inteligencias para poder monitorear el estado de la producción en tiempo real. Además 8 máquinas estampadoras para realizar clips de fijación, estampadoras rápidas, dispositivos de armado, balancines y prensas de hasta 80 tn.

Tipos de Productos

- Resortes de compresión, torsión y tracción
- Piezas de formas y piezas de estampado liviano

Actualmente se producen más de 500 tipos de productos diferentes.

Imagen 1. Tipos de resortes comercializados

- **Misión**: que todos nuestros clientes logren el entusiasmo con nuestra empresa.
- **Visión**: seguir creciendo y ofrecer la más alta calidad en nuestros productos para satisfacer las demandas exigentes del mercado internacional y nacional.
- **Valores**: Amor al cambio y a la innovación, Crear excelencia en los sistema de producción, lograr flexibilidad mediante la participación de todos y diferenciarnos a través de la calidad.

Cabe destacar que ETAR S.R.L tiene una política de calidad muy importante, dentro de la cual se encuentra la implementación y seguimiento de la norma ISO 9000. En el año 2012 fue preparada para la certificación de la norma ISO 14000, la cual fue una llave de acceso para tener como cliente a Johnson Control, una importante empresa multinacional del rubro automotriz, y logró el compromiso por parte de los directores para el cuidado del medioambiente.

Hoy en día la empresa en cuestión terceriza el servicio de tratamiento a la empresa "EL SOL", la cual entrega un certificado corroborando que el efluente será tratado y que consecuentemente no tendrá acciones dañinas para el medio ambiente. Posteriormente es vendido a la provincia de Santa Fe para el abastecimiento de calderas de carbón.

El tener un tratamiento tercerizado para estos residuos lleva consigo un costo mensual fijo que la empresa debe destinar para tal fin. Hoy en día se tratan alrededor de 200 litros de Tricloro Etileno que se producen cada 2 meses generando un costo de $1000 bimensuales.

La tercerización no garantiza que las empresas encargadas de este servicio realmente lo hagan adecuadamente. Es por ello que se sostiene que una empresa responsable debería tratar por sus propios medios los residuos que genera, "haciéndose cargo del problema" y no deshaciéndose del mismo al tercerizar sus residuos. De esta forma garantizamos que en el largo plazo los clientes valorarán éste esfuerzo y sentirán confianza con las empresas que implementen éstas medidas, generando así una ventaja competitiva frente a otras empresas del sector.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

Desde hace 200 años que la cuenca Matanza Riachuelo sufre la contaminación de industrias, además de villas miserias y basurales ilegales en sus orillas. Según datos oficiales en la cuenca hay radicadas mas de 4000 industrias. Algunas de estas industrias utilizan en sus procesos de producción sustancias tóxicas como metales pesados y compuestos orgánicos sintéticos. Estas industrias en vez de reemplazar esas sustancias por otras, colocar una planta de tratamiento o pagar un servicio de recolección de residuos vierten esas sustancias directamente al sistema cloacal y pluvial. Los vertidos son conducidos por la red cloacal a la planta depuradora. Esta última, al carecer de sistemas de tratamiento para estas sustancias, las arroja sin ningún control al curso del río. Otras industrias, que se ubican en los márgenes del río vierten sus descargas directamente a él. Por último, algunas industrias vierten hacia los arroyos, los cuales finalmente desembocan en el río principal. La suma de todos estos vertidos contaminan la Cuenca Matanza Riachuelo. Infartos, leucemia, abortos espontáneos y el doble de la mortalidad infantil que en el resto de la provincia de Buenos Aires son sólo algunas de los datos que muestran la gravedad de éste problema.

Hoy en día, de las 4000 industrias que se radican en la cuenca Matanza Riachuelo son 1472 los establecimientos declarados como contaminantes, lo que equivale a un 37% de la totalidad. De este porcentaje, la mayor proporción se encuentra localizada en Capital Federal, y se conoce que uno de los barrios más contaminantes es el de Mataderos, donde se ubica la empresa en estudio. En el siguiente gráfico se puede observar que el porcentaje de empresas declaradas como contaminantes en Capital Federal es del 35%, siendo éste el porcentaje más alto, continuando con un porcentaje del 20% para el partido de La Matanza, 15% para el partido de Lanús, 12% para el partido de Avellaneda, 5% para el partido de Lomas de Zamora, y el 13% restante pertenece a otros partidos como se puede observar en el gráfico.

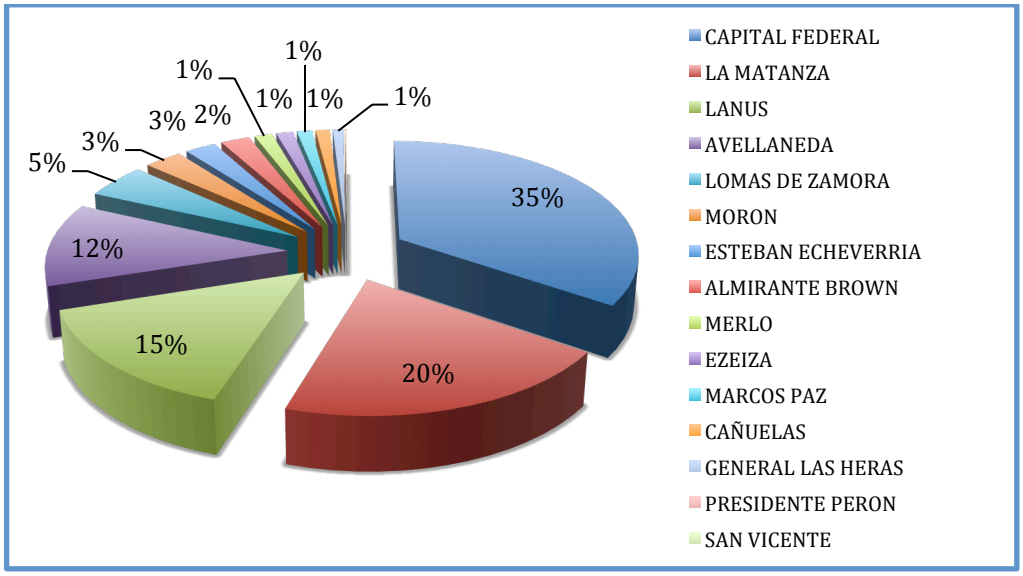


Gráfico 1. Proporción empresas contaminantes en CMA

En consecuencia, se deduce que haría falta la implementación de medidas efectivas para que estas industrias sean consideradas como establecimientos reconvertidos, y un camino para lograrlo sería la implementación de tratamientos de efluentes en las distintas industrias cuyos efluentes de alguna forma desembocan en la cuenca Matanza Riachuelo. El desconocimiento de organismos de apoyo para pymes a la implementación de este tipo de soluciones inhibe la posibilidad de optar por una alternativa como puede ser la puesta en marcha de una línea de tratamiento.

De todas formas, muchas otras empresas lo que hacen es tercerizar sus residuos, es decir luego de generarlos los transporta a un lugar donde se realice el tratamiento. Para ello es necesario que la empresa evalúe qué tipo de residuo está generando, ya que a partir de esto se puede realizar un tratamiento adecuado cumpliendo un ciclo general que será desarrollado a continuación.

Cabe destacar que existen distintas leyes que contemplan el daño ambiental y penaliza a quienes se encarguen de evadirlas; un análisis del marco legal se verá reflejado en el trabajo en cuestión, como así también normas de certificación requeridas por clientes y proveedores como por ejemplo la Norma ISO 14000.

Ciclo General del Tratamiento de Residuos.

Existen dos tipos de residuos que se generan en la sociedad, los que se producen por la misma población y los generados por las empresas (o la industria), conocidos como Residuos Domiciliarios y Residuos Industriales, respectivamente. Estos últimos, a

su vez, se clasifican en dos subgrupos: Residuos Peligrosos (“Especiales”) y Residuos No Peligrosos (“No Especiales”).

Se define a un residuo como peligroso si se reconoce en él un carácter de peligrosidad o de nocividad que implique un riesgo sobre las personas o el medio que los rodea. Las características y clasificación de cada residuo peligroso se encuentran reglamentados por las legislaciones propias de cada país. Aquellos residuos que no se encuentren reglamentados por las legislaciones propias de cada país son considerados Residuos No Peligrosos.

Hoy en día los residuos siguen un ciclo general como se menciona a continuación:

1. Generación
2. Transporte
3. Tratamiento
4. Disposición Final

Generación

En nuestro caso particular no interesa los efectos que la industria genera en su entorno. La generación de residuos industriales depende de una gran variedad de factores: situación del mercado (expansión o contracción), tecnologías empleadas, capacidad de reutilización de los residuos, expectativa de la sociedad en cuanto a su reducción, entre otras. Los tipos de residuos que se generan dependen de la industria predominante del país (industria metal-mecánica, industria siderúrgica, industria petrolera, etc.). Cabe destacar que la generación de residuos industriales esta correlacionada directamente con los ciclos en que se moviliza la economía, ya que al variar el consumo también varía la cantidad de residuos que se generan.

Transporte

El transporte de los residuos desde su origen hacia la planta de tratamiento o disposición es una etapa importante en el ciclo de los residuos. Esta debe ser preparada cuidadosamente, por el riesgo que conlleva. El tipo de transporte depende de las características del residuo.

El transportista debe tener conocimiento de los materiales que se encuentra transportando y estar entrenado, en caso de que se produzca un accidente, para poder tomar las medidas pertinentes.

Por lo general el transporte se terceriza y queda a cargo de empresas especializadas, que se encuentran preparadas para trasladar los diferentes tipos de residuos.

Tratamiento

En lo que respecta al tratamiento de efluentes se conoce una amplia gama de procesos para tratar residuos, ya sean peligrosos o no, dependiendo de su origen y sus características. Estos se pueden clasificar en físicos, químicos o biológicos. A continuación se describen los principales procesos y tratamientos para aguas residuales, residuos peligrosos y residuos sólidos no peligrosos

Aguas Residuales

Se denomina agua residual a la mezcla de residuos sólidos o líquidos, en cualquier origen, con cualquier agua que pueda penetrar en el sistema de alcantarillado. El tratamiento requiere que, como mínimo, se eliminen los sólidos en suspensión y la materia orgánica disuelta.

Para eliminar los sólidos en suspensión se recurre a procesos físicos. Los tamices retienen los desechos sólidos de gran tamaño, mientras que las rejillas por gravedad o las rejillas aireadas retiran la materia arenosa. La sedimentación por gravedad se emplea para eliminar la materia orgánica suspendida, la cual es de menor tamaño. En casos especiales se utiliza centrifugación, flotación por aire disuelto o filtración para eliminar sólidos en suspensión.

La materia orgánica disuelta se trata generalmente mediante procesos biológicos. Los sistemas más comunes son aeróbicos (con presencia de oxígeno) e incluyen lagunas aerobias o facultativas, filtros biológicos y procesos de lodos activados. Los residuos de elevada concentración, como los lodos primarios, o las aguas de origen industrial con alta carga se tratan preferentemente mediante procesos anaeróbicos (sin presencia de oxígeno).

Los tratamientos físicos y químicos también presentan un grado de importancia en lo que respecta al tratamiento de agua residual. La homogeneización y el control de vertidos se emplean para proteger las instalaciones, mientras que la neutralización y el control de la temperatura acondicionan al agua para su correcto tratamiento y su posterior disposición. La eliminación de metales pesados, aceites y grasas permite controlar contaminantes específicos. Finalmente, los procesos de reaireación y desinfección permiten acondicionar al efluente para su vertido final.

Por último, existen tratamientos y procesos para controlar la concentración de contaminantes concretos, orgánicos e inorgánicos. Estos pueden utilizarse como sistemas independientes o como tratamientos terciarios del agua residual. Los más comunes son la eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y la eliminación de sólidos en suspensión mediante filtración. También se emplean otros procesos como son la adsorción en carbono, el intercambio iónico, la osmosis inversa y la inyección en pozos profundos.

Residuos Peligrosos

Para el tratamiento de residuos peligrosos, los métodos que se emplean dependen del estado en que se encuentran dichos residuos (líquido, gaseoso o sólido). A continuación se realiza una descripción de cada tipo de tratamiento.

Tratamiento de residuos líquidos:

- Carbón Activado: se utiliza para la eliminación de compuestos orgánicos tóxicos y peligrosos, tales como aromáticos, hidrocarburos halogenados, pesticidas, fenoles y ftalatos. Algunos compuestos inorgánicos presentan un buen potencial de adsorción (antimonio, arsénico, bismuto, bromo, cloro, cromo, cobalto, yodo, mercurio, estaño, plata y zirconio). Se debe tratar previamente el líquido para obtener mejores resultados. El carbón activado se puede regenerar y volver a utilizar.
- Arrastre con aire: la corriente de agua contaminada entra en contacto con una corriente de aire limpio. En este contacto se produce un proceso de transferencia en el cual los contaminantes volátiles pasan a la corriente gaseosa.
- Precipitación Química: este tipo de tratamiento es utilizado para la eliminación de metales (los metales reaccionas con los agentes, formando moléculas pesadas que precipitan). Los agentes más utilizados son cal, soda cáustica y sulfuros.
- Filtración: se emplea para eliminar sólidos en suspensión a baja concentración.
- Intercambio Iónico: se utiliza para la eliminación de metales pesados y de aniones peligrosos presentes en soluciones diluidas. El principio de funcionamiento se basa en resinas, las cuales retienen estos contaminantes y liberan iones (de la misma carga) cuando pasa agua contaminada. Las resinas se clasifican en resinas de intercambio catiónico

(fuertemente ácidas o de débil acidez) y de intercambio aniónico (fuertemente básicas o de ligera basicidad).

- Neutralización: es el único tratamiento viable cuando se determina que una corriente de agua es peligrosa por su corrosividad. En este se agregan componentes básicos o ácidos (según sea el caso) para modificar el pH, llevándolo a un valor neutro (pH=7). También se emplea como un proceso de pre-tratamiento.
- Coagulación y Floculación: mediante el agregado de un coagulante, los residuos sólidos suspendidos o coloidales se aglomeran, formando partículas de mayor peso y precipitando. Se emplea cuando el tiempo de sedimentación de estas partículas es demasiado largo.
- Oxidación-Reducción: se utiliza para reducir la toxicidad o solubilidad, o para transformar la sustancia en otra más manipulable. Las reacciones de oxidación se emplean para el tratamiento de cianuros o de disoluciones diluidas de compuestos orgánicos oxidables. Las reacciones de reducción se emplean para el tratamiento de corrientes que contiene cromo VI, mercurio o plomo.
- Osmosis Inversa: se emplea para la eliminación de contaminantes muy tóxicos (metales o pesticidas) de corrientes residuales de bajo caudal.

Tratamiento de residuos gaseosos:

- Absorción: consiste en hacer pasar una corriente de gases a través de agua. Se emplea para el control de emisiones de compuestos inorgánicos.
- Adsorción: se emplea para evitar la contaminación del aire y la generación de olores. Emplea carbones activados. También se utiliza para eliminar emisiones orgánicas.
- Quemado: se utiliza una llama abierta para quemar los gases tóxicos o peligrosos. Se limita el uso práctico de este sistema a la combustión de hidrocarburos relativamente simples (como puede ser el metano).

Tratamiento de residuos sólidos.

- Separación de Sólidos: se utiliza para concentrar los sólidos y reducir el volumen de la corriente residual: El proceso depende del tipo de sólido (Ej.: metales).
- Drenaje o Escurrido: se busca reducir el contendí de humedad de los sólidos, con el fin de reducir su volumen, así como los costos de su tratamiento y correspondiente vertido final. Se cuenta con gran cantidad

de procesos mecánicos y de evaporación/percolación. Entre los más empleados están la centrifugación, la filtración, y las hebras de secado.

Una vez aplicados estos tratamientos, los residuos son enviados a Rellenos de Seguridad, también conocidos como “Landfill”.

Existe, además, otro método que se puede aplicar a sólidos, líquidos y gases: la destrucción térmica. La incineración proporciona una buena oxidación, esencialmente completa, del combustible. Esto se debe a que la misma se realiza a partir del exceso de aire. El problema que se presenta es que los gases que se obtienen pueden transportar diversos contaminantes, y deben ser tratados.

Residuos Sólidos no Peligrosos

Para el tratamiento de este tipo de residuos se requiere la aplicación de varios procesos unitarios, como se menciona a continuación:

- Fragmentación: esta operación permite la reducción del tamaño de los residuos sólidos, logrando obtener una mezcla más uniforme. Se tienen diferentes tipos, según el residuo que se esté fragmentando. Los principales equipos son de cuchillas, mazas o desbastadores. En su instalación se deben considerar el tamaño de partícula deseada, la capacidad másica y volumétrica, la potencia que requerirá su utilización y sus costos de mantenimiento.
- Tamizado: este proceso se emplea para la separación de sólidos dependiendo del tamaño de las partículas. El método más empleado es el tamizado centrífugo. Este sistema es recomendable para residuos con poco contenido de humedad.
- Separación Magnética: esta operación se realiza para separar los materiales ferrosos del resto de los residuos, lo que permite su recuperación. Su implementación es sencilla y barata. Consiste en colocar imanes permanentes en posiciones fijas, los cuales atraen a las partículas metálicas, obteniéndose un residuo menos contaminante.
- Separación Neumática: se utiliza para la separación de residuos según su densidad. Al hacer pasar una corriente de aire, los residuos menos densos serán levantados. Este proceso requiere que toda las partículas tengan un tamaño similar y que su tamaño sea lo más chico posible, ya que de éste último depende la velocidad del flujo de aire. Por lo general este sistema se emplea para separar sólidos combustibles de sólidos no combustibles.

- Reciclaje: el reciclaje y la reutilización de algunos componentes de los residuos es un punto importante dentro del proceso. Esto permite reutilizar algunos productos, disminuyendo el consumo de materias primas. A su vez, los elementos reciclados se retiran del circuito del residuo, por lo cual no se envían a rellenos de seguridad. Por último, esta actividad permite a la empresa generar un ingreso económico extra, a la vez que contribuye al cuidado del medio ambiente.

Uno de los principales métodos de reutilización de los residuos es el recupero de energía a partir de los mismos. El poder calorífico de los residuos varía ampliamente de acuerdo a su composición (Ej.: Plástico 10.000 kcal/kg, Madera 4.400 kcal/kg, Papel 4.300 kcal/kg, otros orgánicos1.100 kcal/kg). Esto genera una complejidad que resulta del hecho de que el poder calorífico del residuo (al ser utilizado como combustible) varía en forma constante. Las técnicas más eficaces para la recuperación de energía son las siguientes:

- Incineración con generación de vapor: combustión de residuos sólidos en un horno, que lleva acoplado un sistema de tubos de generación de vapor.
- Incineración modulada: Combustión de los residuos en hornos de dos etapas, con defecto de aire.
- Combustibles derivados de residuos: se producen combustibles a partir de los residuos sólidos, los cuales se pueden mezclar con combustibles fósiles o alimentar, sin mezcla alguna, calderas especiales.
- Pirólisis: Se procesa el residuo en una atmósfera deficiente de oxígeno, para dar origen a diferentes tipos de combustibles.
- Recogida de gas de rellenos: se recupera el gas obtenido de los rellenos de seguridad (principalmente metano) y se reutiliza.
- Blending: incineración aprovechando el poder calorífico de los residuos. Reemplaza la utilización de combustible no renovable en hornos cementeros. No se generan desechos adicionales.

La recuperación de algunos de los componentes de los residuos para su reutilización o venta tiene gran importancia en los procesos de reciclaje. Entre lo recuperable se cuentan metales ferrosos, no ferrosos, productos de vidrio, papel y plástico. Existen diferentes sistemas de recuperación, tanto mecánicos como manuales, y dependen del tipo de residuo a recuperar.

Los residuos no peligrosos de origen orgánico se envían a rellenos especiales, donde se aplica el tratamiento de Landfarming. Este consiste en la degradación del residuo por acción de los organismos del suelo. Los residuos se mezclan en forma controlada con la capa superficial del terreno, donde actúan sistemas naturales, físicos, químicos y biológicos.

En el caso de los residuos patológicos, los tratamientos a los cuales se los someten son los siguientes:

- Incineración: proceso térmico en el que se destruyen los componentes orgánicos de los residuos y se reduce radicalmente el volumen dando como resultado dióxido de carbono y agua. Este proceso se esta dejando de utilizar.
- Autoclave: los residuos se exponen a altas presiones y elevadas temperaturas mediante la inyección de vapor, lo que permite destruir agentes patógenos.
- Microondas: Los desechos son triturados y se les inyecta vapor para asegurar la absorción uniforme del calor. Es ese estado, son impulsados a través de una cámara donde son expuestos a microondas.

Disposición Final

Luego de ser tratados, la disposición final de los residuos remanentes se establecen en Rellenos Sanitarios o Rellenos de Seguridad (según sean Residuos Domiciliarios o Residuos Industriales). Para llegar a esta etapa, se necesita que previamente se realice alguno de los siguientes tratamientos previos: Solidificación o Estabilización.

- Solidificación: es un proceso en el cual los residuos son combinados con otros materiales para producir un sólido de alta densidad granular.
- Estabilización: es un proceso que reduce el peligro potencial de un residuo al convertir los contaminantes en sus formas menos solubles, móviles o tóxicas.

Este procedimiento tiene como objetivo compactar el residuo evitando que el contaminante pueda transferirse al ambiente. Para ello, el residuo final debe poseer ciertas características: evitar que el agua de lluvia o de otras fuentes penetre en la estructura del material, generar la mínima cantidad posible de líquidos lixiviados (corriente de agua que atravesó los residuos sólidos y que contiene materiales

extraídos de los mismos), proveer elevada resistencia a la compresión, no poseer reactividad química, no ser inflamable, explosivo ni biodegradable.

Los procesos de Solidificación y Estabilización dependen del tipo de material que se utilice como aglomerante. Los más comunes son:

- Sistemas basados en cementos: se agrega cemento Portland, el cual genera una matriz sólida alrededor del residuo.
- Sistemas basados en cal: el calcio que se agrega en la cal cumple dos funciones, modifica el pH de la mezcla y genera una estructura sólida.
- Sistemas basados en microencapsulación termoplástica: se emplean materiales termoplásticos (como asfalto) que se mezclan con el residuo sólido a temperaturas que superan los 100ºC. La mezcla solidifica durante en enfriamiento posterior, produciendo un sólido rígido pero deformable.
- Sistemas basados en polímeros orgánicos termoestables: se mezcla un monómero para formar un material polimérico. De esta forma se llega a una sustancia tipo esponja que retiene en la matriz partículas sólidas del residuo peligroso.
- Sistemas basados en macroencapsulación: se basa en el recubrimiento de residuos previamente cementados con una cubierta inerte o en el sellado de los mismos con materiales plásticos que crean una barrera física entre el residuo y el medio, donde se realiza la disposición final.
- Autocementación: se basa en el tratamiento previo de una parte del residuo, que posteriormente se agrega a la masa total para formar un producto endurecido.
- Verificación: Los residuos se mezclan con sílice, se someten a elevadas temperaturas y se dejan enfriar, adquiriendo una estructura cristalina.
- Pretratamiento: se aplican tratamientos previos para logar una mejor y más económica estabilización.

