

3229

628.43
5678
2002



INFORME FINAL FONTEC N° 200-2469

66

INFORME
FONTEC N° 200

CONF

INFORME TÉCNICO

OPCION TÉCNICA EN EL MANEJO DE RESIDUOS LIQUIDOS EN LA PYME

628.43
S 678
2002

Elaborado por: Química y Comercial ASQUIM LTDA.

Junio del 2002

PRESENTACIÓN

En el último decenio, se constata que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado.

Sin embargo, nuestra estrategia de desarrollo, fundada en el mayor esfuerzo exportador y en un esquema que principalmente hace uso de las ventajas comparativas que dan los recursos naturales y la abundancia relativa de la mano de obra, tenderá a agotarse rápidamente como consecuencia del propio progreso nacional. Por consiguiente, resulta determinante afrontar una segunda fase exportadora que debe estar caracterizada por la incorporación de un mayor valor agregado de inteligencia, conocimientos y tecnologías a nuestros productos, a fin de hacerlos más competitivos.

Para abordar el proceso de modernización y reconversión de la estructura productiva del país, reviste vital importancia el papel que cumplen las innovaciones tecnológicas, toda vez que ellas confieren sustentación real a la competitividad de nuestra oferta exportable. Para ello, el Gobierno ofrece instrumentos financieros que promueven e incentivan la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas productoras de bienes y servicios.

BIBLIOTECA CORFO

El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC, organismo creado por CORFO, cuenta con los recursos necesarios para financiar Proyectos de Innovación Tecnológica, formulados por las empresas del sector privado nacional para la introducción o adaptación y desarrollo de productos, procesos o de equipos.

Las Líneas de financiamiento de este Fondo incluyen, además, el apoyo a la ejecución de proyectos de Inversión en Infraestructura Tecnológica y de Centros de Transferencia Tecnológica a objeto que las empresas dispongan de sus propias instalaciones de control de calidad y de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos.

De este modo se tiende a la incorporación del concepto "Empresa - País", en la comunidad nacional, donde no es sólo una empresa aislada la que compete con productos de calidad, sino que es la "Marca - País" la que se hace presente en los mercados internacionales.

El Proyecto que se presenta, constituye un valioso aporte al cumplimiento de los objetivos y metas anteriormente comentados.

FONTEC - CORFO

**INFORME FINAL
FONTEC N° 200 - 2469**

INFORME TECNICO

**OPCION TÉCNICA EN EL MANEJO DE RESIDUOS LIQUIDOS EN
LA PYME**

Entidad ejecutora: Sociedad Química y Comercial ASQUIM LTDA.

Fecha: 06 de JUNIO de 2002

INDICE

A. RESUMEN EJECUTIVO	1
B. EXPOSICION DEL PROBLEMA	3
C. METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO.....	7
D. RESULTADOS OBTENIDOS	19
E. IMPACTOS DEL PROYECTO.....	22
F. ANEXOS.....	24

A. RESUMEN EJECUTIVO

1.- Antecedentes de la Empresa.

Mediante escritura pública de fecha 10 de septiembre de 1991, ante el notario Aliro Veloso M., inscrito a fojas 27771, N° 14047 del año 1991 en el registro de Comercio del Conservador de Bienes Raíces, se constituyó la sociedad de responsabilidad Limitada bajo la razón social **Sociedad Química y Comercial ASQUIM Limitada**, RUT 78.149.280-9, con el objeto de dedicarse a la fabricación, distribución, comercialización de productos, equipos e insumos químicos e insumos relacionados. Así también al asesoramiento y prestación de servicios en análisis como en todo tipo de procesos y estudios químicos.

Sus oficinas centrales se ubican en calle Manuel Montt N° 871, oficina E, comuna de providencia.

La sociedad tiene por los socios Sr. Francisco Gastón Bossel Igor, Rut N° 8.548.480-K, Químico- Lic. en Química, U. de Chile, la Sra. Cecilia Claudia López Dérpich, Rut N° 8.546.683-6, de profesión Químico- Lic. en Química, U. de Chile;

2.-Síntesis del Proyecto.

El proyecto de innovación tecnológica ha consistido en la investigación, desarrollo y evaluación técnica y económicamente, de un novedoso sistema de tratamiento de los metales pesados (extracción) presentes en las aguas de enjuague y a la vez recuperación de las aguas del proceso de recubrimiento de superficies (galvanoplastia, galvanizado, anodizado, pintura electrostática, etc.), basado en una tecnología que utiliza resinas de intercambio de cationes y aniones específicas.

El expertis de ASQUIM a lo largo de 7 años, del estudio de este rubro ha encontrado que sólo en la Región Metropolitana, se encuentran alrededor de 150 empresas pertenecientes al rubro de tratamiento de superficies, tales como, Galvanoplastias, pintura electrostática, anodizado, Galvanizadora y otros, que no han solucionado la problemática del tratamiento de los residuos líquidos (RILes) de sus procesos. Que además, las empresas PYMES, de este rubro, le implica una inversión de casi el doble del activo en equipos de procesos, para instalar plantas de tratamientos de Riles convencionales.

La investigación y el estudio de factibilidad técnico-económica de la instalación de un "Servicio de Recuperación de Metales y Aguas de Proceso" del proyecto considera las siguientes fases:

- 1.) Evaluar y desarrollar una unidad piloto con ensayos en empresas típicas.
- 2.) Instalar y lograr puesta en marcha de unidad piloto.
- 3.) Desarrollar el escalamiento de mercado.
- 4.) Evaluar económica y financieramente el proyecto.

3.-Principales Resultados y Conclusiones.

Los principales resultados del proyecto son:

- Se ha podido determinar que los rangos de concentración en metales pesados que se deben manejar en los enjuagues en empresas de tratamiento de superficie, deben oscilar

- entre 60 a 100 mg/L como concentraciones máximas y con caudales de operación no mayores a los 2.5 m³/h, para que este sistema opere bajo la modalidad de recambio.
- Que los equipos en operación cuentan entre dos a seis columnas por equipo, con volúmenes de resina entre quince a treinta litros por cartridge.
 - El diseño final se definió como un sistema compacto de equipos en tres modelos, que varían en el número de cartridges (2, 4 y 6).
 - Que el sistema cuenta con una planta de regeneración externa a las empresas de galvanoplastia, en donde está centralizada esta operación.
 - El proyecto nos permitirá desarrollar equipos eficientes que permitan a las empresas descritas, poder controlar sus emisiones de riles, como así también contar con una opción cierta de recuperar sus aguas de procesos y materias primas.
 - El servicio a entregar corresponde a los parámetros iniciales de la investigación, el que se compone de un equipo instalado en cliente y de un Servicio Móvil de Regeneración. La instalación será bajo régimen de arriendo mensual del equipo, más el pago mensual de los servicios de regeneración móvil, con un precio diferenciado por tipo de solución. Se espera atender en el sub-sector de galvanoplastia a 64 empresas (equipos de 2 columnas: 44 clientes, con 4 columnas: 14 clientes y con 6 columnas a 6 clientes).
 - La evaluación económica, muestra que es rentable desarrollar esta solución técnica, bajo un escenario conservador de ingresos y gastos. A una tasa de descuento de 16% exigida por los inversionistas, resulta un TIR de 25%, y un VAN de M\$ 41.334 (UF 2.529) para un período de evaluación de 5 años, con una inversión inicial ascendente a \$ 89 millones (UF 5.437).
 - La tecnología incorporada tendría una vigencia de 5 años, posteriormente se espera una evolución en las soluciones técnicas. Es política de ASQUIM la búsqueda permanente de opciones técnicas en materia tratamiento de aguas de descarte.

Como Conclusión se tiene:

Se ha concluido que existe la factibilidad tanto técnica como económicamente de la implementación de un sistema de recuperación de metales y recirculación de aguas al proceso productivo, tratando con esto las aguas contaminadas de este sector.

Es también factible desarrollar un área de servicios en nuestra empresa para realizar el servicio de tratamiento de las aguas contaminadas a las empresas del sector Pyme de tratamiento de superficie.

Este sistema permitirá que las empresas atendidas no incurran en una inversión y por un monto mensual reducido, puedan solucionar un problema permanente de Riles, pudiendo de esta forma trabajar en regla con la legislación ambiental vigente y futura.