El relleno debe cumplir con normativas preestablecidas en lo referido a su diseño y a los residuos enviados allí.

La ubicación del mismo es un factor primordial. Debido al riesgo de contaminación del suelo aledaño o de las napas de agua, estos no deben ubicarse en zonas de inundación. En caso de construirse en zonas sísmicas o inestables, estos deben diseñarse especialmente, y su aprobación queda sujeta a las autoridades pertinentes. El relleno debe ser capaz de absorber o tratar el exceso de líquido generados por la lluvia en el lugar.

El relleno consiste en una serie de capas de diferentes materiales dispuestos para separar el suelo del residuo. La distancia que debe haber entre estas capas y las napas de agua debe ser de por lo menos 1 m, siendo lo recomendable 6 m. La primera capa es del suelo compactado (de entre 0,6 y 1m) y la segunda es una membrana flexible impermeable, de 15mm de espesor. Sobre ésta última se coloca una red de cañerías que se encarga de recoger el líquido lixiviado que se genera (este líquido se retira por bombeo y se trata posteriormente). Por último, sobre la cañería se coloca una segunda membrana, cuya función es "sostener" a los residuos sólidos mientras que deja pasar líquidos. Luego de cada día de operación se debe colocar una capa de tierra de 150mm.

El control de líquidos lixiviados se debe realizar en forma permanente, tomando muestras de lo bombeado par analizar su composición.

Por acción de organismos anaeróbicos se produce la descomposición de la materia orgánica presente en el relleno, que genera gases (principalmente metano). En el caso de los rellenos de residuos orgánicos, la cantidad de metano producida es lo suficientemente grande como para justificar su aprovechamiento. En el caso de los rellenos de residuos inorgánicos, la cantidad de metano que se obtiene es despreciable, por lo que simplemente se ventean los gases generados.

Una vez que el relleno ha sido completado, se procede a su cierre. Para esto se coloca una membrana impermeable y sobre esta una capa de tierra de 1m de espesor. Esta capa debe tener una pendiente desde el centro hacia los extremos, para permitir el drenaje del agua proveniente de las lluvias.

Marco Legal

Se procede a realizar un análisis de todos los aspectos que abarca la Legislación Ambiental en la Argentina teniendo en cuenta, además, las regulaciones internacionales que se disponen y las cuales el país acata. De esta forma se pretende estar informado de las penalidades y consecuencias que puede conllevar pasar por alto estos asuntos legales.

Desarrollo del Derecho Ambiental Internacional

En el año 1970, el Club de Roma[1], encargó a un grupo de investigadores del Massachusetts Institute of Technology (MIT) bajo la dirección del profesor Dennis L. Meadows, la realización de un estudio sobre las tendencias y los problemas económicos que amenazan a la sociedad global. Los resultados del mismo fueron publicados en 1972 bajo el título **"Los Límites del Crecimiento".**

En el estudio se usaron las herramientas más avanzadas de análisis de dinámica de sistemas. Inicialmente recopilaron datos sobre la evolución que habían tenido en los primeros setenta años del siglo XX un conjunto de variables:

1. La población mundial
2. La producción industrial y agrícola
3. La contaminación mundial
4. Las reservas conocidas de algunos minerales

El estudio continuó mediante la generación de fórmulas que relacionaban esas variables entre sí —la producción industrial con las existencias de recursos naturales, la contaminación con la producción industrial, la producción agrícola con la contaminación, la población con la producción agrícola, etc.— y comprobaron que esas ecuaciones sirvieran para describir con fidelidad las relaciones entre los datos conocidos que habían recopilado. Finalmente introdujeron el sistema completo en un ordenador para calcular los valores futuros de esas variables, como se puede ver en la siguiente Imagen :

[1] El Club de Roma es una asociación privada compuesta por empresarios, científicos y políticos.

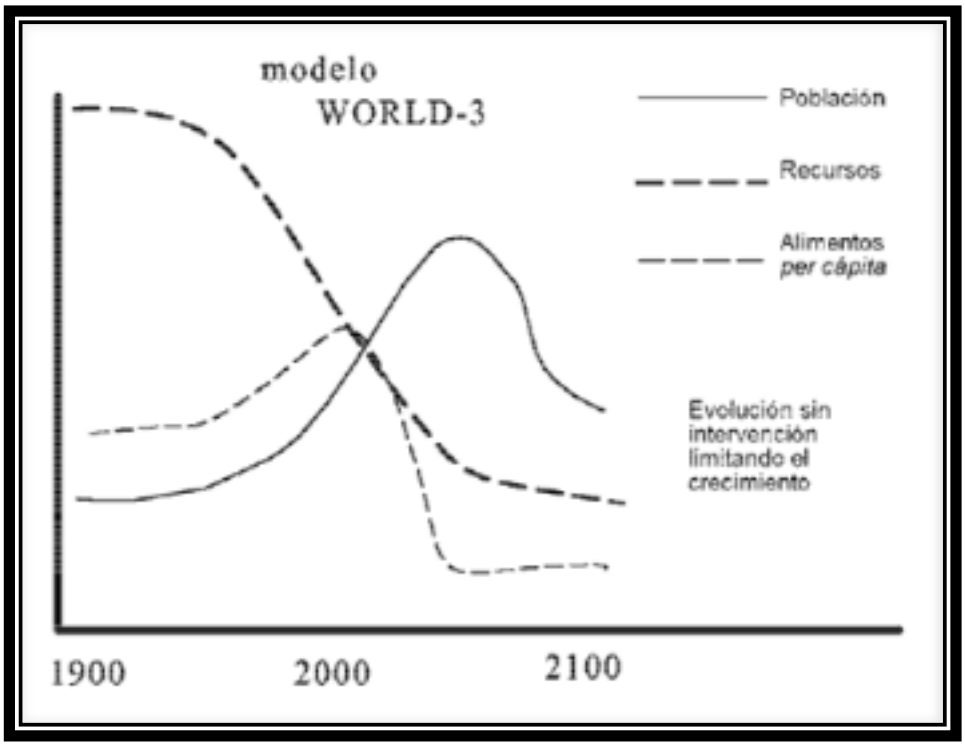


Imagen 2. Perspectivas de evolución

Las perspectivas, como se puede ver en dicha Imagen , resultaron muy negativas. Como consecuencia de la disminución de los recursos naturales, hacia el año 2000 se produciría una grave crisis en las producciones industrial y agrícola que invertirían el sentido de su evolución. Con algún retardo la población alcanzaría un máximo histórico a partir del cual disminuiría rápidamente. Hacia el año 2100 se estaría alcanzando un estado estacionario con producciones industrial y agrícola per cápita muy inferiores a las existentes al principio del siglo XX, y con la población humana en decadencia.

El equipo del MIT introdujo entonces modificaciones en los supuestos iniciales para estudiar cómo podría ser modificado ese resultado final. El supuesto de que las reservas mundiales de recursos quedasen multiplicadas por dos o por cinco tan sólo significaba un retraso de apenas diez o veinticinco años en el desencadenamiento final de la crisis. Esta vendría acompañada de tasas de contaminación mucho más altas y la mortandad consiguiente reduciría la población humana incluso a niveles inferiores a los de la secuencia tipo. La introducción de controles sobre el uso de recursos, la producción de contaminantes y la natalidad, tampoco conseguirían impedir el colapso final.

La única modificación de los datos introducidos en el ordenador que conseguía eliminar la crisis consistía en la igualación inmediata de las tasas de natalidad y mortalidad en todo el mundo, la detención del proceso de acumulación de capital y el destino de todas las inversiones exclusivamente a la renovación del capital existente, modernizándolo para un uso más ahorrador de recursos y menos contaminante. Pero

ese frenazo brusco en el crecimiento de la población y del capital debía producirse, según los autores, inmediatamente, antes del año 1985.

Poco después de publicarse el informe del Club de Roma los precios del petróleo y de las materias primas se dispararon y los países occidentales se hundieron en la crisis económica más grave y prolongada que habían conocido desde la Segunda Guerra Mundial. Muchos pensaron que aquellas sombrías previsiones estaban a punto de cumplirse, antes de lo estimado. Fue la época del nacimiento de un gran número de organizaciones ecologistas.

Otras organizaciones de gran prestigio, como la ONU, comenzaron la realización de conferencias sobre éste tema particular del medio ambiente. La primera de ellas es la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente humano, realizada en Estocolmo en Junio de 1972. A dicha conferencia asistieron 110 países, y se planificó la creación del **Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente** (PNUMA). Además se aplica la dimensión ambiental como condicionadora y limitadora del modelo tradicional de crecimiento económico y del uso de los recursos naturales. Dicho organismo, 10 años más tarde, elaboraría la **Carta Mundial de la Naturaleza** .

En 1984, en Versalles se realiza la **Primera Conferencia Mundial de la Industria en gestión Ambiental**, donde se establece que "el control de las sustancias químicas debería guiarse por el principio de precaución". Posteriormente, en el año de 1987, se crea el **Protocolo de Montreal UNEP**, donde se establecen las sustancias agotadoras de la capa de ozono. En el mismo año, la **Comisión de Bruntlan "Nuestro Futuro Común"** establece un nuevo concepto conocido como "Desarrollo Sostenible", el cual garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Una mayor convocatoria se logró en 1992 en Río de Janeiro en la **Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo "Cumbre de Tierra"**, a la cual asistieron 172 países y en donde se observa una gran participación de organizaciones no gubernamentales (ONG). En ésta conferencia se establece la **Declaración de Río sobre Ambiente y Desarrollo** y la **Agenda 21**[2], la cual retoma nuevamente el concepto de "Desarrollo Sostenible". En ésta conferencia se convocan dos instrumentos con peso jurídico: la **Convención Marco sobre el cambio climático** y el **Convenio sobre la Diversidad Biológica**. Las recomendaciones principales que aquí se establecen son:

[2] La Agenda 21 es un plan integral de medidas que deben adoptarse a nivel mundial, nacional y local por las organizaciones del sistema de las Naciones Unidas, los gobiernos y los grupos principales en todos los ámbitos en los que existan impactos humanos sobre el medio ambiente

1. Reducción de la emisión de los gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático.
2. Avanzar más decididamente hacia modalidades sostenibles de producción, distribución y utilización de la energía.
3. Centrarse en la erradicación de la pobreza como requisito previo para el desarrollo sostenible.

La **Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable** se desarrolló en Johannesburgo en el año 2002, a la cual asistieron 190 países, y en donde se reafirmó el concepto de desarrollo sustentable. Los principales objetivos asumidos fueron:

1. Reducir a la mitad el número de personas sin acceso a agua potable y a unas condiciones higiénicas básicas.
2. Hacer más accesibles los servicios energéticos modernos, la eficiencia energética y el uso de fuentes de energía renovables.
3. Invertir la tendencia actual a la degradación de los recursos naturales.
4. Frenar la pérdida actual de biodiversidad.
5. Reducir los efectos nocivos de las sustancias químicas.
6. Fomentar un consumo y producción sostenible.
7. Apoyar la aplicación de las estrategias nacionales de desarrollo sostenible.

En el año 2005 se elabora el **Protocolo de Kyoto** con la participación de 140 países. Dicho protocolo limita la emisión de gases causantes del calentamiento global por parte de los países que más contaminan, a través del **Mecanismo de Desarrollo Limpio [3](MDL)** y el **Comercio de Emisiones (CI).**

La **Conferencia de Naciones Unidas sobre el cambio Climático** se realizó en Diciembre del año 2009, con una convocatoria de 119 países. En dicha conferencia se trataron temas como el "**Fondo verde de Copenhague"** y la "**Transferencia de Tecnología"**.

[3] El MDL es uno de los tres mecanismos establecidos en el Protocolo de Kioto para facilitar la ejecución de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por las partes que son países en vías de desarrollo.

Evolución de la normativa ambiental en la Argentina

Los conceptos del cuidado medioambiental provienen desde la época colonial, mediante disposiciones españolas aplicables a las Indias y normas dictadas por cabildos locales, las cuales regulaban la seguridad en las minas. Por ejemplo, en 1971 en Santiago del Estero se ordena quemar y enterrar reses muertas enfermas. Posteriormente, en la Revolución de Mayo de 1810 el Cabildo de Buenos Aires suspende los saladeros durante la peste de Cólera y las actividades en el municipio e inmediaciones del Riachuelo. En dicha revolución se genera la Confederación argentina y se establecen Pactos y Acuerdos entre provincias que luego serían reconocidos en la Constitución de 1853.

En la reforma constitucional de 1994 aparece por primera vez el concepto de "Preservación del Ambiente", el cual fue tratado en la Comisión de "Nuevos Derechos y Garantías". Se habilitó mediante el artículo 41 de la Constitución Nacional los "principios rectores"

Estructura del Derecho Ambiental Argentino

Mediante el siguiente esquema se pretende simplificar como se construye el las normas y regulaciones ambientales en la Argentina.

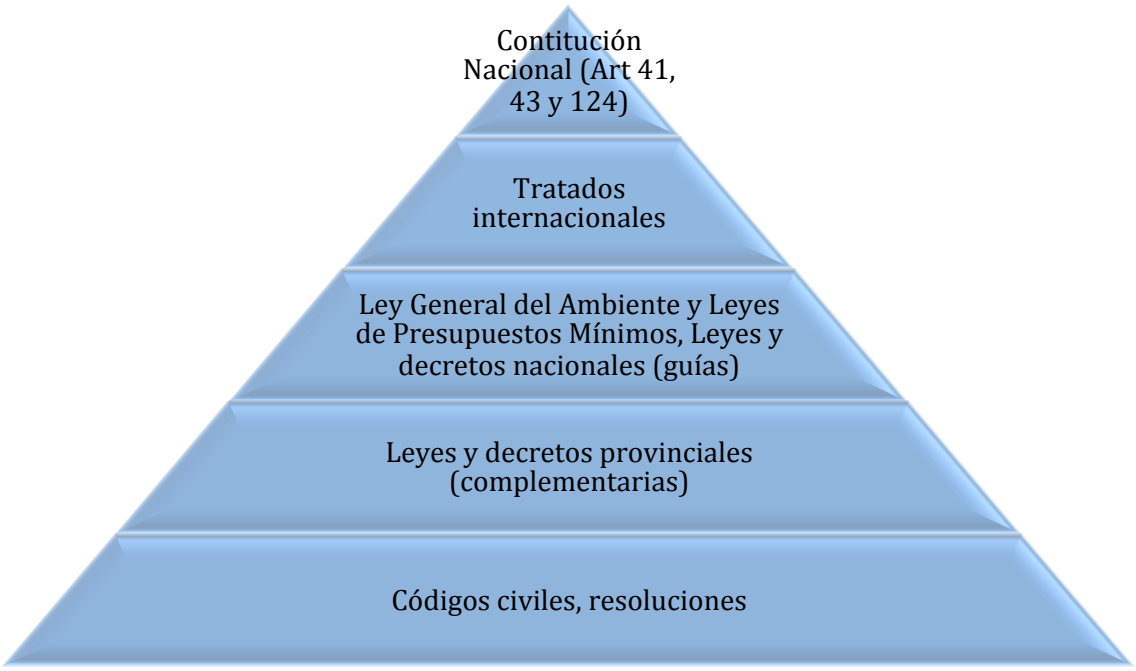


Imagen 3. Pirámide del Derecho Ambiental Argentino

Articulo 41 de la Constitución Nacional de 1994

"Todos los habitantes gozan el derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo". El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley."

"Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de diversidad biológica, y a la información y educación ambiental"

"Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales."

"Se prohíbe el ingreso al territorio de residuos actual o potencialmente peligrosos y de los radiactivos."

Analizando más detalladamente la parte ***sombreada*** de dicho artículo de la Constitución Nacional se establece que el Congreso Nacional debe dictar una legislación de base con los presupuestos mínimos necesarios que aseguren iguales condiciones de protección a todos los habitantes de la Nación en cualquier lugar en que estos se encuentren.

Articulo 43 de la Constitución Nacional de 1994

"Toda persona puede interponer acción expedita y rápida de amparo siempre que no exista otro medio judicial más idóneo, contra todo acto u omisión de autoridades públicas o de particulares que en forma actual o inminente lesione, restrinja, altere o amenace, con arbitrariedad o ilegalidad manifiesta, derechos y garantías reconocidos por esta Constitución, un Tratado o una Ley. En el caso, el Juez podrá declarar la inconstitucionalidad de la norma en que se funde el acto u omisión lesiva. Podrá interponer esta acción contra cualquier forma de discriminación y en lo relativo a los derechos que protegen al ambiente, a la competencia, al usuario y al consumidor, así como a los derechos de incidencia colectiva en general, el afectado, el defensor del pueblo y las asociaciones que propendan a los fines registradas conforme a la ley, la que determinará los requisitos y formas de su organización.

Articulo 124 de la Constitución Nacional de 1994

"Las provincias podrán crear regiones para el desarrollo económico y social y establecer órganos con facultades para el cumplimiento de sus fines y podrán también celebrar convenios internacionales en tanto no sean incompatibles con la política exterior de la Nación y no afecten las facultades delegadas al Gobierno Federal o el crédito público de la Nación; con conocimiento del Congreso Nacional. La ciudad de Buenos Aires tendrá el régimen que se establezca a tal efecto.

Corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio"

En resumen, la Constitución Nacional de 1994:

- Garantiza a todos los residentes el derecho a la salud, balanceada con el medio ambiente, adecuado para el desarrollo humano.
- Impone un deber expreso a cada residente de conservar el medio ambiente para su uso futuro.
- Restablecimiento del daño ambiental efectuado.
- Permite a ciudadanos, asociaciones y al defensor del pueblo demandar por incumplimiento.
- Prohíbe la entrada de residuos (potencialmente) peligrosos y radioactivos.

Convenios Internacionales sobre residuos y productos industriales

Descendiendo por la pirámide del Derecho Ambiental Argentino nos encontramos con los "Tratados Internacionales". Entre estos se encuentran los siguientes:

Convenio de Basilea – (1989): Convenio sobre el control de los movimientos transfronterizos, de los desechos peligrosos y su eliminación. Es la base de la ley de residuos peligrosos.

Convenio de Rotterdam – (1998): Procedimiento de consentimiento previo fundamentado aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional.

Convenio de Estocolmo – (2001): Convenio sobre contaminantes orgánicos persistentes.

Convenio de Basilea

Algunas consideraciones importantes a tener en cuenta respecto a este Convenio es el análisis detallado que se le da a los “Desechos Peligrosos”, los cuales producen daños a la salud humana y al medio ambiente. Dicho convenio, además, limita los movimientos transfronterizos de dichos desechos. También establece la reducción de su generación al mínimo desde el punto de vista de la cantidad y los peligros potenciales.

Se concluye que todo Estado tiene el derecho soberano de prohibir la entrada o la eliminación de desechos peligrosos y otros desechos ajenos en su territorio y establece medidas para el adecuado intercambio de información sobre los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y otros desechos.

A continuación se presenta el Articulo 1 del Convenio en cuestión:

Artículo 1: Alcance del Convenio

1. Serán "desechos peligrosos" a los efectos del presente Convenio los siguientes desechos que sean objeto de movimientos transfronterizos:

a) Los desechos que pertenezcan a cualquiera de las categorías enumeradas en el Anexo I, a menos que no tengan ninguna de las características descritas en el Anexo III; y

b) Los desechos no incluidos en el apartado a), pero definidos o considerados peligrosos por la legislación interna de la Parte que sea Estado de exportación, de importación o de tránsito.

2. Los desechos que pertenezcan a cualesquiera de las categorías contenidas en el Anexo II y que sean objeto de movimientos transfronterizos serán considerados "otros desechos" a los efectos del presente Convenio.

Dicho artículo no incluye a los desechos radiactivos ni los desechos de barcos, ya que existen otras legislaciones o convenios o instrumentos internacionales para estos residuos.

Algunos detalles importantes a tener en cuenta en este convenio se presentan en los distintos anexos.

El Anexo 1, por ejemplo, realiza una categorización de los desechos que se deben controlar, clasificando a los mismos con la letra “Y” y un número (desde Y1 a Y45). Algunos ejemplos de los mismos se establecen a continuación:

Y1 Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas.
Y2 Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos.
Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos.
Y7 Desechos, que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y las operaciones de temple.
Y8 Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados.
Y9 Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.
Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales.

Tabla 1. Ejemplos del Anexo 1 Ley 23922

El Anexo 1 también incluye a los desechos que contengan distintos constituyentes, como por ejemplo los que se establecen a continuación:

Y21 Compuestos de cromo hexavalente
Y24 Arsénico, compuestos de arsénico
Y26 Cadmio, compuestos de cadmio
Y29 Mercurio, compuestos de mercurio
Y31 Plomo, compuestos de plomo
Y34 Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida
Y35 Soluciones básicas o bases en forma sólida
Y36 Asbesto (polvo y fibras)
Y38 Cianuros orgánicos
Y39 Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles
Y41 Solventes orgánicos halogenados
Y42 Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados

Tabla 2. Ejemplos de Desechos Anexo 1 Ley 23922

El artículo 9 de éste Convenio establece que el "Tráfico ilícito es delictivo". Sólo se permite el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y otros desechos si:

1. El Estado de exportación no dispone de la capacidad técnica ni de los servicios requeridos o de lugar de eliminación adecuados a fin de eliminar los desechos de que se trate de manera ambientalmente racional y eficiente.
2. Los desechos de que trate son necesarios como materias primas para la industria del reciclado o recuperación en el Estado de importación.
3. El movimiento transfronterizo de que se trate se efectúa de conformidad con otros criterios que puedan decidir las partes, a condición de que esos criterios no contradigan los objetivos de este Convenio.

Otro anexo de suma importancia es el Anexo IV sobre "Operaciones de Eliminación". Estas operaciones se las clasifica con la letra "D" y un número (desde D1 a D15), como se puede ver a continuación:

D1 Depósito dentro o sobre la tierra (por ejemplo, rellenos, etc.)

D2 Tratamiento de la tierra (por ejemplo, biodegradación de desperdicios líquidos o fangosos en suelos, etc.)

D3 Inyección profunda (por ejemplo, inyección de desperdicios bombeables en pozos, domos de sal, fallas geológicas naturales, etc.)

D4 Embalse superficial (por ejemplo, vertido de desperdicios líquidos o fangosos en pozos, estanques, lagunas, etc.)

D5 Rellenos especialmente diseñados (por ejemplo, vertido en compartimientos estancos separados, recubiertos y aislados unos de otros y del ambiente, etc.)

D6 Vertido en una extensión de agua, con excepción de mares y océanos.