Se ha obtenido el reconocimiento por parte de los empresarios, a los cuales se le ha presentado el sistema, por implementar este servicio lo antes posible, esto ha sido de interés por parte de la prensa, la cual publicó un artículo del sistema en la Revista ECOAMERICA y en el boletín en Internet de ASIMET. (se adjunta en el **Anexo 4** copia de los artículos.)

B. EXPOSICION DEL PROBLEMA

1.- Problema a resolver

La conveniencia de implementar un ***Servicio de recuperación de aguas y metales de procesos*** que normalmente son descartados en las unidades productivas, radica en los siguientes aspectos:

- Estudiar y aplicar tecnologías a tamaño de escala de plantas PYMES, susceptibles de ser aplicadas inicialmente a 200 empresas, lo que origina economías de escala.
- Necesidad de incorporar tecnologías ambientales acordes a la capacidad de amortización de las inversiones PYMES.
- Posibilidad de potenciar la actividad de un sub-sector amenazado, mediante la oportunidad del empresariado PYME de externalizar la mantención de servicios de preservación del medio ambiente, permitiendo que se centre en la gestión de su negocio.
- Introducir variantes en los procesos industriales de la mediana y pequeña empresa incorporando la participación de un sistema operativo de resinas que permita la recuperación de componentes descartados, llevando a estos al rango de productos de alto valor agregado y por otra parte,
- Recuperar el agua utilizada por las unidades productivas.

Este proyecto se enmarcó en el sector de la industria de tratamiento de superficies, y en específico de las empresas que tienen como proceso la Galvanoplastia, que se define como aquella parte de la industria cuya actividad productiva consiste en recubrir superficies metálicas o plásticas por diversos métodos para la obtención de contornos o acabados especiales, según la utilidad posterior del material de acabado.

Los tratamientos existentes, a los metales, son variados, según el sector industrial o producto terminado. Así, entre los procesos más habituales se pueden citar:

- Eliminaciones químicas o electroquímicas (decapado, desengrasado, desmetalizados).
- Fosfatación
- Sulfuración
- Difusión termoquímica (galvanizado)
- Procesos de electrodeposición, conocidos como galvanoplastias (cobreado, niquelado, cromado, zincado, cadmiado, latonado, etc.)

El presente estudio, se centro (inicialmente) en tres sectores como son: galvanoplastias, galvanizado y fosfatizado, ya que son las áreas de mayor actividad de tratamiento de superficies en la Región Metropolitana, siendo aquellas en donde se realizaron las pruebas de este proyecto.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se puede desprender que es un área en la cual se hace uso de una gran cantidad de compuestos químicos y de los cuales los que alcanzan los más altos

índices son aquellos para el recubrimiento mismo, esto es, fundamentalmente metales como: Zinc, Níquel, Cromo y Cobre.

Podemos mencionar que finalmente centramos fundamentalmente la investigación en empresas con procesos de tipo galvanoplastia, debido a que son las que presentan los mayores problemas de manejo en sus emisiones de metales pesados en las aguas. Por otra parte las empresas de galvanizado no presentaron problemas en el ámbito de emisión de metales pesados en sus Riles, presentándose más bien problemas a nivel de proceso de decapado, con altas concentraciones de Hierro presente en sus tinas con ácido. No deja de ser interesante que la única opción en este momento, para estos ácidos sea su disposición en terceros que lo tratan y no una posterior reutilización. Para el caso del fosfatizado se puede mencionar que fue descartado al encontrarse por un lado las empresas con producción muy disminuida y por otra parte, este proceso ocupa rangos muy menores de agua, con niveles en metales pesados bajos.

2.- Objetivos técnicos de proyecto, resultados o soluciones específicas perseguidas

Como objetivos técnicos del proyecto en forma macro, fue el desarrollar una tecnología para:

- Contribuir a preservar el medio ambiente por lo tanto la salud de la población y el daño a la cadena de vida animal y vegetal como resultado de la contaminación de los afluentes fluviales.
- Preservar los centros productivos, al no exponerse a su cierre por incumplimiento de las normas ambientales.
- La incorporación en procesos de tratamiento superficial, el uso de tecnologías de punta, para la recuperación de metales pesados y agua, como materia prima para las mismas empresas, los que presentan características de interés tanto económicas como ambientales de largo plazo.