D7 Vertido en mares y océanos, inclusive la inserción en el lecho marino.

D10 Incineración en la tierra

D12 Depósito permanente (por ejemplo, colocación de contenedores en una mina, etc.)

Tabla 3. Ejemplos de Operaciones de Eliminación

El mismo anexo, además, menciona las operaciones que pueden conducir a la recuperación de recursos. Se los clasifica con la letra “R” y un número (desde R1 a R13). Algunos ejemplos se pueden ver a continuación:

1. R1 Utilización como combustible
2. R2 Recuperación o regeneración de disolventes
3. R4 Reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos
4. R9 Regeneración u otra reutilización de aceites usados

Convenio de Rotterdam

El objetivo de éste Convenio es Garantizar la protección de la población y el medio ambiente de todos los países de los posibles peligros que entraña el comercio de plaguicidas y productos químicos altamente peligrosos.

Así mismo, sugiere para las transacciones comerciales ciertos requisitos de etiquetado y suministro de información de los posibles efectos en la salud y el medio ambiente, y promueve la utilización de esos productos químicos en condiciones seguras de trabajo.

Además, sugiere una responsabilidad compartida entre los países exportadores e importados de proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos perjudiciales de esos productos químicos.

Convenio de Estocolmo

Los contaminantes orgánicos persistentes tienen propiedades tóxicas, son resistentes a la degradación, se bioacumulan y son transportados por el aire, el agua y las especies migratorias a través de las fronteras internacionales y depositados lejos del lugar de su liberación, acumulándose en ecosistemas terrestres y acuáticos. Estos contaminantes orgánicos, además, generan graves problemas de salud, especialmente en países en vías de desarrollo, debido al resultado de la exposición local a los contaminantes orgánicos persistentes.

El objetivo del convenio en cuestión es proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los contaminantes orgánicos persistentes.

Asimismo, con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Este criterio se lo conoce como “Principio de Precaución” y establece lo siguiente:

"Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente."

Otros Pactos internacionales

- Acuerdo sobre la conservación de albatros y petreles. Canberra, Australia. (Ley Nac. Nº 26107; año 2006).
- Protocolo de Kyoto de la Convención marco de UN sobre cambio Climático. (Ley Nac. Nº 25438; año 2001).
- Convención de Viena para la protección de la capa de ozono. (Ley Nac. Nº 23724; año 1989).
- Protocolo de Montreal sobre sustancias que agotan la capa de ozono.
- Convenio Internacional sobre diversidad Biológica. (Ley Nac. Nº 24375; año 1994).

Leyes de Presupuestos Mínimos

A continuación se establecen las Leyes de Presupuesto Mínimos:

1. Ley General del Ambiente (Nº 25675)
2. Gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios (Nº 25612)
3. PCBs (Nº 25670)
4. Régimen de Gestión ambiental de aguas (Nº 25688)
5. Régimen de libre acceso a la información pública ambiental (Nº 25831)
6. Gestión de Residuos Domiciliarios (Nº 25916)
7. Presupuestos mínimos de protección ambiental para control de actividades de quema en todo el territorio nacional (Nº 26562)
8. Régimen de presupuestos mínimos para la preservación de los glaciares y del ambiente periglacial (Nº 26639)

Ley General del Ambiente (Nº 25675)

Algunos objetivos de esta Ley son:

- Asegurar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos ambientales, tanto naturales como culturales, en la realización de las diferentes actividades antrópicas.
- Promover el mejoramiento de la calidad de la vida de las generaciones presentes y futuras en forma prioritaria.
- Prevenir los efecto nocivos o peligrosos que las actividades antrópicas generan sobre el ambiente para posibilitar la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo.
- Establecer procedimientos y mecanismos adecuados para la minimización de riesgos ambientales, para la prevención y mitigación de emergencias ambientales y para a recomposición de los daños causados por la contaminación ambiental.

A la vez, dicha ley postula 10 principios de la política ambiental. Los que mencionamos como más importantes a tener en cuenta para dicho trabajo son:

1. Principio de congruencia: que menciona el hecho de armonizar ente la legislación provincial y municipal con nacional
2. Principio de prevención: consta en prevenir los efectos negativos sobre el ambiente.
3. Principio Precautorio: es el principio de precaución que se establece en el Convenio de Estocolmo.
4. Principio de Progresividad: consta de objetivos ambientales en forma gradual por metas internas y finales de acuerdo a cronograma temporal.
5. Principio de responsabilidad: el generados de efectos degradantes del ambiente actuales y futuros es responsable de los costos de las acciones preventivas y correctivas.
6. Principio de cooperación: Los recursos naturales y los sistemas ecológicos compartidos serán utilizados en forma equitativa y racional. El tratamiento y mitigación de las emergencias ambientales de efectos transfronterizos deben ser desarrollados en forma conjunta.

Es importante mencionar cuales son los seis instrumentos de la política ambiental:

1. Ordenamiento ambiental del territorio
2. Evaluación del Impacto ambiental

3. Sistema de control sobre el desarrollo de las actividades antrópicas
4. Evaluación ambiental
5. Sistema de diagnóstico e información ambiental
6. Régimen económico de promoción de desarrollo sustentable.

El "Ordenamiento ambiental" es tratado en los artículos 9 y 10 de dicha Ley y tiene como objetivo asegurar el uso ambientalmente adecuado de recursos con máximo potencial económico sin degradación del ambiente, teniendo en cuenta aspectos políticos, físicos, sociales, tecnológicos, culturales, económicos, jurídicos y ecológicos.

En los artículos 11, 12 y 13 se trata en concepto de "Evaluación del impacto ambiental" que menciona lo siguiente:

"Toda obra o actividad en el territorio de la Nación que sea susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes o afectar la calidad de vida de la población, en forma significativa, estará sujeta a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental en la que se manifieste la aprobación o rechazo de los estudios presentados".

Es importante mencionar que la Evaluación de impacto ambiental debe ser un procedimiento previo para la toma de decisiones.

El concepto de "Educación ambiental" es tratado en los artículos 14 y 15 de la presente Ley, y establece lo siguiente:

"La educación ambiental constituye el instrumento básico para generar en los ciudadanos, valores, comportamiento y actitudes que seas acordes con un ambiente equilibrado, propendan a la preservación de los recursos naturales y su utilización sostenible, y mejoren la calidad de vida de la población".

En articulo 16 hace referencia a la "Información Ambiental" de la siguiente manera:

"Las personas físicas y jurídicas, públicas o privadas, deberán proporcionar la información que esté relacionada con la calidad ambiental referida a las actividades que desarrollan."

En resumen, la ley general de ambiente contiene los siguientes lineamientos generales:

- Establece objetivos y principios de política ambiental
- Determina los instrumentos de gestión ambiental, las instituciones de gestión ínter jurisdiccional y la competencia judicial ambiental.
- Promueve la Gestión sustentable y ordenada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica.
- Plantea la implementación del desarrollo sustentable.

Gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios (Nº 25612)

Esta es la primera ley de Presupuestos Mínimos dictada por el Congreso de la Nación en el año 2002, la cual reemplazaría a la antigua Ley Nacional sobre Residuos Peligrosos Nº 24051, dictada antes de los años 90 (anterior a la reforma de la Constitución). Esta ley no se encuentra dentro del Decreto Reglamentario, es decir "no esta reglamentada", pero sí parcialmente observada. Esta ley reemplaza la característica peligrosa de un residuo por un término que sus defensores consideran más claro y objetivo que es la actividad que da origen a ese residuo, ya sea industrial como servicios.

Esta es la Ley nacional de presupuestos mínimos de protección ambiental, y como tal rige en todo el país y no necesita adhesión como una ley nacional.

Como se menciono anteriormente, la ley define:

- **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.
- **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.
- **Residuo Industrial**: cualquier elemento, sustancia u objeto en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, obtenido como resultado de un proceso industrial, por la realización de una actividad de servicio, o por estar relacionado directa o indirectamente con la actividad, incluyendo eventuales emergencias o accidentes, del cual su poseedor productor o generador no pueda utilizarlo, se despenda o tenga la obligación legal de hacerlo.

En esta ultima definición se puede ver que se encuentran excluidos los residuos biopatogénicos (para los cuales todavía no hay presupuesto mínimo), domiciliarios, radiactivos y los de operaciones de buques y aeronaves.

El gran problema que tenía la ley es que nunca se pensó al residuo industrial como gaseoso. Por otro lado, ésta piensa un residuo como algo que se puede almacenar.

La ley en cuestión considera que la actividad industrial genera riesgos de producir impacto negativo al ambiente y a los sujetos siendo sus residuos sus principales riesgos. Además considera que la generación de residuos se debe a un proceso de producción o manipulación de bienes y servicios, y dichos residuos no son de libre disposición por implicar riesgo a terceros y al ambiente. En consecuencia, la gestión de residuos debe tender a minimizar la generación de los residuos, efluentes y emisiones, a través de la revisión de los aspectos tecnológicos del proceso así como reusar y reciclar todo lo que sea posible.

La ley introduce el concepto de gestión integral de los residuos industriales, donde todas las etapas de su manejo tienen importancia, son interdependientes y constituyen un sistema.

El objetivo principal es la reducción de la producción de residuos, la promoción del reciclado y reutilización de los mismos y por otra parte que el tratamiento adecuado de los residuos esté lo más cercano a su fuente de generación.

Ley de residuos peligrosos (Nº 24051)

Es conocida como la Ley antecesora a la Ley de residuos industriales (LRI), que se mencionó anteriormente, y por no ser una ley de Presupuestos mínimos. Es nacional, con lo cual requiere de adhesión provincial, y está operativa hasta el momento. Incluye a los residuos biopatogénicos, y regula a los residuos llamados peligrosos de acuerdo a sus constituyentes, corrientes de desechos o características, tal y como lo establece el Convenio de Basilea.

Posee muchas similitudes al Convenio de Basilea, como son la lista de sustancias y productos, identificando materiales potencialmente peligrosos, así como también especifica su recuperación, reciclado y procesos de reutilización. Las personas involucradas en la generación, transporte, tratamiento, estivado, y disposición de residuos peligrosos tienen que estar en un Registro Nacional de Generadores y Operadores y pagar una tasa basada en la cantidad y toxicidad.

Obligaciones de los generadores:

- Inscripción al registro
- Obtención Certificado Ambiental Anual
- Pago de tasa Ambiental Anual
- Disminuir cantidad de residuos generados
- Separar y no mezclar residuos que sean incompatibles
- Envasar los residuos, identificando los recipientes y su contenido
- Entregar los residuos no tratados a los transportistas autorizados con indicación de destino
- Emitir manifiesto y conservar la copia correspondiente
- Llevar un registro de las operaciones permanente rubricado y foliado.

Obligaciones de los transportistas:

De hacer:

- Inscripción en el registro
- Certificado Ambiental Anual
- Póliza de seguro o garantía suficiente para cubrir eventuales daños
- Entregar residuos en los lugares autorizados por el generador en el manifiesto

De no hacer:

- Mezclar residuos peligrosos con otros que no lo son
- Mezclar y transportar residuos incompatibles
- Almacenar residuos por mas de 10 días
- Transportar, transferir o entregar residuos

Obligaciones de los operadores:

- Inscripción en el registro
- Certificado Ambiental Anual
- Llevar un registro de operaciones permanente
- Pago de la tasa Ambiental Anual
- Requisitos (art 34)
- Plantas de disposición final

Esta ley tuvo distintos inconvenientes en su aplicación. Fundamentalmente sufrió reiteradas críticas tanto por parte del sector que debe ser fiscalizado como de aquellos organismos que debían aplicar normas similares a nivel provincial, causando una

relativa adhesión por parte de las provincias y muy bajo nivel de cumplimiento. Es por ello que se quiere realizar la Ley de Presupuestos Mínimos.

Ley de Residuos peligrosos o especiales (Nº 11720)

Esta ley se aplica a la Provincia de Buenos Aires, y es muy similar a la Ley 24051, a diferencia de la presencia de los residuos biopatológicos que dicha ley menciona. La Provincia de Buenos Aires no adhirió a la ley 24051 ya que contiene su propia ley de residuos.

Esta ley promueve el uso de la tecnología apropiada para la gestión y tratamiento de residuos. También incluye la palabra "Especial", atribuida al peligro, debido a: explosivo, inflamable, venenoso o infeccioso, corrosivo o carcinogénico, o reacciona con agua o aire emitiendo químicos tóxicos en cantidades peligrosas. Además, incorpora el concepto de "mejoramiento continuo".

En la Resolución 228/98 menciona el concepto de "Reciclado de Residuos Especiales", explicando cómo el residuo especial utilizado como materia prima en otro proceso es un residuo reciclable, es decir "no especial".

En la Resolución 37/96, 322/98 y 593/00 incorpora el concepto de "**Tratamientos de residuos en el sitio**", proponiendo métodos de tratamiento, presentación de un plan de respuesta de emergencia y brindar soporte para métodos de disposición final. Además, requiere que los generadores mantengan registros diarios de residuos tratados, análisis de contaminación y datos de monitoreo.

La Resolución 1532/06, sobre "Residuos Tóxicos", establece el listado de los mismos cuya prohibición de ingreso al territorio de la Provincia de Buenos Aires se halla consagrada en el artículo 28 de la Constitución Provincial.

Ley de Residuos Peligrosos – CABA (Nº 2214)

Esta ley se aplica a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, y trata sobre la generación, manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos en la capital federal.

Es similar a la Ley 24051, sin incluir los Residuos Patogénicos (Y1) e incorpora los siguientes anexos:

- **ANEXO II: Frases de Riesgo:** Naturaleza de los riesgos específicos atribuidos a sustancias y preparaciones peligrosas.

- **ANEXO III: Propiedades que hacen peligrosos a un residuo**
- **ANEXO IV: Concentraciones de sustancias peligrosas por encima de las cuales un residuo debe considerarse peligroso en función de sus características de peligrosidad** (la ley nacional no lo tiene muy en cuenta)

Otras Leyes de Residuos de la Ciudad de Buenos Aires:

- Ley Nº 154: Residuos Patogénicos. Decreto 1886 (2001). Ley Nº 747: Tratamiento de los Residuos Patogénicos (2002). Decreto 706/05
- Ley Nº 2203: Reglamentación de la gestión, manipulación, esterilización y reposición de la ropa hospitalaria.
- Ley Nº 760: Prohíbase la producción de las sustancias denominadas genéricamente PCBs. Decreto 217 (2003).
- Ley Nº 1854: Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos (2006).
- Ley Nº 2544: Implementación de separación de residuos en instituciones educativas (2007).
- Ley Nº 3147: Fomenta el desarrollo de la producción de bolsas biodegradables (2009).
-

Legislación para Aguas y Efluentes líquidos

Efluentes a cursos nacionales (Decreto 647/89 y Decreto 776/92)

- Fija estándares técnicos y Declaración Anual.
- **Premia a cumplidores de límites máximos.**
- Pena, calculada en base al exceso, para no cumplidores
- Muestreo de efluentes periódico (dos por año).
- Tres categorías de descarga industrial:
    - Temporaria permitida: no brinda beneficios y se intenta reducir a través de planes bianuales.
    - Prohibida: multas o clausura del predio.
    - No autorizada o no registrada: pena máxima.

Ley de Prestación del Servicio de provisión de agua potable y colección de desagües cloacales (Nº 26221)

La ley establece que la concesionaria debe verter efluentes cloacales conforme a los parámetros establecidos en el presente Marco Regulatorio (Anexo B) y proponer los planes que permitan ejecutar las acciones y obras que contemplen su tratamiento (art 17).

El artículo 17 establece el concepto de efluentes industriales:

- Los efluentes industriales serán obligatoriamente vertidos a la red cloacal operada por la Concesionaria cuando cumplan con las normas establecidas en el presente Marco Regulatorio y Normas Nacionales aplicables, con las excepciones que establezca la autoridad de aplicación a solicitud de los usuarios.
- La Concesionaria podrá denegar la conexión de desagües industriales a la red cloacal, cuando no exista capacidad hidráulica de transporte y de evacuación de las instalaciones existentes o capacidad de depuración.
- Los efluentes industriales deberán ajustarse a las normas aplicables relativas a al calidad, concentración de sustancias y volumen de acuerdo a lo indicado en el Anexo B del presente Marco Regulatorio.

	DESAGÜES A CUENCAS (1)	DESCARGA A CUERPO RECEPTOR (2) SIN TRATAMIENTO	CON TRATAM. PRIMARIO	CON TRATAM. SECUNDAR. (3)
pH	5,5 - 10	6,5 - 8	6,5 - 8	6,5 - 8
SSEE	100 mg/l	100 mg/l	100 mg/l	100 mg/l
Sulfuros	1 mg/l	-	-	1 mg/l
Temperatura	45°	45°	45°	45°
DBO (sobre muestra bruta)	200 mg/l	300 mg/l	180 mg/l	30 mg/l
DQO				125 mg/l
Oxigeno consumido del KMnO4 (sobre muestras bruta)	80 mg/l	120 mg/l	70 mg/l	
MES				35 mg/l
Cianuros totales	1 mg/l	1 mg/l	1 mg/l	1 mg/l
Cianuros destructibles por cloración	0,1 mg/l	0,1 mg/l	0,1 mg/l	0,1 mg/l
Hidrocarburos Totales	50 mg/l	100 mg/l	100 mg/l	50 mg/l
Cromo III	2 mg/l	2 mg/l	2 mg/l	2 mg/l
Cromo VI	0.2 mg/l	0.2 mg/l	0.2 mg/l	0.2 mg/l
SRAO detergentes	5 mg/l	5 mg/l	5 mg/l	3 mg/l
Cadmio	0,1 mg/l	0,1 mg/l	0,1 mg/l	0,1 mg/l
Plomo	0,5 mg/l	0,5 mg/l	0,5 mg/l	0,5 mg/l
Mercurio	0,005 mg/l	0,005 mg/l	0,005 mg/l	0,005 mg/l
Arsénico	0,5 mg/l	0,5 mg/l	0,5 mg/l	0,5 mg/l
Sustancias Fenólicas	0,5 mg/l	0,5 mg/l	0,5 mg/l	0.05 mg/l(4)
Plaguicidas y herbicidas	-	Los mismos limites que para el agua de captación	Los mismos limites que para el agua de captación	Los mismos limites que para el agua de captación

(1) Control a cargo de la Concesionaria.

(2) Control a cargo del Ente Regulador.

(3) Deben cumplirse el 90% de las muestras.

(4) Vertidos en un radio no menor a 5 km. de una toma de agua para bebida.

Imagen 4. Normas para desagües cloacales (ANEXO B - Ley 26221)

Norma ISO 14000

Es una Norma Internacional que especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental, permitiéndole a una organización desarrollar e implementar una política y objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y la información sobre los aspectos ambientales significativos. Su intención es que sea aplicable a todos los tamaños de organizaciones, y también para ajustarse a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales. El éxito del sistema depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización, especialmente de la alta dirección. Un sistema de este tipo permite a una organización desarrollar una política ambiental, establecer objetivos y procesos para alcanzar los compromisos de la política, tomar acciones necesarias para mejorar su rendimiento y demostrar conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Internacional. El objetivo de la Norma es apoyar la protección ambiental y la prevención de la contaminación en equilibrio con las necesidades socioeconómicas.

Sustentos de la Norma con el Proyecto

Hay varios requisitos de la Norma ISO 14000 que sustentan a la implementación del proyecto en cuestión, donde su implementación y seguimiento ayudarán a obtener resultados efectivos, alineados y organizados.

Dentro de ellos se pueden mencionar los siguientes:

Generales

La norma establece que la organización debe documentar, implementar, establecer, mantener, mejorar continuamente el sistema de gestión ambiental. Por lo que desarrollar un proceso de tratamiento de residuos será una notable mejora que la empresa establecerá.

Política ambiental

Dentro de este requisito se contempla el compromiso de mejora continua y prevención tomado por la alta dirección de la empresa pyme, cumpliendo con lo requerido por la Norma y demostrando así el alto grado de responsabilidad de la organización.

Implementación y operación

Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad

Establece que la dirección debe asegurarse de la disponibilidad de recursos esenciales para establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión ambiental. Estos incluyen los recursos humanos y habilidades especializadas, infraestructura de la organización y los recursos financieros y tecnológicos.

De esta forma las empresas se alinearán a este requisito debido a que estarán implementando un nuevo sistema de tratamiento que requerirá gente capacitada con habilidades pertinentes y un sector con infraestructura adecuada para que los efluentes sean tratados con efectividad. Es importante mencionar que tendrá que invertir una cantidad de dinero para poder llevar a cabo el proyecto.

Además la dirección deberá designar uno o mas representantes para realizar lo siguiente:

- Asegurarse de que el sistema de gestión ambiental se establece, implementa y mantiene de acuerdo con los requisitos de esta Norma.
- Informar a la alta dirección sobre el desempeño del sistema de gestión ambiental para su revisión, incluyendo las recomendaciones de mejora.

Competencia, formación y toma de conciencia

También la organización deberá asegurarse que cualquier persona que realice tareas para ella o a su nombre, que potencialmente podrá causar uno o varios impactos ambientales significativos identificados por la organización, sea competente tomando como base una educación, formación o experiencia adecuadas, y debe mantener los registros asociados.

La organización deberá identificar las necesidades de formación relacionadas con sus aspectos ambientales y su sistema de gestión ambiental. Por lo que debe brindar formación o emprender otras acciones para satisfacer estas necesidades, y también debe mantener los registros asociados.

En cuanto a la concientización de los empleados, la empresa debe establecer y mantener uno o varios procedimientos para que sus empleados o personas que trabajen con ella tomen conciencia de:

- La importancia de la conformidad de la política ambiental, los procedimientos y requisitos del sistema de gestión ambiental;
- Los aspectos ambientales significativos, los impactos relacionados reales o potenciales asociados al trabajo y los beneficios ambientales de un mejor desempeño personal;
- Sus funciones y responsabilidades en el logro de la conformidad con los requisitos del sistema ambiental;
- Las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados.

Comunicación

En relación con sus aspectos ambientales y su sistema de gestión ambiental, la organización debe implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- la comunicación interna entre los diversos niveles y funciones de la organización;
- recibir, documentar y responder a las comunicaciones pertinentes de las partes interesadas externas.

Documentación

La documentación del sistema de gestión ambiental debe incluir los siguientes puntos:

a. la política, objetivos y metas ambientales;
b. la descripción del alcance del sistema de gestión ambiental;
c. la descripción de los elementos principales del sistema de gestión ambiental y su interacción, así como la referencia a los documentos relacionados;
d. los documentos, incluyendo los registros en esta Norma Internacional;
e. los documentos, incluyendo los registros determinados por la organización como necesarios para asegurar la eficacia de la planificación, operación y control de procesos relacionados con sus aspectos ambientales significativos.

Control de documentos

Debe haber un control de los documentos requeridos por el sistema de gestión ambiental y por la norma internacional.

Por lo que la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

a. aprobar los documentos con relación a su adecuación antes de su emisión;
b. revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario, y aprobarlos nuevamente;
c. asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos;
d. asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables están disponibles en los puntos de uso;
e. asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables;
f. asegurarse de que se identifican los documentos de origen externo que la organización ha determinado que son necesarios para la planificación y operación del sistema de gestión ambiental y se controla su distribución
g. prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

Control operacional

La organización debe identificar aquellas operaciones que están asociadas con los aspectos ambientales significativos identificados, de acuerdo con su política ambiental, objetivos y metas, con el objeto de asegurarse de que se efectúan bajo las condiciones especificadas, mediante:

a. el establecimiento, implementación y mantenimiento de uno o varios procedimientos documentados para controlar situaciones en las que su ausencia podría llevar a desviaciones de la política, los objetivos y metas ambientales.
b. el establecimiento de criterios operacionales en los procedimientos.
c. el establecimiento, implementación y mantenimiento de procedimientos relacionados con aspectos ambientales significativos identificados de los

bienes y servicios utilizados por la organización, comunicación de los procedimientos y requisitos aplicables a los proveedores, incluyendo contratistas.

Preparación y respuesta ante emergencias

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para identificar situaciones potenciales de emergencia y accidentes potenciales que pueden tener impactos en el medio ambiente y como responder ante ellos.

La organización debe responder ante situaciones de emergencia y accidentes reales y prevenir o mitigar impactos ambientales adversos asociados.

La organización debe revisar periódicamente, y modificar cuando sea necesario sus procedimientos de preparación y respuesta ante emergencias, en particular después de que ocurran accidentes o situaciones de emergencia.

La organización también debe realizar pruebas periódicas de tales procedimientos, cuando sea factible.

Verificación

Seguimiento y medición

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para hacer el seguimiento y medir de forma regular las características fundamentales de sus operaciones que pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente. Los procedimientos deben incluir la documentación de la información para hacer el seguimiento del desempeño, de los controles operacionales aplicables y de la conformidad con los objetivos y metas ambientales de la organización.

La organización debe asegurarse de que los equipos de seguimiento y medición se utilicen y mantengan calibrados o verificados, y se deben conservar los registros asociados.

Evaluación del cumplimiento legal

En coherencia con su compromiso de cumplimiento, la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para evaluar periódicamente el cumplimiento de los requisitos legales aplicables.

La organización debe mantener lo registros de los resultados de las evaluaciones periódicas.

Control de registros

La organización debe establecer y mantener los registros que sean necesarios, para demostrar la conformidad con los requisitos de su sistema de gestión ambiental y de la Norma ISO 14000, y para demostrar los resultados logrados.

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros.

Los registros deben ser y permanecer legibles, identificables y trazables.

Auditoria interna

La organización debe asegurarse de que las auditorias internas del sistema de gestión ambiental se realizan a intervalos planificados para determinar si el sistema de gestión ambiental:

a. es conforme con las disposiciones planificadas para la gestión ambiental, incluidos los requisitos de la Norma ISO 14000.
    a. se han implementado adecuadamente y se mantiene
    b. proporcionar información a la dirección sobre los resultados de las auditorias .
b. La organización debe planificar, establecer, implementar y mantener programas de auditoria, teniendo en cuenta la importancia ambiental de las operaciones implicadas y los resultados de las auditorias previas.
c. Se debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos de auditoria que traten sobre:
    a. las responsabilidades y los requisitos para planificar y realzar las auditorias, informar sobre los resultados y mantener los registros asociados.

b. la determinación de los criterios de auditoria, su alcance, frecuencia y métodos.

Revisión por la dirección

La alta dirección debe revisar el sistema de gestión ambiental de la organización, a intervalos planificados, para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas. Estas revisiones deben incluir la evaluación de oportunidades de mejora y la necesidad de efectuar cambios en el sistema de gestión ambiental, incluyendo la política ambiental, los objetivos y las metas ambientales. Se deben conservar los registros de las revisiones por la dirección.

Conclusión

Al implementar este proceso, la empresa no solo estará beneficiándose económicamente, sino que también al implementarlo, la misma estará cubriendo aspectos importantes que marca la Norma Internacional ISO 14000.

Organismos de apoyo a Pymes

En la introducción se mencionó la importancia que constituye la capacidad de las regulaciones ambientales para estimular el cambio en lo que respecta al cuidado ambiental, así también como el apoyo que distintos organismos le puedan brindar a la aplicación de éstas metodologías. Sin embargo el carácter débil que éste cambio tiene en la Argentina no se debe a la ausencia de estas regulaciones ambientales sino a la severa crisis financiera que las pymes tienen en casi todos los países de Latinoamérica.

Un organismo gubernamental que subsidia este tipo de proyectos es el FONTAR (Fondo Tecnológico Argentino), administra recursos de distinto origen, tanto públicos como privados. Financia proyectos de innovación a través de distintos instrumentos que se implementan por medio del proceso de Convocatorias Públicas o Ventanilla Permanente.

Teniendo en cuenta que este ente financiaría gran parte del proyecto (al menos el 50%), las empresas que lo quieran implementar tendrán un gran beneficio monetario además del cambio de Imagen ante los posibles clientes.

Otra herramienta que brinda el Ministerio de Industria es el Nexo Pyme, esta permite conectar los proyectos de inversión de las empresas con la oferta de créditos a

la inversión productiva que los bancos realizan en el marco de las nuevas medidas tomadas por el Gobierno Nacional en materia de financiamiento pyme.

Por último, las industrias que forman parte de la cuenca Matanza Riachuelo cuentan con el apoyo de ACUMAR. La Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR), a través de la Resolución Nº 874/2011, otorga Aportes No Reembolsables (ANR) de hasta $100.000 a Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs) que deban reconvertir sus procesos productivos, en el marco del Plan Producción Limpia para Todos (PPLT). El objetivo del PPLT es lograr que todas las MiPyMEs tengan la posibilidad de modificar sus procedimientos industriales para mitigar los impactos ambientales negativos y adaptarse a las normas dispuestas por la ACUMAR. Pueden acceder a los ANR las empresas que presenten un Plan de Reconversión Industrial (PRI) para adecuar sus tecnologías a una producción limpia.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta a la hora de realizar una línea de tratamiento es conocer qué se quiere tratar.

En el caso particular de la Pyme que estamos analizando, el residuo principal es Tricloroetileno (TCE), una sustancia química de síntesis que se presenta en forma de líquido incoloro no inflamable, de gusto y olor dulce.

A continuación se establecen los datos generales del compuesto químico en cuestión:

Nombre (IUPAC) sistemático	
Tricloroeteno	
General	
Otros nombres	1,1,2-Tricloroeteno, 1,1-Dicloro-2-Cloroetileno, 1-Cloro-2,2-Dicloroetileno, Tricloruro de acetileno, TCE, Tretileno, Tricleno, Tri, Trimar, Trileno
Fórmula molecular	C_2HCl_3
Propiedades físicas	
Estado de agregación	Líquido
Apariencia	Incoloro
Densidad	1.460 kg/m^3; 1.46 g/cm^3
Masa molar	131.4 g/mol
Punto de Fusión	200 K (-73 °C)
Punto de Ebullición	360 K (87 °C)
Índice de Refracción	1.4777 a 19.8°C
Peligrosidad	
Temperatura de autoignición	693 K (420 °C)
Riesgos	
Nocivo en la ingesta e inhalación	

Tabla 4. Datos Generales del TCE

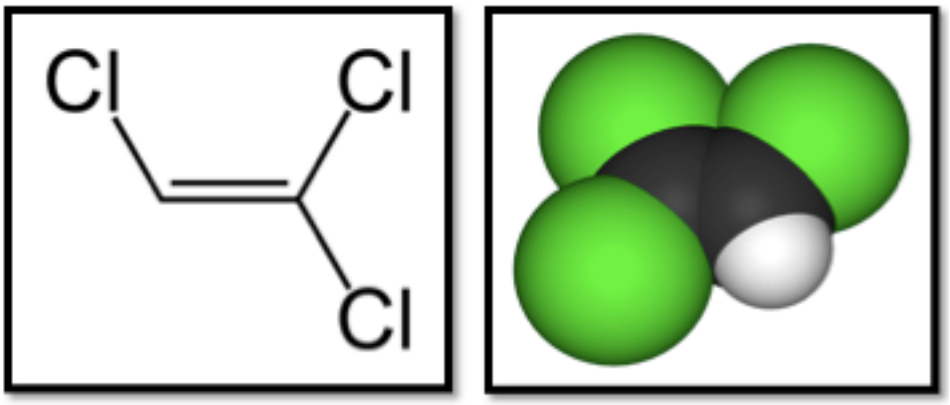


Imagen 5. Forma molecular del TCE

Anteriormente se mencionó que dicho compuesto químico se usa principalmente como solvente para eliminar grasa, como el caso del aceite, de partes metálicas, aunque también es un ingrediente en adhesivos, líquidos para remover pintura y para corregir escritura a máquina y quitamanchas.

El TCE es una sustancia sintética, ya que no se produce naturalmente en el medio ambiente. Sin embargo, se ha hallado en aguas subterráneas y superficiales como residuo acumulado de la actividad humana de su manufactura, uso y disposición. La realidad es que poco TCE se disuelve en agua, pero puede permanecer por largo tiempo en aguas subterráneas. Debido a su rápida evaporación se encuentra corrientemente como vapor en el aire. Puede adherirse a partículas y permanecer en el suelo por mucho tiempo.

Toda empresa responsable se preocupa por la salud de sus empleados. Aquí es donde entra en juego la necesidad de la implementación de conceptos de Higiene y Seguridad. Es por ello que es importante saber como su manufactura, uso y disposición puede repercutir en sus empleados. El TCE es cancerígeno[4], tomar o respirar niveles altos de este compuesto puede producir efectos al sistema nervioso, daño al hígado y al pulmón, latido anormal del corazón, coma y posiblemente la muerte.

Las personas pueden verse expuestos de la siguientes maneras:

- Respirando aire en viviendas, o alrededor de ellas, que han sido contaminadas con vapores de TCE provenientes del agua de ducha o de productos caseros como por ejemplo el “quitamanchas”.
- Al tomar, nadar o ducharse en agua contaminada con este compuesto químico.

[4] La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) ha determinado que el TCE es probablemente carcinogénico en seres humanos.

- Al ponerse en contacto con tierra contaminada con TCE, como puede ocurrir cerca de sitios donde se desechan sustancias peligrosas.
- Por contacto de la piel.
- Respirando aire contaminado durante la manufactura de TCE
- Mediante la utilización en el trabajo para remover pintura o grasa de la piel o de herramientas.

Generación del Tricloroetileno

Luego de realizar la producción, los resortes quedan con un gran contenido de aceite debiendo ser limpiados con un enjuague de Tricloroetileno (TCE). Los resortes son trasladados desde la máquina que los produce hacia el sector de limpieza, donde se encuentran los recipientes de alambre de acero inoxidable en el que se depositan los resortes para ser luego colocados en la máquina lavadora. Es importante destacar que el operario que se encargue de realizar el traslado debe tomar las precauciones necesarias.

Una vez superadas las etapas de desengrase, limpieza y vapor que se producen en la máquina, se obtienen resortes limpios y libres de aceite aptos para uso medicinal (utilizados para la fabricación de dispensers) .

Imagen 6. Máquina de lavado de resortes

Imagen 7. Máquina de Proceso de Lavado

Finalmente, la mezcla de TCE con aceite proveniente de los resortes se deposita en los tachos de 200 litros., siendo posteriormente recolectados por una empresa que tratara estos residuos peligrosos.

Consideraciones necesarias para la instalación del tratamiento de efluentes

Luego de reutilizar el TCE una determinada cantidad de veces, se lo debe retirar de la máquina lavadora de resortes. Este proceso se debe realizar mediante el vertido del mismo en tanques de 200 litros. Una vez que el efluente se encuentra en estos tanques, se deben seguir los siguientes procedimientos para el traslado del mismo al sector de tratamiento:

1. Verificar que el tambor de 200 litros de TCE utilizado se encuentre debidamente cerrado e identificado con su correspondiente etiqueta.
2. Colocar cuidadosamente el tambor de 200 litros sobre la carreta porta tambor y asegurarla con el aro de seguridad.
3. Colocarse la máscara de seguridad y asegurarse de llevar el kit para contención de derrames.

4. Trasladar cuidadosamente el tambor con TCE sucio hasta el área de disposición final (ubicado dentro del sector de disposición final -recinto frente al portón de expedición-).
5. Si durante el traslado se produjera el vuelco con vertido de producto al suelo, proceder de acuerdo al Plan de Emergencia establecido.

Cabe mencionar que estos procedimientos deben estar en el "Manual de Procedimientos" donde se establece el movimiento de los residuos generados en la planta.

A continuación se presentan las imágenes correspondientes a la máquinaria utilizada para el proceso de lavado de resortes y a los tanques de 200 litros donde se aloja el TCE sucio:

Imagen 8. Tanques contenedores de TCE

SOLUCIONES PROPUESTAS

Se procedió a la evaluación de distintas alternativas para tratar los efluentes dentro de la Pyme en cuestión, mediante la búsqueda de artículos científicos relacionados con el tratamiento del Tricloroetileno en efluentes industriales.

Los tratamientos del TCE estudiados se mencionan a continuación:

Adsorción del TCE en carbón activado

El artículo **"Experimental and statistical analysis of trichloroethylene adsorption onto activated carbon"** [Andreozzi *et all*, 2009] propone implementar carbón activado granular como medio adsorbente de TCE. La adsorción se trata de un fenómeno superficial que toma lugar en los poros del carbón, mediante el cual las moléculas de TCE interactúan con los mismos quedando alojadas en dichos intersticios.

Por otro lado, con el objetivo de que la operación mencionada sea efectiva, se deben remover otras sustancias presentes en el efluente, como grasas y aceites, que provienen de la limpieza de la máquinaria, y pueden interferir con el proceso de adsorción del TCE, bloqueando los sitios activos del carbón activado. Como consecuencia, se propone implementar un tratamiento de flotación de grasas y aceites aguas arriba de la adsorción a fin de eliminarlas del efluente previamente. Para ello se utiliza un recipiente que aporta un cierto tiempo de residencia, con el objetivo de que las grasas floten (el proceso puede acelerarse mediante burbujeo de gas por el fondo). El fluido de tope, entonces, se descarga a un recipiente contiguo mediante barrido (en inglés "skimming").

A continuación se muestra un recipiente con sistema de barrido de flotantes:

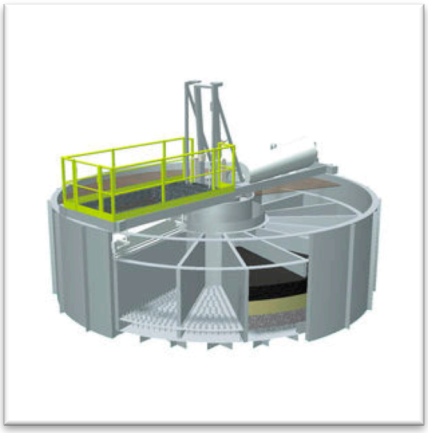


Imagen 9. Recipiente con barrido de flotantes por tope

Luego del barrido de flotantes se procede entonces al tratamiento por adsorción mediante el filtro de carbón activado. Una vez llegado a un cierto valor de saturación en operación continua, el filtro no admite más contenido de TCE y debe regenerarse. Sin embargo, esta regeneración implica nuevamente adsorber el TCE en una sustancia con mayor afinidad química que aquella que presenta con el carbón activado. Como consecuencia, el TCE no se degrada en otra sustancia más simple y menos contaminante, si no que se "transporta" mediante el proceso de adsorción de una sustancia a otra. Este tratamiento sería efectivo para aguas subterráneas contaminadas, donde el objetivo principal es separar el TCE de las napas de agua y frenar la pluma de contaminación hacia otros acuíferos. Sin embargo, no se recomienda esta opción para el caso industrial en estudio puesto que se busca transformar el TCE en un producto no contaminante o, en última instancia, en un producto con menor impacto ambiental.

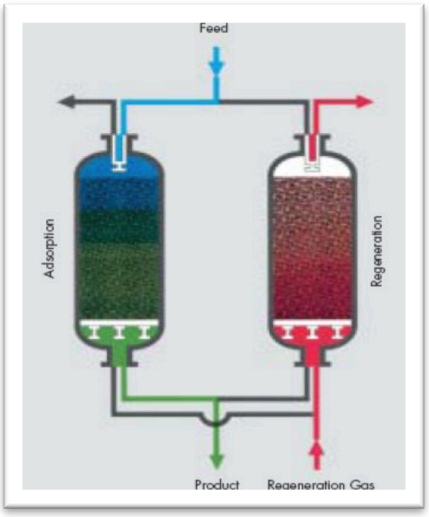


Imagen 10. Esquema descriptivo del funcionamiento del filtro de carbón activado. Se colocan dos filtros en paralelo, mientras uno se utiliza para la filtración propiamente dicha, el otro se encuentra en proceso de regeneración hasta que se alcance el valor de saturación del primer mencionado, momento en el cual se cambia la operación entre ellos.

A continuación se presenta un diagrama de cañerías e instrumentos de un esquema de filtración por adsorción en carbón activado:

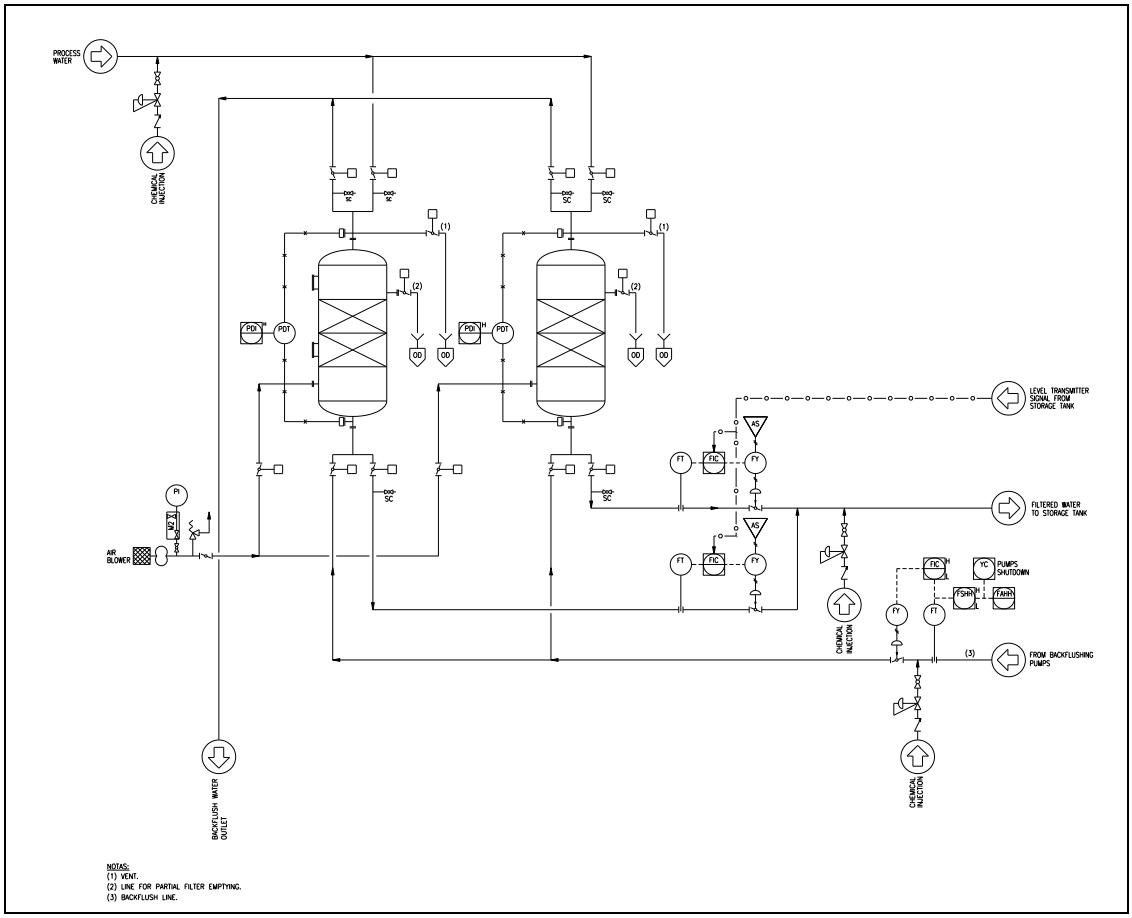


Imagen 11. Diagrama de cañerías e instrumentos de filtración por adsorción en carbón activado

A continuación se establece una tabla señalando las principales ventajas y desventajas de éste tratamiento:

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Adsorción del TCE en carbón activado	MP Fácil de conseguir	Mano de obra especializada
	Proceso rápido	Altos costos
	Robusto y durable	Baja efectividad
		Proceso mas complejo

Tabla 5. Ventajas y Desventajas de la Adsorción en carbón activado

Reducción de TCE mediante un biofiltro de tres fases

Para el tratamiento de los efluentes industriales el método en cuestión utiliza un reactor con biofiltro donde se realiza la reducción y eliminación de compuestos orgánicos volátiles (VOC) como por ejemplo el tolueno y el TCE [Das *et all*, 2010]. Para poder realizar este proceso es necesario utilizar un biofiltro de lecho percolador utilizando una cepa pura de pseudomonas putida (NCIM2650) en forma inmovilizada. Esta última es una de las cepas de mayor interés industrial entre las bacteria del género Pseudomonas, ya que unido a su potencial de degradación de compuestos aromáticos y xenobióticos, presenta la capacidad de colonizar el sistema radicular de plantas, formar biopelículas y de ser manejable desde el punto de vista genético.

Para realizar el experimento se procede a la toma de 2 muestras de distintas concentraciones, una baja de 0,2 a 20g/m3 (primera etapa) y otra de concentración mas alta de 10 a 20g/m3 (segunda etapa), de esta forma se puede determinar la velocidad de eliminación de los VOC a través del uso de un biofiltro.

Luego para poder eliminar el TCE es necesario el agregado de P. Putida (tercera etapa) y además una enzima oxigenada que se propagará mediante la inducción de sustratos exógenos como el tolueno. Esto es porque la pseudomona P. Putida degrada fortuitamente el TCE, es decir, la aceptación del TCE esta necesariamente vinculada a la producción de una enzima que puede aceptar TCE como un sustrato provisional.

La complejidad del método a llevar a cabo y los elevados costos que conllevan la instalación, la capacitación y puesta en marcha de un biofiltro bajo estas condiciones, atentan contra la viabilidad del método como modelo de aplicación para la línea de tratamiento que se desea instalar. En consecuencia este método es descartado.