Bajo ese contexto y tomando un sector específico, que por sus procesos de recubrimiento de metales, origina Riles, contaminando con concentraciones por sobre la norma chilena para metales pesados, las aguas; para cumplir los objetivos planteados, en que siendo muy ambiciosos, esperamos que el desarrollo de este servicio contribuya a disminuir en parte la contaminación de las aguas, poniendo en regla a un sector productivo del país que tiene problemas reales en la cual otras soluciones mas tradicionales, significa grandes inversiones que desfavorecen la permanencia de esas empresas.

Es por esto, nos fijamos como objetivo fundamental de este proyecto el abatimiento de metales pesados (Zn, Ni, Cu, Cr) presentes en los enjuagues de los procesos de zincado del área de galvanoplastia, basado en una tecnología de punta.

De acuerdo a lo anterior, este proyecto fue elaborado para la creación de plantas modulares y de tamaño reducido conteniendo intercambiadores específicos, que de acuerdo a una tecnología moderna, permitan tratar los Riles de estas empresas anteriormente descritas, para el abatimiento de sus metales pesados, dejando su Ril de salida dentro de la norma 609, (ver anexo 4) recuperar sus aguas de enjuague y desligar a la empresa misma, de la operación de regeneración de las

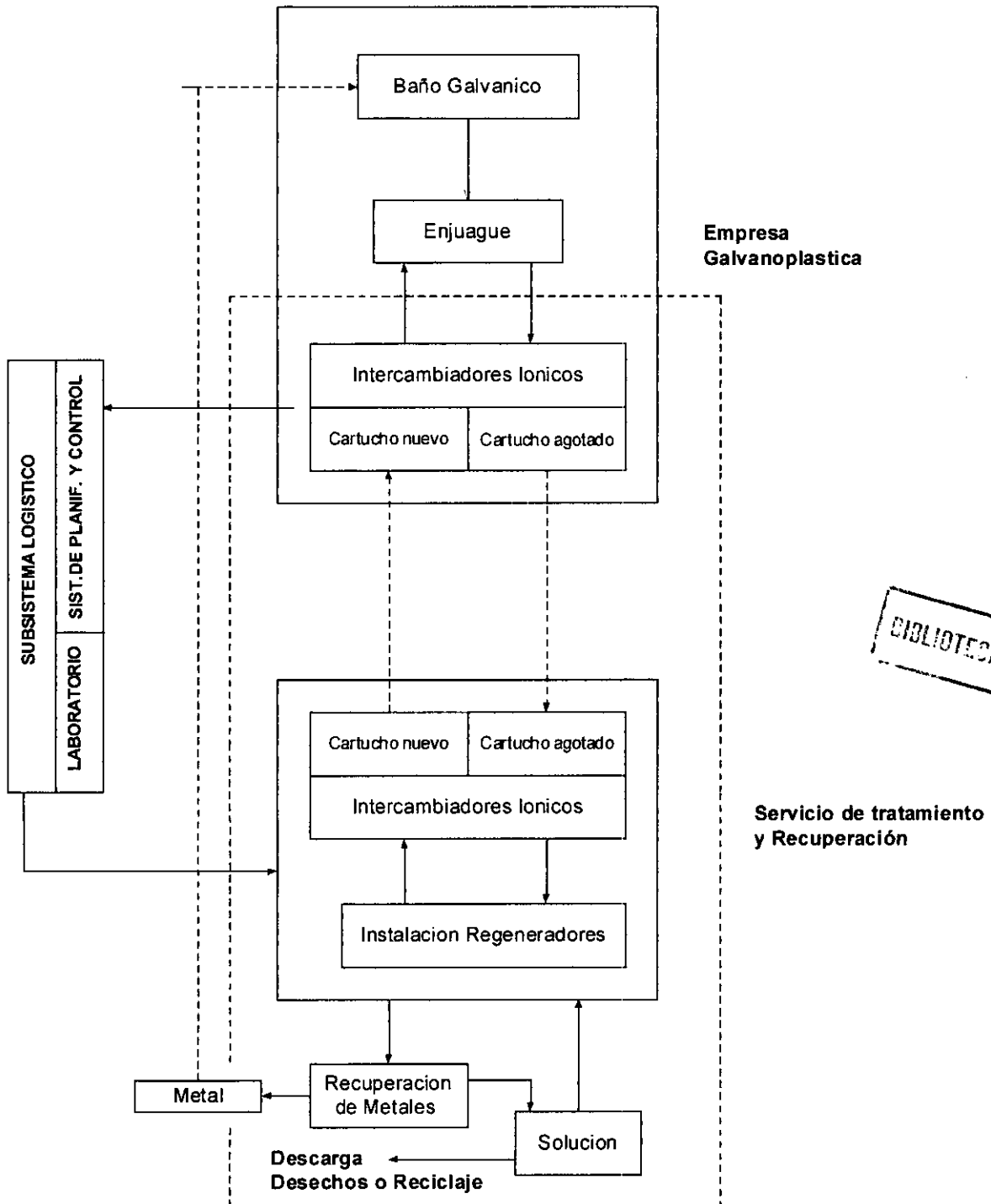
columnas con las resinas mediante un servicio externo.