A continuación se establece una tabla señalando las principales ventajas y desventajas de éste tratamiento:

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Reducción del TCE con biofiltro	Pequeñas dimensiones	Mano de obra especializada
	Proceso rápido	Altos costos iniciales
	Materiales durables	Mantenimiento complejo

Tabla 7. Ventajas y Desventajas de la Reducción de TCE con biofiltro

Digestión Anaeróbica del TCE en aguas contaminadas a 37ºC-15ºC

El artículo **"Temperature dependent (37-15°C) anaerobic digestion of a thrichloethylene-contaminated wastewater"** [Siggins *et all*, 2011] propone implementar un Bioreactor con *lodo activado* (comunidad microbiana) de estructura granular expandida (EGSB). La degradación del TCE se lleva a cabo mediante digestión por parte de bacterias anaeróbicas, que proliferan en ausencia de oxígeno, por ejemplo *Methanosaeta* o *Methanobacterium beijingense*. Este tratamiento tiene la ventaja, con respecto a un tratamiento aeróbico, que solo un bajo porcentaje de la materia orgánica en el efluente es convertida en nuevas células bacterianas, ya que la mayor parte se convierte en dióxido de carbono y metano. Por otro lado, esta materia viva se va adaptando a la presencia de TCE en el efluente.

Para el correcto funcionamiento del mismo, la temperatura de operación debe ser de 37°C, obteniéndose mediante digestión anaeróbica un 88% de remoción de COD (*chemical oxygen demand,* que representa los compuestos que las bacterias consumen para su metabolismo) y un 99% de remoción de TCE (la concentración máxima estudiada en el reactor es de 60 mg/L de TCE en la entrada).

La digestión anaeróbica produce *declorinación reductiva* sucesiva del TCE (que presenta tres átomos de cloro en su estructura), producto del metabolismo de la comunidad microbiana. En primer lugar se produce cis-1,2 DCE (que contiene dos átomos de cloro) y como no hay prolongada acumulación de este compuesto en el bioreactor, se supone que la declorinación avanza mas allá del DCE.

Se deben agregar componentes adicionales al efluente para que actúen como nutrientes (ácido acético, ácido propiónico, acido butírico, etanol). Cabe la posibilidad de necesitar sustancias que actúen como *buffer*, es decir, ayuden a mantener el pH constante.

El lodo activado puede comprarse en forma de bacterias disecadas o puede conseguirse por pedido a una planta de tratamiento de efluentes que ya contenga un tratamiento anaeróbico.

Con respecto al producto obtenido, el reactor tiene una salida de gas metano (CH4) que puede utilizarse como combustible en alguna otra parte de la planta o venderse como tal debido a su alto poder calorífico. Cabe destacar que hay costos energéticos de mezcla y calentamiento que permiten favorecer el contacto entre lodo activado y materia orgánica a digerir y favorecer la actividad metabólica.

A continuación se puede apreciar el esquema del tratamiento en cuestión, en un digestor de dos etapas:

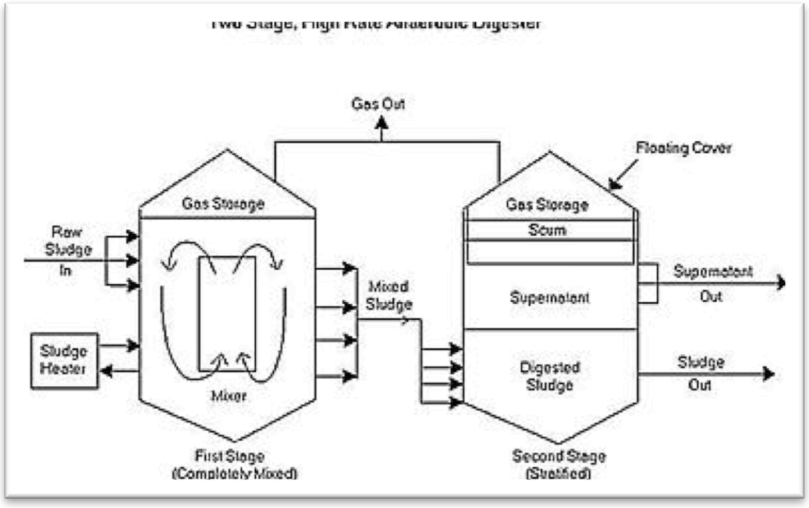


Imagen 12. Esquema Tratamiento de Lodos con digestor en dos etapas

En una primera etapa, el lodo activado es mezclado y calentado para aumentar la tasa de digestión. Los tiempos típicos de residencia se encuentran entre 10 y 15 días. Los compuestos orgánicos complejos, como grasas, son biológicamente convertidos en compuestos más simples, como ácidos grasos. Las bacterias que llevan a cabo este proceso se denominan *formadoras de ácido* y son relativamente tolerantes a cambios en la temperatura y en el pH.

En la segunda etapa, las bacterias *formadoras de metano* convierten lentamente los ácidos orgánicos en dióxido de carbono, metano y otros productos estables. Estas bacterias son sensibles a la temperatura, pH, toxinas y oxígeno. Por ello, no se utiliza ni mezclado ni calentamiento. Si las condiciones ambientales no son las adecuadas, la tasa a la cual realizan la conversión disminuye y los ácidos grasos comienzan a acumularse, disminuyendo el pH e inhibiendo a las *formadoras de metano*. Cuando esto ocurre, se debe agregar cal de manera de aumentar el pH y volver a estado operativo (aquel que permite llevar a cabo la reacción satisfactoriamente). Por otro lado, es probable que se utilice una tapa flotante para acomodar el volumen variable de gas a almacenar. Es en esta etapa donde ocurre la estratificación que permite la separación de líquidos, sólidos y gas. Dichos estratos se describen a continuación:

- *Sludge Out*: salida de lodo activado digerido, en su mayor parte líquido. Los sólidos han sido digeridos, por lo que posee poco olor. Con el objetivo de secar este producto, se bombea el mismo a *camas de secado* donde la evaporación remueve el agua. Otros métodos de secado podrían ser centrífugas o filtros prensa. El lodo activado digerido y secado es potencialmente útil como fertilizante de suelos. Sin embargo, también puede ser transportado y llevado a disposición final en rellenos sanitarios.

- *Supernatant Out:* salida de sobrenadante, es decir, efluente con menor carga de TCE o sin TCE en el mejor de los casos.
- *Gas Out:* gas en un 60% metano, a utilizarse como combustible para venta o uso dentro de la planta.

En síntesis, las reacciones involucradas son:

Imagen 13. Reacciones involucradas en el proceso de digestión anaeróbica

Si se desean disminuir costos y se puede entregar el sobrenadante con mayor carga orgánica se puede implementar un único recipiente (la eficiencia de separación entre el lodo activado y el sobrenadante es en este caso menor):

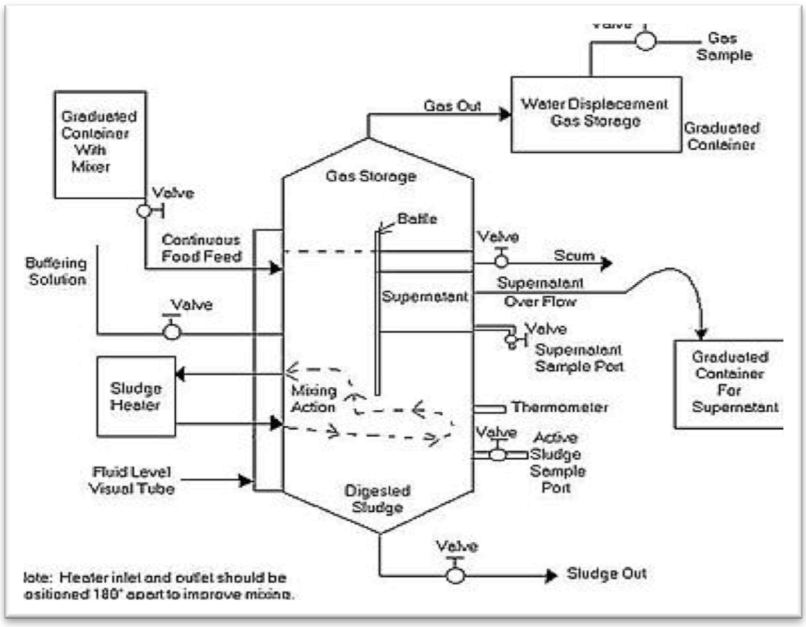


Imagen 14. Esquema tratamiento de lodos con digestor en una etapa

Se considera que, empleando un digestor en una etapa o dos, se debe agregar un recipiente aguas arriba del tratamiento biológico para precipitar aquellos sólidos de

tamaño grueso y flotar las grasas. Se podría emplear entonces un recipiente con barrido de flotantes por tope y una salida de sólidos por fondo, similar al descripto para el artículo “Análisis experimental y estadísticos de la adsorción del TCE en carbón activado”.

Por otro lado, siendo el efluente de 200 L/mes, debe considerarse qué otro efluente puede agregarse a la línea de tratamiento para juntar un volumen mayor y operar de manera continua. Podría analizarse juntarse con otras compañías que quieran también tratar su efluente (de esta manera no hay necesidad de alimentar las bacterias con sustratos de metabolismo adicionales, si se tratara de un efluente único saturado en TCE, se deben agregar dichos sustratos y diluir el efluente), o bien pensar en una línea de tratamiento pequeña (que tiene la desventaja de soportar menos los cambios en el efluente (concentración, temperatura, caudal, etc.).

La necesidad de aumentar la cantidad de efluente o reducir el tratamiento a uno pequeño surge también porque los bioreactores no se operan de manera *Batch*, si no de forma continua (el tiempo de puesta en marcha para lograr una operación en estado estacionario es prolongado, cada vez que se para el reactor los microorganismos entran en una etapa antropófaga y luego mueren).

A continuación se establece una tabla señalando las principales ventajas y desventajas de éste tratamiento:

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Digestión Anaeróbica del TCE	Tratamiento económico	Bacterias sensibles, requieren constante atención
	Reutilización de Subproductos	Necesidad de Tratamiento continuo, sin paradas
	Poco espacio requerido	Mantenimiento continuo
	Procedimiento sencillo	Requerimientos elevados para el correcto funcionamiento
	Rápido y efectivo	

Tabla 8. Ventajas y Desventajas de la digestión Anaeróbica del TCE

Una vez realizado el estudio de los tres métodos para el tratamiento del TCE, se establece a modo de síntesis la siguiente tabla comparativa:

	Adsorción en Carbón Activado	Reducción con Biofiltro	Digestión Anaeróbica
Viabilidad económica			✔
Reutilización de subproductos			✔
Dimensiones aceptables	✔	✔	✔
Mantenimiento Continuo	✔	✔	✔
Mano de Obra Especializada	✔	✔	
Altos costos iniciales	✔	✔	
Efectividad del proceso		✔	✔
Complejidad operativa	✔	✔	
Operación continua			✔

Tabla 9. Tabla comparativa de los métodos estudiados

Comparando las distintas alternativas se puede observar que el tratamiento del TCE mediante la digestión anaeróbica resulta ser el más factible, ya que no requiere costos iniciales tan elevados como los otros métodos, favoreciendo la viabilidad económica. Por otro lado la continuidad operacional de este método genera mayores costos de mantenimiento y de operación, pero posibilita la generación de subproductos que, a diferencia de los otros métodos, podrían ser reutilizables o comercializables. Además, resulta ser un método efectivo ya que elimina casi en su totalidad el TCE, y no requiere de mano de obra especializada para su operación como en los otros casos. Por último, las dimensiones de la maquinaria a utilizar no son demasiado importantes, con lo cual se requiere de espacio disponible en la planta para realizar la instalación en cuestión. Dicho espacio se ubica en el "Depósito 1" de la planta (ver "Lay Out de Planta") abarcando una superficie aproximada de 40 m^2. La instalación de la línea de tratamiento incluye la incorporación de un enrejado para realizar el secado natural del lodo activado que se purga, con lo cual se opto estratégicamente por el "Depósito 1" debido a la cercanía al patio interno que se encuentra abierto al aire libre, donde se ubicaría dicho enrejado.

La instalación de la línea debe estar a cargo de un ingeniero químico u ambiental, el cual será responsable del correcto funcionamiento de la misma. La instalación en si consta de dos bioreactores con camisa de acero inoxidable de 400 L de capacidad cada uno, un "Oil Skimmer", un recipiente de acero inoxidable de 2000 L de capacidad, cañerías de acero inoxidable para las conexiones entre los elementos de la línea y un generador eléctrico de 900W para el aprovechamiento del Biogás.

Lay-Out de Planta

A continuación se establece el recorrido que tendrá el TCE dentro de la planta y donde se ubicará el sector para el tratamiento de los efluentes.

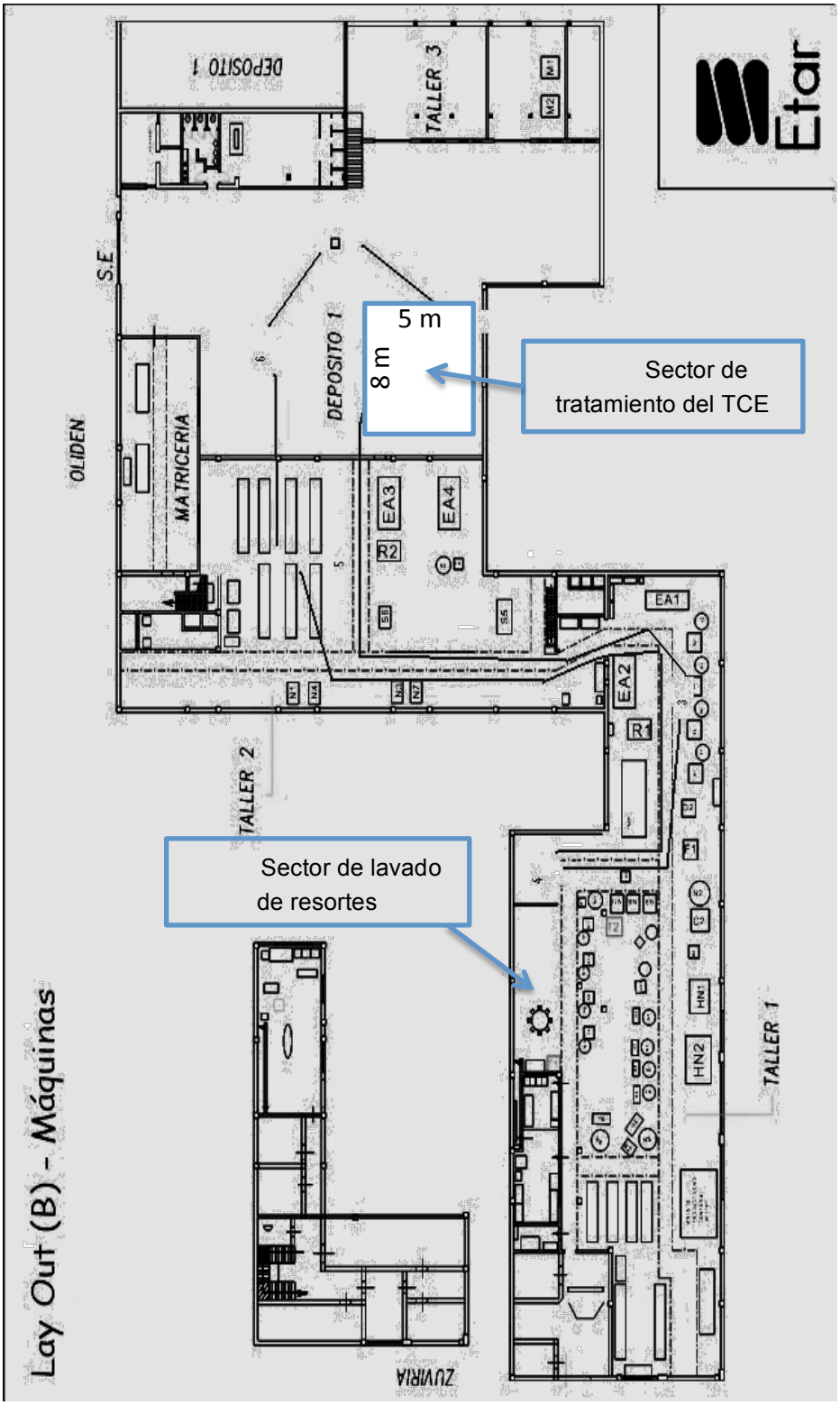


Imagen 15. Lay Out de Planta

Balance de masa

A continuación se muestra un esquema del tipo “caja negra”, que es útil para realizar una estimación del balance de masa ; donde se engloba el sistema de los dos bioreactores, por lo que se considera únicamente las corrientes de entrada y salida de dicho sistema.

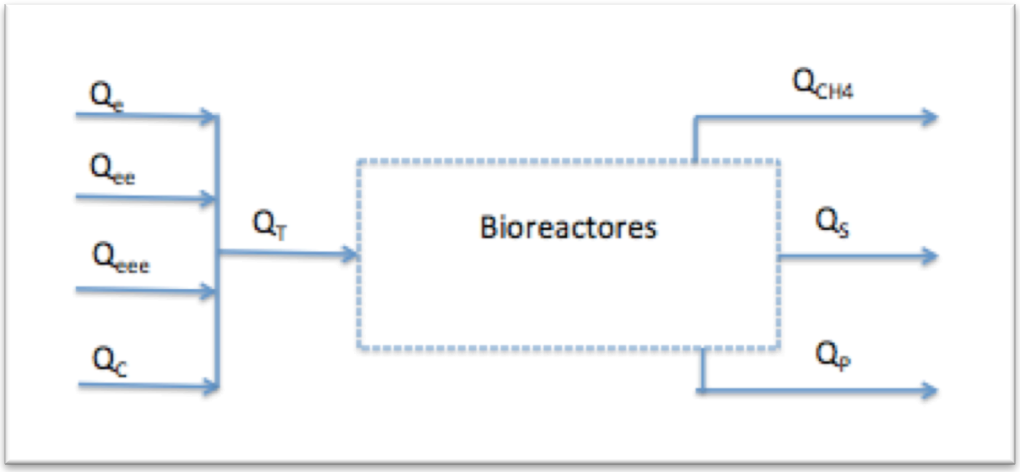


Imagen 16. Esquema de caja negra del tratamiento

Siendo:

Q_e: Efluente saturado en TCE proveniente de la planta en estudio.

Q_{ee}: Efluente saturado en TCE proveniente de Robert Bosch.

Q_{eee}: Efluente saturado en TCE proveniente de Prestolite.

Q_C: Efluente cloacal proveniente de la planta en estudio.

Q_{CH4} (o Q_{Bio}): Caudal de Metano (o Biogás) producto de la reacción.

Q_S: Caudal de Sobrenadante producto de la reacción.

Q_P: Caudal de Purga de lodo activado.

Como hipótesis de trabajo se adopta la mezcla perfecta de los bioreactores y la no existencia de microorganismos tanto en el influente (Q_T) como en sobrenadante de salida (Q_S), ya que se trata de una cantidad de por lo menos dos ordenes de magnitud menor a la concentración de microorganismos dentro del reactor. Cabe destacar que se tomará presión constante para todo el proceso. Se considera, además, estado estacionario.

Además se cuenta con la siguiente ecuación de tiempo de residencia promedio de las bacterias en el bioreactor:

$$\frac{1}{\theta_c} = \frac{Q_P \times X_P}{V_R \times X} \quad (1)$$

Siendo:

θ_C: Tiempo de residencia promedio de las bacterias.

Q_P: Caudal de Purga de lodo activado.

X_P: Concentración de Sólidos suspendidos volátiles (SSV) en el caudal de purga de lodo activado.

V_R: Volumen del reactor de fase II.

X: Concentración de solidos suspendidos volátiles (SSV) en el reactor de fase I.

Para esta ecuación se estiman:

θ_C = 15 días.

X = 4000 mg/L

X_P = 2 x X (en el segundo bioreactor se logra compactar el doble de los SSV) = 8000 mg/L

V_R = 400 L

Incorporando los datos en la ecuación (1) se determina **Q_P = 4900 L/año.** Luego de realizar el secado correspondiente se obtiene un **$W_{PSecado}$=39,2 kg/año (0,005 kg/h),** a través de la siguiente ecuación:

$$X_P \times Q_P = W_{PSecado} \quad (2)$$

Se determina QT a partir de la siguiente ecuación que se desprende del balance de masa:

$$Q_T = Q_C + Q_e + Q_{ee} + Q_{eee} \quad (3)$$

Se estima Q_C de la siguiente manera:

$$Q_C = v \times \pi \times \frac{D^2}{4} \quad (4)$$

Para esta ecuación se estiman:

v = 0,8 m/s (velocidad típica de líquidos con sólidos)

D= 6” (diámetro de la cañería cloacal)

Como resultado de la ecuación (4) se obtiene Q_C= 52500 L/h.

Por otro lado se tiene un Q_e= 0,07 L/h, Q_{ee}= 0,2 L/h, Q_{eee}=0,07L/h, llegando a un resultado de $Q_T \sim Q_C$= 52500 L/h. Si se considera que la materia orgánica a degradar por los microorganismos es de DBO_{Q_T}= 3500mg/L en Q_T (valor típico de carga orgánica en efluentes cloacales), se tiene entonces 184 kg/h de dicha materia orgánica en Q_T.

Si se considera que el 60% de esta materia orgánica en la entrada se transforma a Biogás como producto final del metabolismo bacteriano se tiene entonces $\boldsymbol{W_{Bio}}$**= 110,4 kg/h** (caudal másico).

Para estimar Q_S se adopta que un 5% de la materia orgánica de Q_T queda en Q_S como producto de degradación intermedia y que esta cantidad representa el 30% de Q_S.

$$Q_T \times DBO_{Q_T} \times 0{,}05 = 0{,}3 \times W_S \quad (5)$$

En consecuencia, de la ecuación (5) se obtiene que $\boldsymbol{W_S}$**= 31 kg/h.**

Subproductos del tratamiento

Una vez puesta en funcionamiento la línea de tratamiento se obtienen como productos del mismo, no sólo el sobrenadante libre de TCE, sino también fertilizante y biogás.

Subproducto Fertilizante

Luego de la purga de lodos activados a partir del segundo bioreactor se procede a depositar los mismos en un recipiente enrejado permitiendo llevar a cabo el secado natural y obtener como producto de ese proceso fertilizante. La elaboración del enrejado no implica costos importantes y la misma empresa se dedicará a la fabricación del mismo. El procedimiento que se aplicara será el de “Secado Natural de Lodos”; debe considerarse que a causa de las pocas dimensiones que se requieren para este proyecto, este método cuenta con importantes ventajas:

- no requiere agregado de productos químicos
- método económico

- no necesita operados especializados
- menos sensible a variaciones en la concentración
- pueden lograrse porcentajes de sólidos mayores

Para lograr una deshidratación del lodo, éste se aplica en espesores de hasta unos 50 cm, dejándose secar durante un período de tiempo suficiente para que el material logre alcanzar el porcentaje de humedad deseado y pueda ser removido manualmente. La deshidratación se lleva a cabo a través de dos mecanismos que se producen secuencialmente:

- Drenaje o percolación
- Evaporación

En la primer etapa una parte importante del agua contenida en el barro drena a través del recipiente enrejado. Esta fase del proceso de secado no suele demandar más de dos o tres días, removiéndose hasta un 60 % del agua presente originalmente y alcanzando al final de esta etapa concentraciones de sólidos secos de hasta 20 – 25 %.

En la segunda etapa, parte del agua remanente se evapora, por el efecto combinado de la radiación solar y la acción de las corriente convectivas del aire. El agua eliminada a través de este mecanismo, comparado con el que se produce en la primera etapa, es menor y se produce más lentamente, prolongándose por unas semanas. La efectividad del "Secado Natural de Lodos" depende fundamentalmente de las condiciones climáticas esperables, principalmente:

- las precipitaciones
- la temperatura
- la humedad relativa ambiente.

Es decir que el efluente puede ser utilizado como fertilizante en diferentes cultivos. Por su alto valor nutritivo para las plantas, se lo utiliza preferentemente en cultivos anuales de alto valor en el mercado como es el caso de las hortalizas. La alta calidad del efluente como fertilizante radica en que después de haber transcurrido el proceso de biodigestión, todos los nutrientes y más de la mitad de la materia orgánica se encuentra aún en el mismo.

Al mismo tiempo, el efluente del bioreactor cumple una función fitosanitaria ya que actúa como repelente contra insectos, causantes de las plagas en los cultivos El efluente es muy utilizado para fertilizar plantas acuáticas, plantas ornamentales y

también encuentra aplicación para el cultivo de peces, pues se fertilizan los estanques para producir algas y fitoplancton que consumen los peces.

El precio de venta del fertilizante en cuestión es de **1,1 USD/kg de fertilizante** [TecnoAgro SRL, 2012]. Si se considera una generación de un $W_{PSecado}$**=39,2 kg/año (0,005 kg/h)**, entonces se estima un ingreso por venta del mismo de **43,12 USD/año**. Era de esperarse que debido al bajo caudal de purga de lodos activados del bioreactor se obtendrían ingresos sumamente bajos con respecto a la inversión que se debe realizar para la implementación de la línea de tratamiento en la planta. Sin embargo, los bajos ingresos que implica la venta del fertilizante no genera una mayor importancia ni una preocupación a la hora de realizar la inversión, ya que la intención de la línea de tratamiento, además de obtener el sobrenadante libre de TCE, es poder reutilizar los subproductos que provienen de la biodegradación de los efluentes para sacar provecho de los mismos y de esta forma lograr un reciclaje completo de la línea de tratamiento.

Subproducto Biogás

El biogás es el producto gaseoso de la digestión anaerobia de compuestos de origen orgánico. Debido a su alto contenido de gas metano, tiene un poder calorífico algo mayor que la mitad del que tiene el gas natural. Un biogás con un contenido de metano del 60% tiene un poder calorífico de unas 5.500 kcal/m3 (teniendo en cuenta que la densidad normal del biogás es de $\partial_{Biogás}$=1,2 kg/m^3 [MINENERGIA *et all*, 2011], entonces **C_p=4583 kcal/kg**), y puede destinarse a diferentes usos:

- Producción de calor o vapor
- Generación de electricidad o combinación de calor y electricidad
- Combustible para vehículos

El primer caso, de uso más simple del biogás, es para la obtención de energía térmica (calor). En aquellos lugares donde los combustibles son escasos, los sistemas pequeños de biogás pueden proporcionar la energía calórica para actividades básicas como cocinar y calentar agua. Los sistemas de pequeña escala también se pueden utilizar para iluminación.

Los quemadores de gas convencionales se pueden adaptar fácilmente para operar con biogás, simplemente cambiando la relación aire-gas. El requerimiento de calidad del biogás para quemadores es bajo. Se necesita alcanzar una presión de gas de 8 a 25 mbar y mantener niveles de H_2S inferiores a 100 ppm para conseguir un punto de rocío de 150°C.

En el segundo caso, los sistemas combinados de calor y electricidad utilizan la electricidad generada por el combustible y el calor residual que se genera. Algunos sistemas combinados producen principalmente calor y la electricidad es secundaria. Otros sistemas producen principalmente electricidad y el calor residual se utiliza para calentar el agua del proceso. En ambos casos, se aumenta la eficiencia del proceso en contraste si se utilizara el biogás sólo para producir electricidad o calor. Las turbinas de gas (microturbinas, desde 25 hasta 100 kW y turbinas grandes,> 100 kW) se pueden utilizar para la producción de calor y energía, con una eficiencia comparable a los motores de encendido por chispa y con un bajo mantenimiento. Sin embargo, los motores de combustión interna son los usados más comúnmente en este tipo de aplicaciones. El uso de biogás en estos sistemas requiere la remoción de H_2S (bajo 100 ppm) y vapor de agua.

Las celdas de combustible se consideran las plantas de energía a pequeña escala del futuro para la producción de electricidad y calor con una eficiencia superior al 60% y bajas emisiones.

Por último, el uso vehicular del biogás es posible y en la realidad se ha empleado desde hace bastante tiempo. Para esto, el biogás debe tener una calidad similar a la del gas natural, para usarse en vehículos que se han acondicionado para el funcionamiento con gas natural. La mayoría de vehículos de esta categoría han sido equipados con un tanque de gas y un sistema de suministro de gas, además del sistema de gasolina normal de combustible.

El biogás puede ser utilizado en motores de combustión interna tanto a gasolina como diesel. El gas obtenido por fermentación tiene un octanaje que oscila entre 100 y 110 lo cual lo hace muy adecuado para su uso en motores de alta relación volumétrica de compresión, por otro lado una desventaja es su baja velocidad de encendido.

Una situación ideal sería implantar un pequeño sistema de cogeneración, que permitiría un ahorro en agua caliente y electricidad en épocas frías, junto con la conexión a la red para la venta eléctrica. En los meses de verano, se puede pensar en utilizar dicho sistema para la venta a la red eléctrica o venta de biogás para su embotellado a presión.

A continuación se muestran algunos de los principales equipos para consumo del Biogás:

	Lámparas a biogás	Consumo biogás: 0.07 m^3/hr
	Cocina a biogás de dos hornillas	Consumo biogás: 0,20 - 0,42m^3/hr
	Olla arrocera	Consumo biogás: 0,14m^3/hr
	Generador eléctrico (600W)	Consumo de biogás: 0,7 -0,8 m^3/kWh
	Calentador de agua	Consumo de biogás: 2,2 m^3/hr Presión ingreso del agua: 0,025 – 0,8MPa Presión de gas requerida: 1,6KPa

Imagen 17. Principales equipos para el consumo del Biogás. Fuente: [MINENERGIA, 2011]

En el presente trabajo se propone que el biogás generado se utilice como combustible para la generación de electricidad mediante la inversión en un generador. Como se puede observar en la imagen anterior el calentador de agua requiere un consumo de biogás aproximado de **2,2 m^3/h, lo que equivale a 2,64kg/h.**

Se obtiene como producto del bioreactor W_{Bio} **= 110,4 kg/h** y teniendo en cuenta que la densidad del Biogás es de $\partial_{Biogás}$**=1,2 kg/m^3**, como se mencionó anteriormente, entonces se generan 92 m^3/h del mismo. Invirtiendo en un Generador eléctrico de 900W, el cual consume aproximadamente 2,4m^3/KWh, se deduce que la producción horaria de energía eléctrica gracias a la utilización de Biogás como combustible es de **38Kwh.** Debido a que la línea de tratamiento funcionaría las 24hs, ya que las bacterias no pueden dejar de consumir ya que de lo contrario morirían, se toman para continuar con el análisis 24hs/día. Al año esto ocasionaría un ahorro de 332.880 kwh/año. Teniendo en cuenta una eficiencia operativa del 80% del generador eléctrico, el ahorro final al año es de 266304 kwh/año.

Suponiendo que el precio de la energía eléctrica en la Ciudad de Buenos Aires es de 0,305 $/KWh[5], la venta por generar energía eléctrica mediante la utilización de Biogás es de **81.223 $/año.** Esta energía podría utilizarse para amortizar los gastos eléctricos anuales que genera la planta, pero a fines prácticos se supondrá que la producción de energía eléctrica será destinada a la venta como producto.

Costos del Tratamiento

Para la puesta en marcha de la línea de tratamiento en estudio se requiere realizar un desembolso importante al inicio del período para la inversión en Bienes de Uso, parte de este puede ser financiado por distintos tipos de entidades cuyo objetivo es cumplir con la sanidad ambiental, como se vera más adelante.

Para el tratamiento en si se requerirán dos bioreactores con camisa de acero inoxidable de 400 L de capacidad cada uno, un “Oil Skimmer” para remover el aceite del TCE en el primer recipiente, un recipiente de acero inoxidable de 2000 L de capacidad, y cañerías de acero inoxidable para las conexiones entre los elementos de la línea.

Por otro lado se requerirá la inversión en un generador eléctrico de 900W para el aprovechamiento del Biogás como subproducto de la biodigestión anaeróbica.

En lo que respecta a los elementos para el aprovechamiento de los lodos activados para generar fertilizante se estima que los costos son insignificantes, ya que la empresa fabricaría el enrejado que se utiliza como base para el proceso de secado y no incurriría en grandes costos.

Teniendo en cuenta que Acumar financia el 50% de la inversión total mediante su apoyo financiero y el Plan de Reconversión Industrial (como se establece más

[5] Dato extraído de la factura de Edenor del último bimestre del año 2012

adelante), siendo el monto total financiado no reembolsable, se establece a continuación la inversión mediante capital propio que debe alcanzar el proyecto:

	Inversión sin Subsidio		**Inversión con Subsidio**	
	Dólares	Pesos	Dólares	Pesos
Bioreactor 400L 1	USD 18.000	$ 87.480	USD 9.000	$ 43.740
Bioreactor 400L 2	USD 18.000	$ 87.480	USD 9.000	$ 43.740
Oil Skimmer	USD 800	$ 3.888	USD 400	$ 1.944
Recipiente 2000L	USD 2.000	$ 9.720	USD 1.000	$ 4.860
Generador Eléctrico	USD 9.170	$ 44.566	USD 4.585	$ 22.283
Cañerías	-	$ 3.000	-	$ 1.500
Instalación	-	$ 6.000	-	$ 3.000
Inversión Total		**$ 242.134**		**$ 121.067**

Tabla 10. Inversiones requeridas

A diferencia del resto de los elementos, se pueden conseguir cañerías de acero inoxidable de buena calidad en el mercado local. Con respecto a la "Instalación" se debe considerar que la misma dura aproximadamente una semana laboral. Para ello se requiere la contratación semanal de un ingeniero químico o ambiental para realizar las conexiones de la línea en cuestión. Suponiendo que el costo promedio del sueldo mensual de un ingeniero químico o ambiental ronda los $12.000, entonces se estima que al trabajar una semana en la planta cobraría una cuarta parte del sueldo mensual por los servicios de instalación y puesta en marcha, es decir $3.000.

Por otra parte, se requiere capacitar a un empleado, cuya funciones serán las de conectar los tanques de 200L de TCE a la línea de tratamiento para permitir el vertido del contaminante al primer recipiente del tratamiento. Además deberá controlar la presión y temperatura de los reactores durante la mañana y tarde, utilizando una hora diaria para la realización de éstas tareas. Se estima que la paga por estas actividades es de 50 $/hora; lo que equivale a 12.000 $/anuales en concepto de sueldo para un operario trabajando una hora diaria. La capitación tendrá una duración aproximada de una hora y media y será dada por el ingeniero químico que se encargaría de la instalación y puesta en marcha de la línea de tratamiento, teniendo un costo aproximado de $ 563 (éste valor se calcula suponiendo que el ingeniero químico tiene un sueldo mensual aproximado de 12.000 $/anuales).

Plan de Reconversión Industrial

Para poder acceder a los beneficios de financiación del proyecto que brinda el ente ACUMAR (Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo), la empresa tiene que estar radicada en la Cuenca Matanza Riachuelo. Además tiene que ser declarada por la ACUMAR como Agente Contaminante (AC) para luego poder presentar un Plan de Reconversión Industrial (PRI) detallando los procesos productivos a implementar que ayuden a prevenir, reducir y eliminar la contaminación y los riesgos ambientales.

El formulario de Presentación del PRI es un documento que tiene que ser realizado por un profesional matriculado y especializado. En él, las empresas deben detallar las metas a lograr en su plan de reconversión, indicando los plazos e inversiones estipulados para el logro de los objetivos fijados. Deberá estar incluida también documentación e información interna de sus procedimientos e instalaciones, certificados, habilitaciones, efluentes, residuos, sistemas de gestión, planes de contingencias y otros aspectos pertinentes para demostrar la veracidad y profundidad de los cambios a realizar.

A través del PRI la empresa podrá alcanzar una producción limpia, colaborando con la recuperación y preservación del agua, del aire, y del suelo en la cuenca, lo que permitirá mejorar la calidad de vida de muchas personas que viven en la región.

A continuación se detallaran los pasos para realizar el Plan de Reconversión Industrial:

1) Notificación de Agente Contaminante: la ACUMAR declara a la empresa AC a partir de constatar que desarrolla su actividad incidiendo negativamente sobre el ambiente, en contravención a la legislación vigente.

2) Propuesta del plan de actividades: con el propósito de reconvertir los procesos de producción, la empresa presenta ante la ACUMAR (Esmeralda 255 PB) los formularios de situación inicial.

3) Aprobación del plan presupuesto: la ACUMAR aprueba el plan una vez evaluados los objetivos y el cronograma de ejecución e inversiones, permitirán a la empresa mejorar su desempeño ambiental.

4) Ejecución del proceso de reconversión: la empresa o industria inicia el plan de actividades, presentando gradualmente informes de avance. La ACUMAR lleva a cabo auditorías de seguimiento de acuerdo al cronograma de ejecución presentado.

5) Evaluación de resultados: Finalizado el plan de actividades, la empresa o industria presenta un informe final acreditando el cumplimiento de las metas y actividades comprometidas a través del PRI.

Apoyo financiero para las MiPyMEs de la Cuenca Matanza Riachuelo

La ACUMAR, a través de la Resolución Nº 874/2011, da Aportes No Reembolsables (ANR) de hasta $ 100 mil a Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs) que reconviertan sus procesos productivos, en el marco del Plan Producción Limpia para Todos (PPLT).

Solo pueden acceder a los ANR las empresas que presenten un Plan de Reconversión Industrial (PRI) para adecuar sus tecnologías a una producción limpia.

Las empresas que deben iniciar un PRI son aquellas que por su actividad industrial superan los límites admisibles respecto a sus efluentes líquidos, residuos sólidos o emisiones gaseosas.

Requisitos para poder acceder al Plan Producción Limpia Para Todos:

- Tener un PRI aprobado por la ACUMAR, voluntario o como consecuencia de una notificación de Agente Contaminante.

- Estar empadronado en el Sistema Integral de Cuenca Matanza Riachuelo (SICMaR).

- Ser una MiPyME*. Ver Resolución SEPYME Nº 21/2010.

- No poseer deudas impositivas o previsionales ni multas pendientes de pago impuestas por la ACUMAR.

* Las que sean recuperadas o autogestionadas también podrán acceder al PPLT (ver al respecto las condiciones especiales para este tipo de empresas en la Resolución Nº 874/2011)

Dependiendo del tamaño de la empresa, se podrá acceder a un mayor beneficio.

	SECTOR				
TAMAÑO	Agropecuario	Industria y Minería	Comercio	Servicios	Construcción
Micro Empresa	610.000	1.800.000	2.400.000	590.000	760.000
Pequeña Empresa	4.100.000	10.300.000	14.000.000	4.300.000	4.800.000
Mediana Empresa	24.100.000	82.200.000	111.900.000	28.300.000	37.700.000

Tabla 11. Sector vs. Tamaño de empresa

Cabe destacar que objetivo del PPLT, al igual que el del proyecto, es lograr que todas la MiPyMEs tengan la posibilidad de modificar sus procedimientos industriales para mitigar los impactos ambientales negativos.

Documentación requerida para solicitar el apoyo financiero:

- Plan Detallado de Actividades y Adquisiciones (PDAA).
- Formulario de solicitud de ANR.
- Documentación formal requerida para acceder al PPLT.

En el anexo 3 se muestra la documentación mencionada.

Valor actual Neto (VAN)

En los anexos 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 se adjuntan todas las tablas correspondientes al desarrollo del flujo de fondos para el proyecto en cuestión.

Para evaluar la viabilidad de la inversión del mismo se calculan el VAN y la TIR (Tasa Interna de Retorno) del proyecto.

El análisis económico arrojo resultados favorables para la realización de este proyecto, indicando los siguientes resultados:

VAN	**$1.333,24**
TIR	**20,33%**

Algunas consideraciones a tener en cuenta para la comprensión de éste análisis son las siguientes:

- Los subproductos, Biogás y Fertilizante, son los únicos ingresos generados en el proyecto, lo cual permite tener un VAN positivo (en mayor medida el Biogás). Para lograr el aprovechamiento del biogás se realizaría una inversión en un generador eléctrico de 900W, el cual debido al continuo funcionamiento del bioreactor permite generar grandes cantidades de energía eléctrica que se podría comercializar, o bien reutilizarse.
- El continuo funcionamiento del generador produce un desgaste importante en sus partes móviles, con lo cual requiere un mantenimiento continuo que fue tenido en cuenta en el análisis del flujo de fondos, como un Gasto Administrativo, bajo el concepto de “Personal de

Mantenimiento". Se supone que el generador trabaja con una eficiencia de 80%, aún cuando se le realiza mantenimiento.

- Dado que no se requiere de más operarios para el funcionamiento de la maquinaria, sino mayor cantidad de horas, se prorratean los sueldos de MOD según la cantidad de horas necesarias invertidas en cada una de las funciones requeridas para el correcto funcionamiento de la línea de tratamiento. Para ello además se tienen en cuenta los gastos en Cargas Sociales y ART.
- Bajo el concepto de "Gastos Operativos" se prorratean el consumo de energía eléctrica (se podría reutilizar la energía producida por el Biogás, pero a fines prácticos para el análisis económico se considera la producción de energía como un producto), MOD y gastos en limpieza. Actualmente el 80% de la energía eléctrica que utiliza la planta es destinada a las 50 máquinas que operan diariamente, y la fabrica tiene un gasto mensual de $ 15.000 en electricidad (180.000 $/año), con lo cual se estima que cada máquina genera un gasto en electricidad de 2880 $/año. En consecuencia se toma el gasto eléctrico de la planta de tratamiento de la misma manera.
- La única materia prima que se utiliza para el tratamiento son las bacterias, las cuales no generan un costo adicional ya que se pueden conseguir gratuitamente de alguna otra planta de tratamiento, ya que se necesita una pequeña cantidad para que proliferen en grandes cantidades. Por otro lado las bacterias consumen nutrientes de las deposiciones físicas, provenientes de los desagües domiciliarios de la fabrica, para poder sobrevivir, con lo cual no se requiere invertir en nutrientes para su desarrollo. Consecuentemente no se presentan "Bienes de Cambio" para el análisis económico; el Activo de Trabajo esta compuesto únicamente por las Disponibilidades mínimas de caja, que se suponen el 5% de los costos operativos, de administración y de ventas[6].
- No se presentan Pasivos dado que no se incurre en ningún tipo de deuda, ya que Acumar financia el 50% del proyecto, siendo ese monto no reembolsable, con lo cual sólo se invierte en la mitad de la inversión total mediante capital propio.
- Para el análisis económico se considera los gastos incurridos en concepto de IVA, al generar mayor cantidad de débito fiscal por las ventas de energía eléctrica y fertilizante.

[6] Típico valor considerado para el estudio de un proyecto de inversion

- Los créditos para proyectos ambientales de reconversión industrial son del 12% TNA[7]. Teniendo en cuenta seguros y gastos la tasa asciende aproximadamente un 3% más. Entonces, la tasa sería del 15 % a 5 años, pero como se tomó el proyecto a 10 años se supone que es razonable tomar la tasa a un 20 %. Cabe destacar que no es un proyecto industrial cualquiera, sino un proyecto ambiental, para el cual se suelen tomar créditos con subsidios.

[7] Valor obtenido de los créditos otorgados por el Banco Nación

CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Si bien se creía que la inversión en una línea de tratamiento de efluentes no sería rentable, el análisis económico en el presente proyecto demuestra lo contrario. El VAN arroja un resultado positivo, que si bien no genera grandes rentabilidades demuestra que el proyecto no incurre en pérdidas económicas, recuperando la inversión aproximadamente en 10 años. Para ello fue necesario investigar sobre distintos métodos de tratamiento del TCE y descartar aquellos que por distintas razones tornaban inviable al proyecto en cuestión. La reutilización de los subproductos obtenidos en el tratamiento de efluentes, como son el biogás y el fertilizante, permitió que el proyecto se tornara rentable. Por otro lado, la búsqueda de programas de financiamiento para este tipo de proyectos (en este caso “no reembolsable”) favoreció la viabilidad de la puesta en marcha de la línea de tratamiento de efluentes, cubriendo la mitad de la inversión inicial.

Cabe destacar que en el análisis descripto no se detallan los ingresos que se obtendrían al mejorar la imagen de la empresa y generando en ésta una ventaja competitiva al ser una de las pocas pymes que trataría sus efluentes de forma responsable; con lo cual se deduce que en el largo plazo se verán mayores beneficios económicos al invertir en un proyecto que involucre el cuidado medio ambiental.

Por último, el proyecto cubre todas sus expectativas funcionales ya que se cumple el objetivo primordial que es eliminar el TCE de los efluentes emitidos por la planta y permitir que la empresa se haga cargo, en sus instalaciones, de los residuos que genera.

Para enriquecer lo investigado en el presente proyecto se sugiere investigar sobre algún tipo de lubricante que reemplace las funciones del aceite para la producción de resortes, y que requiera de un solvente que no sea contaminante como lo es el TCE. Por otra parte, se podría investigar sobre la utilización de algún solvente no contaminante que logre remover adecuadamente el aceite de las piezas y reemplace al TCE.

Otra futura línea de investigación se deduce en el estudio de las leyes nacionales y provinciales argentinas que regulan en que condiciones se pueden eliminar efluentes a un río, dejando al descubierto una serie de incongruencias que son aprovechadas por empresas irresponsables para evadir todo tipo de acusaciones ambientales. Una de las incongruencias mas aprovechadas es la eliminación de grandes concentraciones de contaminante en pequeños caudales de efluente, ya que la ley establece penalidades

para aquellos que arrojen una mayor cantidad del caudal permitido, sin mencionar la concentración del contaminante en ese caudal.