3.- Tipos de innovación desarrollada

Mediante el siguiente proyecto, se ha desarrollado y evaluado tanto técnica como económicamente, un sistema innovativo de tratamiento de aguas contaminadas, de empresas del rubro de tratamiento de superficies, que consiste en la generación de un servicio global de tratamiento, utilizando sistemas de intercambio iónico, con regeneración del sistema. Además se ha desarrollado un sistema de servicio novedoso en este país para este sistema de tratamiento de Riles.

El método consiste en términos generales en la instalación de cartuchos de intercambio especiales, acopladas a líneas de proceso, fundamentalmente aguas de enjuague.

Una vez saturadas las columnas, estas son intercambiadas por cartridge frescos y las saturadas enviadas a una estación de regeneración externa donde son renovadas para posteriores usos, permitiendo con esto desligar a la empresa (por ejemplo Galvanoplastías) de procesos de regeneración, con toda la infraestructura que esto implica. Este proceso se puede apreciar en la **figura A**, a continuación



BIBLIOTECA CONFO

Por lo tanto se consiguió recuperar los productos que presentan un valor agregado y eliminar los contaminantes presentes, para entregar finalmente un efluente de descarte final, con valores dentro de los índices permitidos por la legislación ambiental vigente. El proceso productivo particular (de cada empresa), determinará el o los tipos de sistemas adecuados que permitan la recuperación de los metales como de agua.