BIBLIOGRAFÍA

- Siggins, A., Enright, A., O'Flaherty, V. 2011. ***Methanogenic community development in anaerobic granular bioreactors treating trichloroethylene (TCE)-contaminated wastewater at 37ºC and 15 ºC.*** Water Research. Número 45. Páginas 2452-2462.
- Siggins, A., Enright, A., O'Flaherty, V. 2011. ***Low-temperature (7 ºC) anaerobic treatment of a trichloroethylene-contaminated wastewater: Microbial community development. Science Direct***. Water Research. Número 45. Páginas 4035-4036.
- Kim, H., Hong, H., Jung, J., Kim, S., Yang, J. 2009. ***Degradation of trichloroethylene (TCE) by nanoscale zero-valent iron (nZVI) immobilized in alginate bead***. Journal of Hazardous Materials. Número 176. Páginas 1038-1046.
- Siggins, A., Enright, A., O'Flaherty, V. 2011. ***Temperature dependent (37–15 °C) anaerobic digestion of a trichloroethylene-contaminated wastewater.*** Bioresource Technology. Número 102. Páginas 7645-7656.
- Mahamuni, N., Adewuyi, Y. 2009***. Advanced oxidation processes (AOPs) involving ultrasound for wastewater treatment: A review with emphasis on cost estimation.*** Ultrasonics Sonochemistry. Número 17. Páginas 990–1003.
- Erto, A., Andreozzi, R., Di Natale, F., Lancia, A., Musmarra, D. 2009***. Experimental and statistical analysis of trichloroethylene adsorption onto activated carbon***. Chemical Engineering Journal. Número 156. Páginas 353–359.
- Das, C., Chowdhury, R., Bhattacharya, P. 2010. ***Experiments and three phase modelling of a biofilter for the removal of toluene and trichloroethylene.*** Bioprocess Biosyst Eng. Número 34. Página 447–458.
- Bercovich, N., López, A. 2005. ***Políticas para mejorar la gestión ambiental en las pymes argentinas y promover su oferta de bienes y servicios ambientales.*** 66 páginas. Editorial GTZ. ISBN: 92-1-322660-8
- MINENERGIA, PNUD, FAO, GEF. 2011. ***Manual de Biogás.*** 119 páginas. Editorial VTR. ISBN 978-95-306892-0.
- Leal, J. 2006. ***Las pymes en el mercado de bienes y servicios ambientales: identificación de oportunidades, políticas e instrumentos. Estudios de caso de: Argentina, Chile, Colombia y México.*** 253 páginas. Editorial GTZ. LC/W.42.
- Agencia de Protección Ambiental, Ministerio de Ambiente y Espacio Público. 2011. ***Producción más limpia. Programa Buenos Aires produce más limpio.*** ISBN 978-987-1037-83-4. http://es.scribd.com/doc/16596536/Programa-Buenos-Aires-Produccion-Mas-Limpia-Guia-Practica-y-Casos. Página vigente al 18/12/12.
- Chidiak, M., López, A., Ramos, D., Mokobodzki Ongaro, M. 2009. ***Estudio para la identificación de oportunidades de mejoras en la gestión ambiental de micro,***

pequeñas y medianas empresas (MIPyMEs) en la Ciudad de Buenos Aires. http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/archivos/fomento/informe_cenit.pdf. Página vigente al 18/12/12.

- TecnoAgro SRL. 2012. ***Fertilizantes***. Boletín Número 60. Páginas 1-2.
- Masters, G. 1998. ***Introduction to environmental engineering and science.*** 650 páginas. Editorial Prentice Hall. ISBN: 0-13-155384-4.
- ACUMAR. 2012. ***Formularios de Presentación del PRI.*** http://www.acumar.gov.ar/sec_formulariosPRI.php. Página vigente al 19/12/12.
- ACUMAR. 2012***. Empadronado en el SICMaR***. http://www.sicmar.gov.ar/index/index.html. Página vigente al 19/12/12.

ANEXOS

Anexo 1: Apoyo Financiero PRI
Anexo 2: Resolución 874/11
Anexo 3: Condiciones de MiPyME, resolución SEPYME
Anexo 4: Flujo de Fondos
Anexo 5: Estado de Resultados
Anexo 6: Fuentes y Usos
Anexo 7: Ventas
Anexo 8: Gastos Operativos
Anexo 9: Gastos Administrativos
Anexo 10: IVA

Anexo 1: Apoyo Financiero

La Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo, a través de la Resolución Nº 874/2011, otorga Aportes No Reembolsables (ANR) de hasta $ 100 mil a Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs) que deban reconvertir sus procesos productivos, en el marco del Plan Producción Limpia para Todos (PPLT).

El objetivo del PPLT es lograr que todas las MiPyMEs tengan la posibilidad de modificar sus procedimientos industriales para mitigar los impactos ambientales negativos y adaptarse a las normas dispuestas por la ACUMAR.

Pueden acceder a los ANR las empresas que presenten un Plan de Reconversión Industrial (PRI) para adecuar sus tecnologías a una producción limpia.

Las empresas que deben iniciar un PRI son aquellas que por su actividad industrial superan los límites admisibles respecto a sus efluentes líquidos, residuos sólidos o emisiones gaseosas.

Requisitos para poder acceder al Plan Producción Limpia Para Todos:

- Tener un PRI aprobado por la ACUMAR, voluntario o como consecuencia de una notificación de Agente Contaminante.

- Estar empadronado en el Sistema Integral de Cuenca Matanza Riachuelo (SICMaR).

- Ser una MiPyME*. Ver Resolución SEPYME Nº 21/2010. Link a la resolución.

- No poseer deudas impositivas o previsionales ni multas pendientes de pago impuestas por la ACUMAR.

* Las que sean recuperadas o autogestionadas también podrán acceder al PPLT (ver al respecto las condiciones especiales para este tipo de empresas en la Resolución Nº 874/2011)

Anexo 2: Resolución Nº 874/11

Bs. As., 8/09/2011

VISTO el expediente ACR Nº 12.229/2011; las Leyes Nº 26.168, N° 25.675, las Resoluciones ACUMAR N° 278/2010, N° 366/2010, y

CONSIDERANDO:

Que la Ley Nº 26.168 creó la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR) como ente de derecho público interjurisdiccional, con competencias en el ámbito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, los partidos de Lanús, Avellaneda, Lomas de Zamora, Esteban Echeverría, La Matanza, Ezeiza, Cañuelas, Almirante Brown, Morón, Merlo, Marcos Paz, Presidente Perón, San Vicente, y General Las Heras, de la Provincia de Buenos Aires.

Que la Ley Nº 26.168 establece en su artículo 2º in fine, que la ACUMAR dictará sus reglamentos de organización interna y de operación.

Que el artículo 5º de la mencionada ley otorga al organismo facultades de regulación, control, y fomento respecto de las actividades industriales, la prestación de servicios públicos y cualquier otra actividad con incidencia ambiental en la Cuenca, pudiendo intervenir administrativamente en materia de prevención, saneamiento, recomposición, y utilización racional de los recursos naturales.

Que asimismo el citado artículo en su inciso d) faculta especialmente a la ACUMAR a llevar a cabo cualquier tipo de acto jurídico o procedimiento administrativo necesario o conveniente para ejecutar el Plan Integral de Control de la Contaminación y Recomposición Ambiental.

Que, con fecha 8 de julio de 2008 la CORTE SUPREMA DE JUSTICIA DE LA NACION dictó sentencia en la causa "MENDOZA, BEATRIZ SILVIA Y OTROS C/ ESTADO NACIONAL Y OTROS S/ DAÑOS Y PERJUICIOS (daños derivados de la contaminación ambiental del Río Matanza - Riachuelo)", disponiendo en el Punto III) Contaminación de origen industrial, la obligación de la ACUMAR de realizar inspecciones a todas las empresas existentes en la Cuenca Matanza Riachuelo así como la identificación de aquellas que se consideren agentes contaminantes mediante el dictado de la resolución correspondiente y su intimación a presentar un plan de tratamiento.

Que, asimismo el máximo Tribunal en el decisorio mencionado ut supra, estableció la obligación de la ACUMAR de ordenar el cese en el vertido, emisión y disposición de sustancias contaminantes que impacten de un modo negativo en la Cuenca y la adopción de las medidas de clausura total o parcial y/o traslado para las empresas cuyo plan no haya sido presentado o aprobado.

Que en tal sentido la ACUMAR aprobó, en uso de sus facultades y en el marco de lo ordenado en los párrafos precedentes, la Resolución N° 366/2010, en la cual se establece que se considerará como Agente Contaminante a todo establecimiento que se encuentre radicado en el ámbito de la Cuenca Matanza Riachuelo que genere emisiones gaseosas o residuos sólidos en contravención a la legislación aplicable o que no permita preservar o alcanzar los objetivos de calidad fijados para los mismos, o que no cumpla con los límites establecidos en la Tabla Consolidada de Límites Admisibles para Descargas de Efluentes Líquidos establecidos por la Resolución Nº 1/2007 y sus modificatorias.

Que en el mismo orden de ideas, mediante la Resolución Nº 278/2010 la ACUMAR reguló los procedimientos de Fiscalización y Control y de Reconversión Industrial de los establecimientos de la Cuenca Matanza Riachuelo.

Que conforme lo regulado en la resolución ut supra mencionada, los titulares de los establecimientos declarados como Agentes Contaminantes deben presentar ante la ACUMAR un Programa de Reconversión Industrial (PRI), dentro del plazo de TREINTA (30) días hábiles de notificado el acto que lo declare como tal, quedando supeditados en caso de no presentación en los plazos establecidos, inadmisibilidad o desestimación del mismo, a que la ACUMAR disponga el cese de los vertidos, así como la clausura parcial o total del establecimiento, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones que correspondan conforme lo establecido en el Reglamento de Sanciones del organismo.

Que el PRI a presentarse está orientado a mejorar el desempeño y gestión ambiental de los establecimientos radicados en la Cuenca Matanza Riachuelo, especificando las acciones a implementar a fin de alcanzar, en los plazos establecidos, las metas dispuestas para el mismo.

Que atento los costos de recursos humanos y materiales que implica el desarrollo e implementación del PRI, en la práctica cotidiana se ha advertido la necesidad de brindar apoyo financiero a los establecimientos ubicados en la Cuenca, en particular a las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs) así como a las empresas recuperadas o autogestionadas, con la finalidad de facilitar la reconversión de sus procesos productivos.

Que la medida propuesta se encuentra en consonancia con lo establecido por la CORTE SUPREMA DE JUSTICIA DE LA NACIÓN, en el decisorio ut supra mencionado, en cuanto a la facultad otorgada a la ACUMAR para proponer alguna otra medida cuando se acredite que existe imposibilidad económica de pagar los costos de tratamiento o cuando exista una situación social de gravedad, todo ello en concordancia con el principio internacional de derecho ambiental del desarrollo sustentable, el cual ha sido receptado en el artículo 41 de nuestra carta magna y artículo 4° de la Ley N° 25.675 Ley General del Ambiente.

Que en ese sentido en la Sesión Ordinaria de fecha 5 de Mayo de 2011, el CONSEJO DIRECTIVO instruyó a la DIRECCIÓN GENERAL ADMINISTRATIVA FINANCIERA en conjunto con la COORDINACIÓN DE PLANES DE RECONVERSIÓN INDUSTRIAL a la elaboración de una propuesta a fin de cumplir con el objetivo mencionado.

Que en virtud del mandato otorgado, se elaboró el Programa: "PRODUCCIÓN LIMPIA PARA TODOS", el cual fue aprobado por el CONSEJO DIRECTIVO en su Sesión Extraordinaria de fecha 14 de Junio de 2011.

Que en razón de lo expuesto, se tornó necesaria la elaboración de un reglamento a efectos de establecer y regular los lineamientos para la implementación del Programa aprobado.

Que en tal sentido en Sesión Extraordinaria de fecha 31 de Agosto de 2011, el CONSEJO DIRECTIVO aprobó el proyecto de REGLAMENTO DE APORTES NO REEMBOLSABLES (ANR) DEL PLAN PRODUCCIÓN LIMPIA PARA TODOS e instruyó al Presidente al dictado del acto administrativo que lo sancione.

Que ha tomado intervención el CONSEJO EJECUTIVO y la DIRECCION GENERAL DE ASUNTOS JURIDICOS de la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo.

Que la presente se dicta en uso de las facultades conferidas por la Ley Nº 26.168.

Por ello,

EL PRESIDENTE DE LA AUTORIDAD DE CUENCA MATANZA RIACHUELO

RESUELVE:

ARTICULO 1º.- Apruébase el "REGLAMENTO DE APORTES NO REEMBOLSABLES (ANR) DEL PLAN PRODUCCIÓN LIMPIA PARA TODOS"; el "FORMULARIO DE SOLICITUD DE ANR"; el "MODELO DE PLAN DETALLADO DE ACTIVIDADES Y ADQUISICIONES (PDAA)" y el "FORMULARIO DE RENDICIÓN DE CUENTAS", los cuales como ANEXOS I, II, III y IV forman parte integrante de la presente.

ARTICULO 2º.- Regístrese, comuníquese, publíquese, dese a la DIRECCIÓN NACIONAL DEL REGISTRO OFICIAL y archívese.

Anexo 3: Condiciones de MiPyME, resolución SEPYME

Secretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y Desarrollo Regional

MICRO, PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS

Resolución 21/2010

Modificación de la Resolución Nº 24/01 en relación con la determinación del valor de las ventas anuales.

Bs. As., 10/8/2010

VISTO el Expediente Nº S01:0237843/2010 del Registro del MINISTERIO DE INDUSTRIA, lo dispuesto en las Leyes Nros. 24.467 y 25.300, los Decretos Nº 919 de fecha 28 de junio de 2010 y 964 de fecha 1 de julio 2010, las Resoluciones Nros. 24 de fecha 15 de febrero de 2001 y 22 de fecha 26 de abril de 2001, ambas de la ex SECRETARIA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA del ex MINISTERIO DE ECONOMIA y la Disposición Nº 147 de fecha 23 de octubre de 2006 de la ex SUBSECRETARIA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA Y DESARROLLO REGIONAL de la ex SECRETARIA DE INDUSTRIA, COMERCIO Y DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA del ex MINISTERIO DE ECONOMIA Y PRODUCCION, y

CONSIDERANDO:

Que mediante el Decreto Nº 919 de fecha 28 de junio de 2010 se modificó el nombre del MINISTERIO DE INDUSTRIA Y TURISMO por el de MINISTERIO DE INDUSTRIA.

Que mediante el Decreto Nº 964 de fecha 1 de julio de 2010, se aprobó la modificación de la composición del MINISTERIO DE INDUSTRIA y se creó la SECRETARIA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA Y DESARROLLO REGIONAL.

Que por el decreto mencionado ut supra, se aprueba el Organigrama de Aplicación de la Administración Pública Centralizada del MINISTERIO DE INDUSTRIA, asignándole a la SECRETARIA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA Y DESARROLLO REGIONAL del citado Ministerio, competencia en todo lo relativo a las Pequeñas y

Medianas Empresas, entendiendo en su carácter de Autoridad de Aplicación en la aplicación de las normas correspondientes a los Títulos I y II de la Ley Nº 24.467 y la Ley Nº 25.300.

Que por la Resolución Nº 24 de fecha 15 de febrero de 2001 de la ex SECRETARIA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA del ex MINISTERIO DE ECONOMIA se reglamentó el Artículo 1º del Título l de la Ley Nº 25.300 y se adoptó una definición a los efectos de caracterizar la condición de Micro, Pequeña y Mediana Empresa, en función de la variable "ventas anuales".

Que, asimismo, la Resolución Nº 22 de fecha 26 de abril de 2001 de la ex SECRETARIA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA del ex MINISTERIO DE ECONOMIA, modificó la Resolución Nº 24/01 de la ex SECRETARIA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA del ex MINISTERIO DE ECONOMIA en relación con la determinación del valor de las ventas totales anuales, tomando en cuenta el promedio de los últimos TRES (3) años, contados a partir del último Balance o Información Contable equivalente adecuadamente documentada.

Que como consecuencia del crecimiento económico registrado entre los años 2003 y 2006, mediante el Artículo 2º de la Disposición Nº 147 de fecha 23 de octubre de 2006 de la ex SUBSECRETARIA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA Y DESARROLLO REGIONAL de la ex SECRETARIA DE INDUSTRIA, COMERCIO Y DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA del ex MINISTERIO DE ECONOMIA Y PRODUCCION, se actualizaron los valores máximos de las ventas totales anuales establecidos por la Resolución Nº 24/01 de la ex SECRETARIA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA, atendiendo la evolución del nivel de ventas de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa.

Que el crecimiento económico se ha mantenido en los años posteriores a la última actualización del valor de ventas efectuada en el año 2006, provocando importantes cambios en la estructura económica sectorial.

Que obra agregado en este expediente un Informe Técnico emitido por la COORDINACION GENERAL DEL PROYECTO PNUD ARG 06/021, de la SECRETARIA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA Y DESARROLLO REGIONAL en el cual se propone la modificación de los topes de ventas anuales máximas en base a los fundamentos y cálculos que allí se detallan.

Que a los efectos de reducir costos propios de la acreditación de la condición de Micro, Pequeña y Mediana Empresa, es conveniente establecer un plazo de VEINTICUATRO (24) meses durante el cual se tendrá por acreditada dicha condición de empresa.

Que la Dirección de Legales del Área de Industria, Comercio y de la Pequeña y Mediana Empresa dependiente de la SUBSECRETARIA DE COORDINACION del MINISTERIO DE INDUSTRIA ha tomado la intervención que le compete.

Que esta Secretaría es competente para el dictado de la presente resolución, en virtud de lo dispuesto por la Ley Nº 24.467, los Artículos 1º y 55 de la Ley Nº 25.300, y los Decretos Nros. 919/10 y 964/10.

Por ello,

EL SECRETARIO DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA Y DESARROLLO REGIONAL

RESUELVE:

Artículo 1º — Sustitúyese el Artículo 1º de la Resolución Nº 24 de fecha 15 de febrero de 2001 de la ex SECRETARIA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA del ex MINISTERIO DE ECONOMIA, sustituido por el Artículo 2º de la Disposición Nº 147 de fecha 23 de octubre de 2006 de la ex SUBSECRETARIA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA Y DESARROLLO REGIONAL de la ex SECRETARIA DE INDUSTRIA, COMERCIO Y DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA del ex MINISTERIO DE ECONOMIA Y PRODUCCION, por el siguiente:

"ARTICULO 1º.- A los efectos de lo dispuesto por el Artículo 1º del Título I de la Ley Nº 25.300, serán consideradas Micro, Pequeñas y Medianas Empresas aquellas cuyas ventas totales expresadas en Pesos ($) no superen los valores establecidos en el cuadro que se detalla a continuación.

	SECTOR				
TAMAÑO	Agropecuario	Industria y Minería	Comercio	Servicios	Construcción
Micro Empresa	610.000	1.800.000	2.400.000	590.000	760.000
Pequeña Empresa	4.100.000	10.300.000	14.000.000	4.300.000	4.800.000
Mediana Empresa	24.100.000	82.200.000	111.900.000	28.300.000	37.700.000

Tabla 11. Sector vs. Tamaño empresa

Se entenderá por ventas totales anuales, el valor de las ventas que surja del promedio de los últimos TRES (3) balances o información contable equivalente adecuadamente documentada, excluidos el impuesto al Valor Agregado, el impuesto interno que pudiera corresponder y deducidas las exportaciones que surjan de los mencionados balances o información contable hasta un máximo del TREINTA Y CINCO POR CIENTO (35%) de dichas ventas.

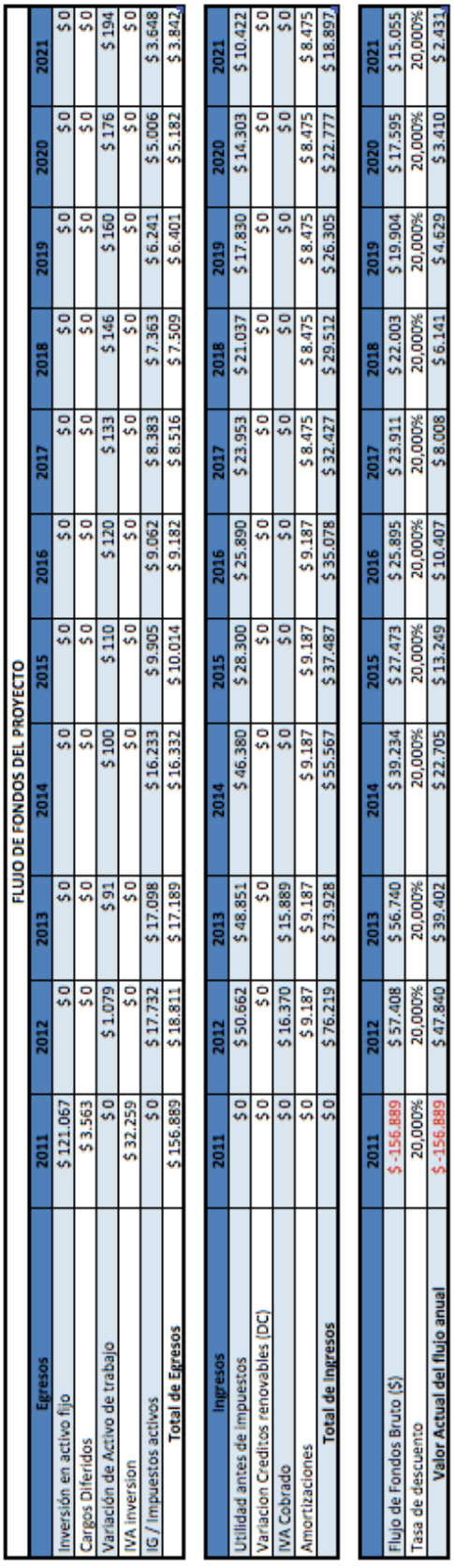
En los casos de empresas cuya antigüedad sea menor que la requerida para el cálculo establecido en el párrafo anterior, se considerará el promedio proporcional de ventas anuales verificado desde su puesta en marcha."

Art. 2º — Establécese que la acreditación de la condición de Micro, Pequeña o Mediana Empresa, a efectos de permitir el acceso a los programas de asistencia de la SECRETARIA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA Y DESARROLLO REGIONAL del MINISTERIO DE INDUSTRIA, a otros programas que utilicen la definición de Micro, Pequeña o Mediana Empresa emanada de la mencionada Secretaría, y la participación en sociedades de Garantía Recíproca, mantendrá su vigencia por espacio de VEINTICUATRO (24) meses a partir de la fecha en que la empresa involucrada hubiera adjuntado toda la documentación pertinente a ese fin.

Art. 3º — La presente medida entrará en vigencia a partir del día posterior a su publicación en el Boletín Oficial.

Art. 4º — Comuníquese, publíquese, dése a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese. — Horacio G. Roura.

Anexo 4: Flujo de Fondos



FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO

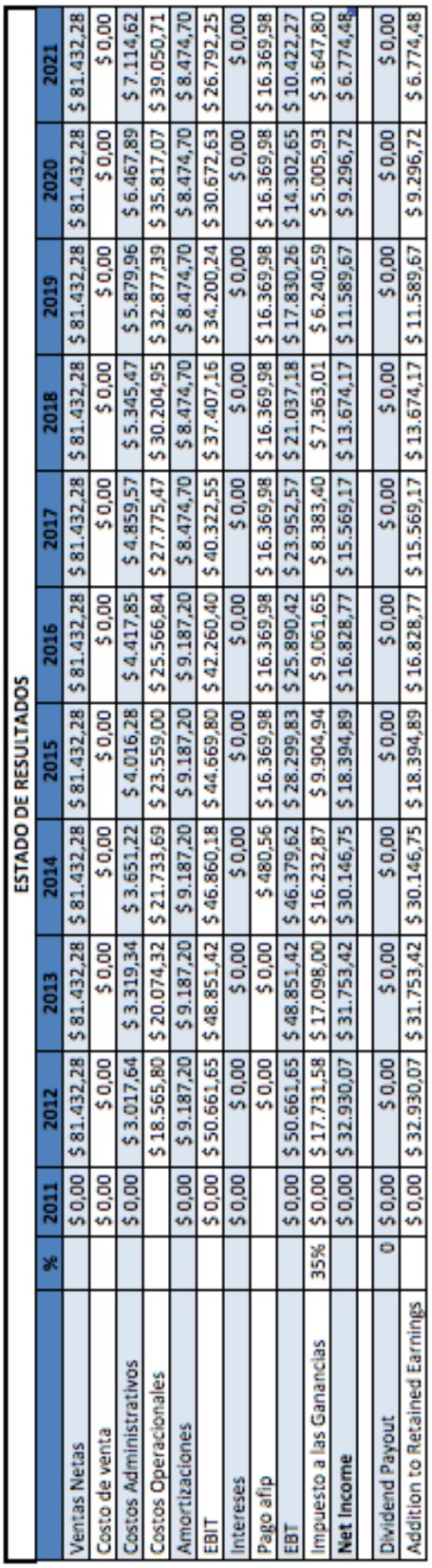
Egresos	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Inversión en activo fijo	$ 121.067	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0
Cargos Diferidos	$ 3.563	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0
Variación de Activo de trabajo	$0	$ 1.079	$ 91	$ 100	$ 110	$ 120	$ 133	$ 146	$ 160	$ 176	$ 194
IVA inversion	$ 32.259	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0
IG / Impuestos activos	$0	$ 17.732	$ 17.098	$ 16.233	$ 9.905	$ 9.062	$ 8.383	$ 7.363	$ 6.241	$ 5.006	$ 3.648
Total de Egresos	$ 156.889	$ 18.811	$ 17.189	$ 16.332	$ 10.014	$ 9.182	$ 8.516	$ 7.509	$ 6.401	$ 5.182	$ 3.842

Ingresos	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Utilidad antes de impuestos	$0	$ 50.662	$ 48.851	$ 46.380	$ 28.300	$ 25.890	$ 23.953	$ 21.037	$ 17.830	$ 14.303	$ 10.422
Variacion Creditos renovables (DC)	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0
IVA Cobrado	$0	$ 16.370	$ 15.889	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0
Amortizaciones	$0	$ 9.187	$ 9.187	$ 9.187	$ 9.187	$ 9.187	$ 8.475	$ 8.475	$ 8.475	$ 8.475	$ 8.475
Total de Ingresos	$0	$ 76.219	$ 73.928	$ 55.567	$ 37.487	$ 35.078	$ 32.427	$ 29.512	$ 26.305	$ 22.777	$ 18.897

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Flujo de Fondos Bruto ($)	$ -156.889	$ 57.408	$ 56.740	$ 39.234	$ 27.473	$ 25.895	$ 23.911	$ 22.003	$ 19.904	$ 17.595	$ 15.055
Tasa de descuento	20,000%	20,000%	20,000%	20,000%	20,000%	20,000%	20,000%	20,000%	20,000%	20,000%	20,000%
Valor Actual del flujo anual	$ -156.889	$ 47.840	$ 39.402	$ 22.705	$ 13.249	$ 10.407	$ 8.008	$ 6.141	$ 4.629	$ 3.410	$ 2.431

VAN	$ 1.333,24
TIR	20,33%

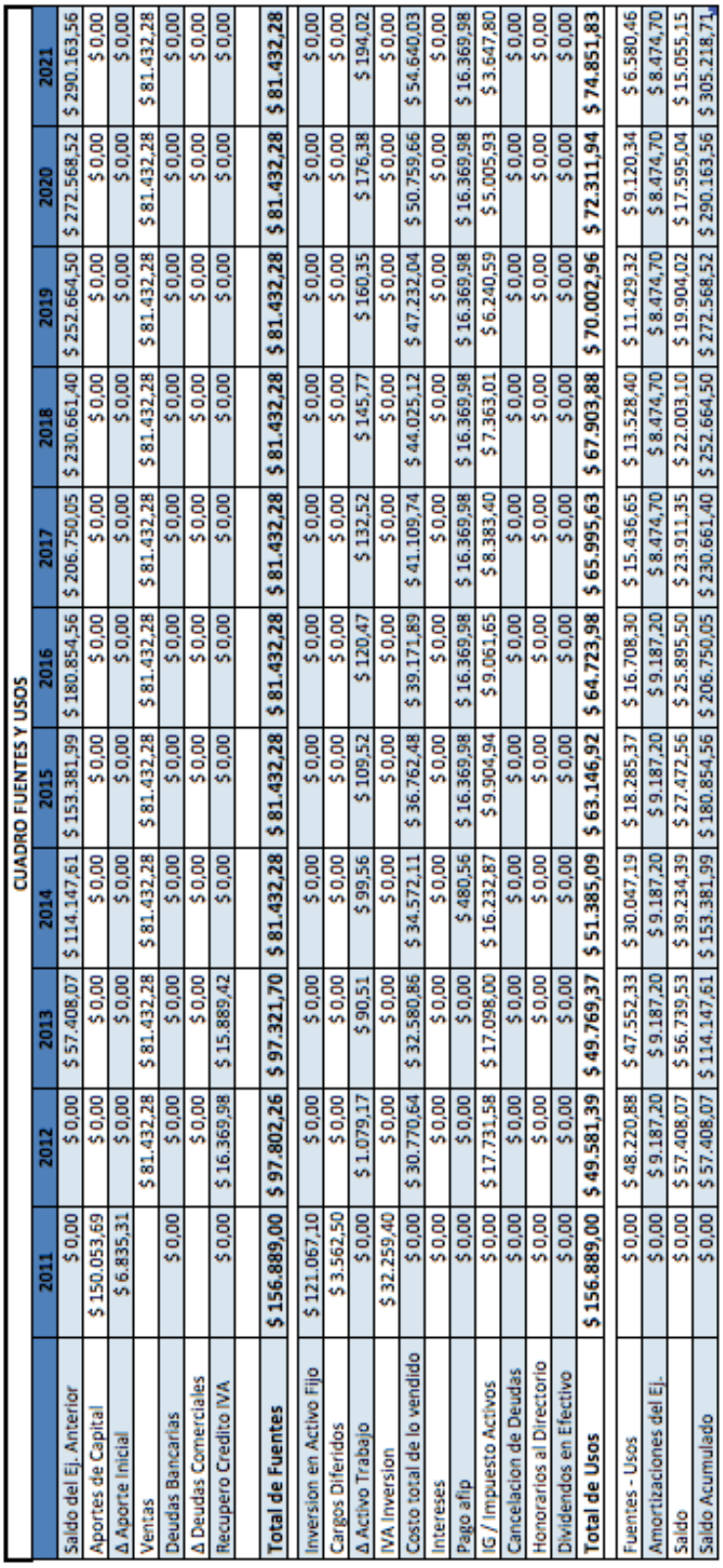
Anexo 5: Estado de Resultados



ESTADO DE RESULTADOS

	%	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas Netas		$ 0,00	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28
Costo de venta		$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Costos Administrativos		$ 0,00	$ 3.017,64	$ 3.319,34	$ 3.651,22	$ 4.016,28	$ 4.417,85	$ 4.859,57	$ 5.345,47	$ 5.879,96	$ 6.467,89	$ 7.114,62
Costos Operacionales			$ 18.565,80	$ 20.074,32	$ 21.733,69	$ 23.559,00	$ 25.566,84	$ 27.775,47	$ 30.204,95	$ 32.877,39	$ 35.817,07	$ 39.050,71
Amortizaciones		$ 0,00	$ 9.187,20	$ 9.187,20	$ 9.187,20	$ 9.187,20	$ 9.187,20	$ 8.474,70	$ 8.474,70	$ 8.474,70	$ 8.474,70	$ 8.474,70
EBIT		$ 0,00	$ 50.661,65	$ 48.851,42	$ 46.860,18	$ 44.669,80	$ 42.260,40	$ 40.322,55	$ 37.407,16	$ 34.200,24	$ 30.672,63	$ 26.792,25
Intereses		$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Pago afip			$ 0,00	$ 0,00	$ 480,56	$ 16.369,98	$ 16.369,98	$ 16.369,98	$ 16.369,98	$ 16.369,98	$ 16.369,98	$ 16.369,98
EBT		$ 0,00	$ 50.661,65	$ 48.851,42	$ 46.379,62	$ 28.299,83	$ 25.890,42	$ 23.952,57	$ 21.037,18	$ 17.830,26	$ 14.302,65	$ 10.422,27
Impuesto a las Ganancias	35%	$ 0,00	$ 17.731,58	$ 17.098,00	$ 16.232,87	$ 9.904,94	$ 9.061,65	$ 8.383,40	$ 7.363,01	$ 6.240,59	$ 5.005,93	$ 3.647,80
Net Income		$ 0,00	$ 32.930,07	$ 31.753,42	$ 30.146,75	$ 18.394,89	$ 16.828,77	$ 15.569,17	$ 13.674,17	$ 11.589,67	$ 9.296,72	$ 6.774,48
Dividend Payout	0	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Addition to Retained Earnings		$ 0,00	$ 32.930,07	$ 31.753,42	$ 30.146,75	$ 18.394,89	$ 16.828,77	$ 15.569,17	$ 13.674,17	$ 11.589,67	$ 9.296,72	$ 6.774,48

Anexo 6: Fuentes y Usos



CUADRO FUENTES Y USOS

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Saldo del Ej. Anterior	$ 0,00	$ 0,00	$ 57.408,07	$ 114.147,61	$ 153.381,99	$ 180.854,56	$ 206.750,05	$ 230.661,40	$ 252.664,50	$ 272.568,52	$ 290.163,56
Aportes de Capital	$ 150.053,69	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Δ Aporte Inicial	$ 6.835,31	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Ventas		$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28	$ 81.432,28
Deudas Bancarias	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Δ Deudas Comerciales		$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Recupero Credito IVA	$ 0,00	$ 16.369,98	$ 15.889,42	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Total de Fuentes	**$ 156.889,00**	**$ 97.802,26**	**$ 97.321,70**	**$ 81.432,28**	**$ 81.432,28**	**$ 81.432,28**	**$ 81.432,28**	**$ 81.432,28**	**$ 81.432,28**	**$ 81.432,28**	**$ 81.432,28**
Inversion en Activo Fijo	$ 121.067,10	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Cargos Diferidos	$ 3.562,50	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Δ Activo Trabajo	$ 0,00	$ 1.079,17	$ 90,51	$ 99,56	$ 109,52	$ 120,47	$ 132,52	$ 145,77	$ 160,35	$ 176,38	$ 194,02
IVA Inversion	$ 32.259,40	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Costo total de lo vendido	$ 0,00	$ 30.770,64	$ 32.580,86	$ 34.572,11	$ 36.762,48	$ 39.171,89	$ 41.109,74	$ 44.025,12	$ 47.232,04	$ 50.759,66	$ 54.640,03
Intereses	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Pago afip	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 480,56	$ 16.369,98	$ 16.369,98	$ 16.369,98	$ 16.369,98	$ 16.369,98	$ 16.369,98	$ 16.369,98
IG / Impuesto Activos	$ 0,00	$ 17.731,58	$ 17.098,00	$ 16.232,87	$ 9.904,94	$ 9.061,65	$ 8.383,40	$ 7.363,01	$ 6.240,59	$ 5.005,93	$ 3.647,80
Cancelacion de Deudas	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Honorarios al Directorio	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Dividendos en Efectivo	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Total de Usos	**$ 156.889,00**	**$ 49.581,39**	**$ 49.769,37**	**$ 51.385,09**	**$ 63.146,92**	**$ 64.723,98**	**$ 65.995,63**	**$ 67.903,88**	**$ 70.002,96**	**$ 72.311,94**	**$ 74.851,83**
Fuentes - Usos	$ 0,00	$ 48.220,88	$ 47.552,33	$ 30.047,19	$ 18.285,37	$ 16.708,30	$ 15.436,65	$ 13.528,40	$ 11.429,32	$ 9.120,34	$ 6.580,46
Amortizaciones del Ej.	$ 0,00	$ 9.187,20	$ 9.187,20	$ 9.187,20	$ 9.187,20	$ 9.187,20	$ 8.474,70	$ 8.474,70	$ 8.474,70	$ 8.474,70	$ 8.474,70
Saldo	$ 0,00	$ 57.408,07	$ 56.739,53	$ 39.234,39	$ 27.472,56	$ 25.895,50	$ 23.911,35	$ 22.003,10	$ 19.904,02	$ 17.595,04	$ 15.055,15
Saldo Acumulado	$ 0,00	$ 57.408,07	$ 114.147,61	$ 153.381,99	$ 180.854,56	$ 206.750,05	$ 230.661,40	$ 252.664,50	$ 272.568,52	$ 290.163,56	$ 305.218,71

Anexo 7: Ventas

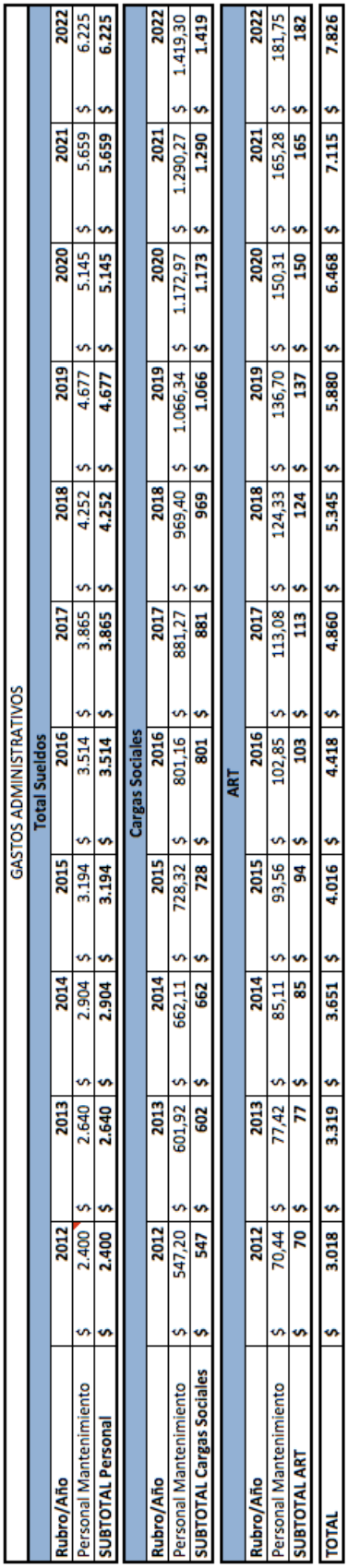
CUADRO DE VENTAS											
Rubro/Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ELECTRICIDAD											
Kwh/año	266304,0	266304,0	266304,0	266304,0	266304,0	266304,0	266304,0	266304,0	266304,0	266304,0	266304,0
$/Kwh	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Ventas	81222,7	81222,7	81222,7	81222,7	81222,7	81222,7	81222,7	81222,7	81222,7	81222,7	81222,7
FERTILIZANTE											
kg/año	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2
$/kg	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
Ventas	209,6	209,6	209,6	209,6	209,6	209,6	209,6	209,6	209,6	209,6	209,6
VENTAS TOTALES											
	81432,3	81432,3	81432,3	81432,3	81432,3	81432,3	81432,3	81432,3	81432,3	81432,3	81432,3
IVA 21%	17100,8	17100,8	17100,8	17100,8	17100,8	17100,8	17100,8	17100,8	17100,8	17100,8	17100,8

Anexo 8: Gastos Operativos

GASTOS OPERATIVOS

Rubro/Año	IVA	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Electricidad	21%	$ 2.880	$ 2.880	$ 2.880	$ 2.880	$ 2.880	$ 2.880	$ 2.880	$ 2.880	$ 2.880	$ 2.880	$ 2.880
Logística	21%	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Limpieza	21%	$ 600	$ 600	$ 600	$ 600	$ 600	$ 600	$ 600	$ 600	$ 600	$ 600	$ 600
Sueldos Mano de Obra		$ 12.000	$ 13.200	$ 14.520	$ 15.972	$ 17.569	$ 19.326	$ 21.259	$ 23.385	$ 25.723	$ 28.295	$ 31.125
Subtotal Cargas Sociales		$ 2.736	$ 3.010	$ 3.311	$ 3.642	$ 4.006	$ 4.406	$ 4.847	$ 5.332	$ 5.865	$ 6.451	$ 7.096
Subtotal ART		$ 350	$ 385	$ 423	$ 465	$ 512	$ 563	$ 619	$ 681	$ 749	$ 824	$ 906
Total Gastos Operativos		$ 18.566	$ 20.074	$ 21.734	$ 23.559	$ 25.567	$ 27.775	$ 30.205	$ 32.877	$ 35.817	$ 39.051	$ 42.608
IVA		$ 731	$ 731	$ 731	$ 731	$ 731	$ 731	$ 731	$ 731	$ 731	$ 731	$ 731

Anexo 9: Gastos Administrativos



GASTOS ADMINISTRATIVOS

Total Sueldos

Rubro/Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Personal Mantenimiento	$ 2.400	$ 2.640	$ 2.904	$ 3.194	$ 3.514	$ 3.865	$ 4.252	$ 4.677	$ 5.145	$ 5.659	$ 6.225
SUBTOTAL Personal	**$ 2.400**	**$ 2.640**	**$ 2.904**	**$ 3.194**	**$ 3.514**	**$ 3.865**	**$ 4.252**	**$ 4.677**	**$ 5.145**	**$ 5.659**	**$ 6.225**

Cargas Sociales

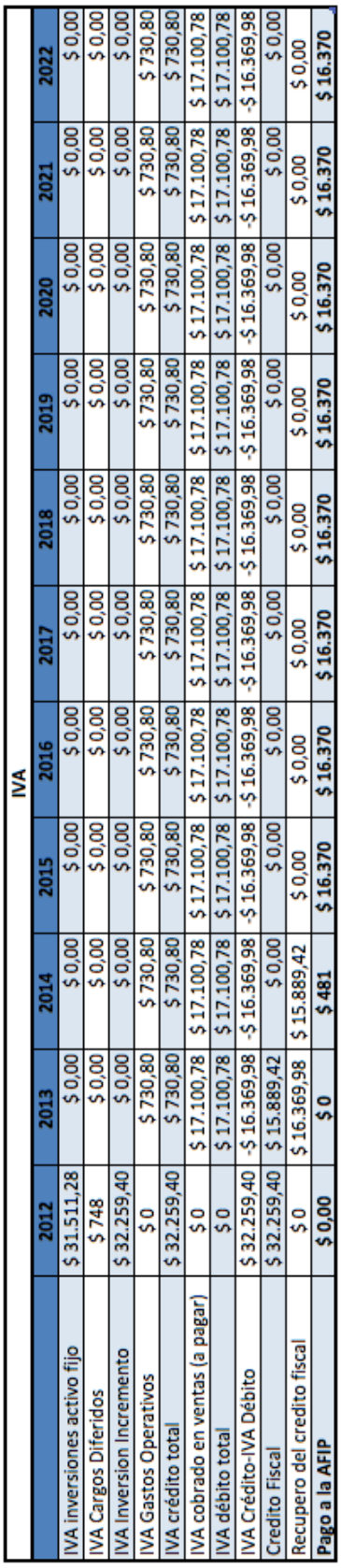
Rubro/Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Personal Mantenimiento	$ 547,20	$ 601,92	$ 662,11	$ 728,32	$ 801,16	$ 881,27	$ 969,40	$ 1.066,34	$ 1.172,97	$ 1.290,27	$ 1.419,30
SUBTOTAL Cargas Sociales	**$ 547**	**$ 602**	**$ 662**	**$ 728**	**$ 801**	**$ 881**	**$ 969**	**$ 1.066**	**$ 1.173**	**$ 1.290**	**$ 1.419**

ART

Rubro/Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Personal Mantenimiento	$ 70,44	$ 77,42	$ 85,11	$ 93,56	$ 102,85	$ 113,08	$ 124,33	$ 136,70	$ 150,31	$ 165,28	$ 181,75
SUBTOTAL ART	**$ 70**	**$ 77**	**$ 85**	**$ 94**	**$ 103**	**$ 113**	**$ 124**	**$ 137**	**$ 150**	**$ 165**	**$ 182**

TOTAL	$ 3.018	$ 3.319	$ 3.651	$ 4.016	$ 4.418	$ 4.860	$ 5.345	$ 5.880	$ 6.468	$ 7.115	$ 7.826

Anexo 10: IVA



IVA											
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
IVA inversiones activo fijo	$ 31.511,28	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
IVA Cargos Diferidos	$ 748	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
IVA Inversion Incremento	$ 32.259,40	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
IVA Gastos Operativos	$ 0	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80
IVA crédito total	$ 32.259,40	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80	$ 730,80
IVA cobrado en ventas (a pagar)	$ 0	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78
IVA débito total	$ 0	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78	$ 17.100,78
IVA Crédito-IVA Débito	$ 32.259,40	-$ 16.369,98	-$ 16.369,98	-$ 16.369,98	-$ 16.369,98	-$ 16.369,98	-$ 16.369,98	-$ 16.369,98	-$ 16.369,98	-$ 16.369,98	-$ 16.369,98
Credito Fiscal	$ 32.259,40	$ 15.889,42	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Recupero del credito fiscal	$ 0	$ 16.369,98	$ 15.889,42	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
Pago a la AFIP	**$ 0,00**	**$ 0**	**$ 481**	**$ 16.370**	**$ 16.370**	**$ 16.370**	**$ 16.370**	**$ 16.370**	**$ 16.370**	**$ 16.370**	**$ 16.370**