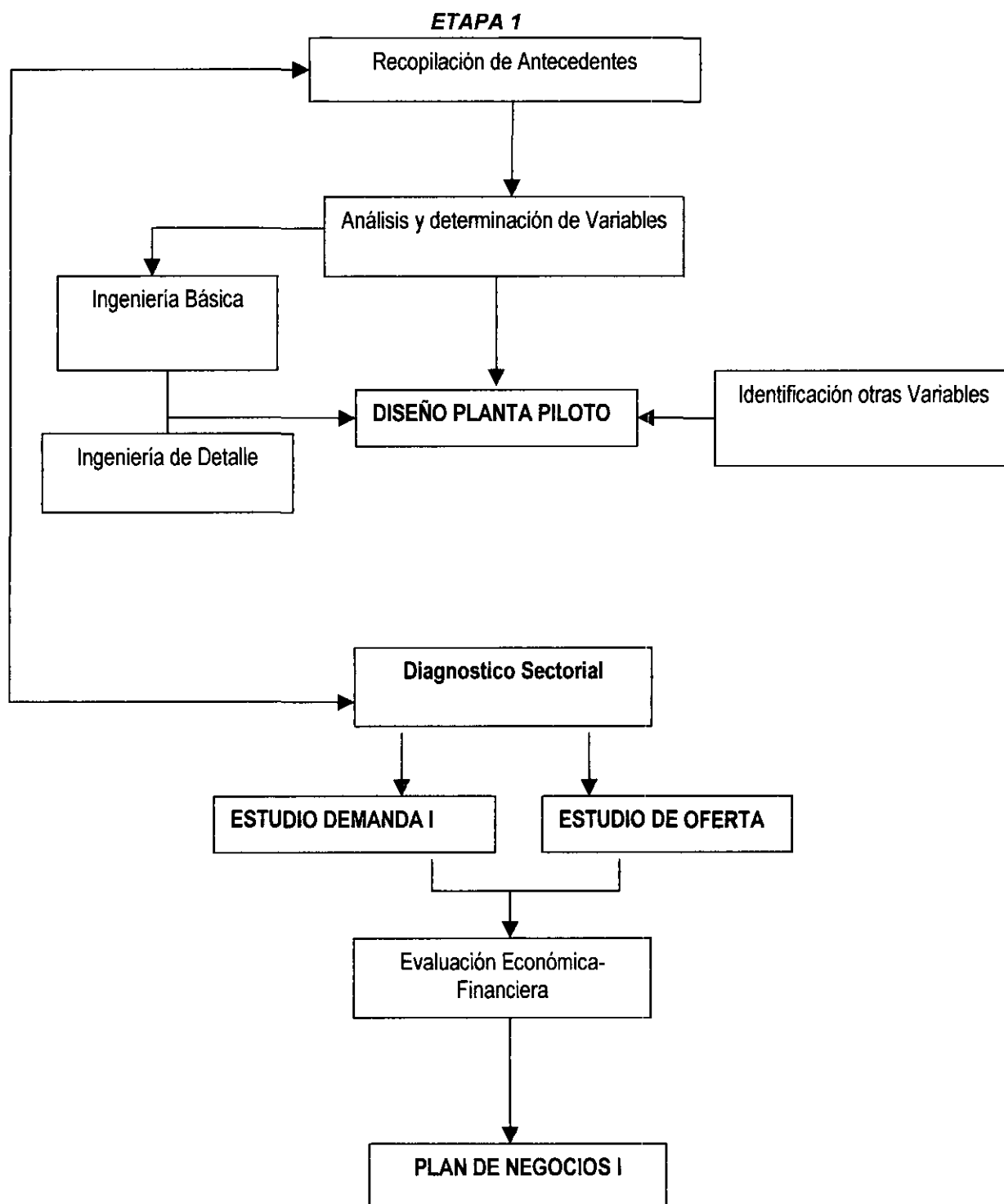
C. METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO

Para el desarrollo de la investigación, se elaboró un plan de trabajo con ítems a realizar, los cuales fueron concretados en dos etapas. En la primera de ella se consideraron los siguientes puntos:

- 1) Recopilación de Antecedentes
- 2) Análisis y determinación de Variables
- 3) Diseño Planta Piloto e Ingeniería Básica
- 4) Ingeniería de Detalle
- 5) Identificación de otras Variables
- 6) Diagnostico Sectorial
- 7) Estudio de Demanda I
- 8) Estudio oferta
- 9) Plan de negocios I
- 10) Evaluación económica-financiera I

Estos diez puntos fueron desarrollados en su totalidad, como consta en el primer informe. A modo de resumen, se puede mencionar que para esta primera etapa, se recopiló la información técnica-científica para la realización de las pruebas de laboratorio y se pudo analizar y determinar las variables que rigen el sistema, para el tipo de Ril en estudio. Se realizó la construcción de un sistema de pruebas para cada uno de los metales problema y finalmente ensayos con la combinación de los mismos, junto con la implementación de un laboratorio, donde se realizaron los ensayos y análisis de los mismos con equipos especializados para este fin. Todas estas pruebas fueron enfocadas hacia la elaboración del diseño de una planta piloto, con su respectiva ingeniería básica y de detalle. Junto con el desarrollo técnico se realizaron las primeras actividades de tipo evaluación de mercado y financiera la que fue completada en la segunda fase del proyecto.

En el siguiente cuadro se muestra el diagrama de flujo de las actividades desarrolladas en la primera fase del proyecto.



En una segunda etapa y final, se consideraron los siguientes ítems:

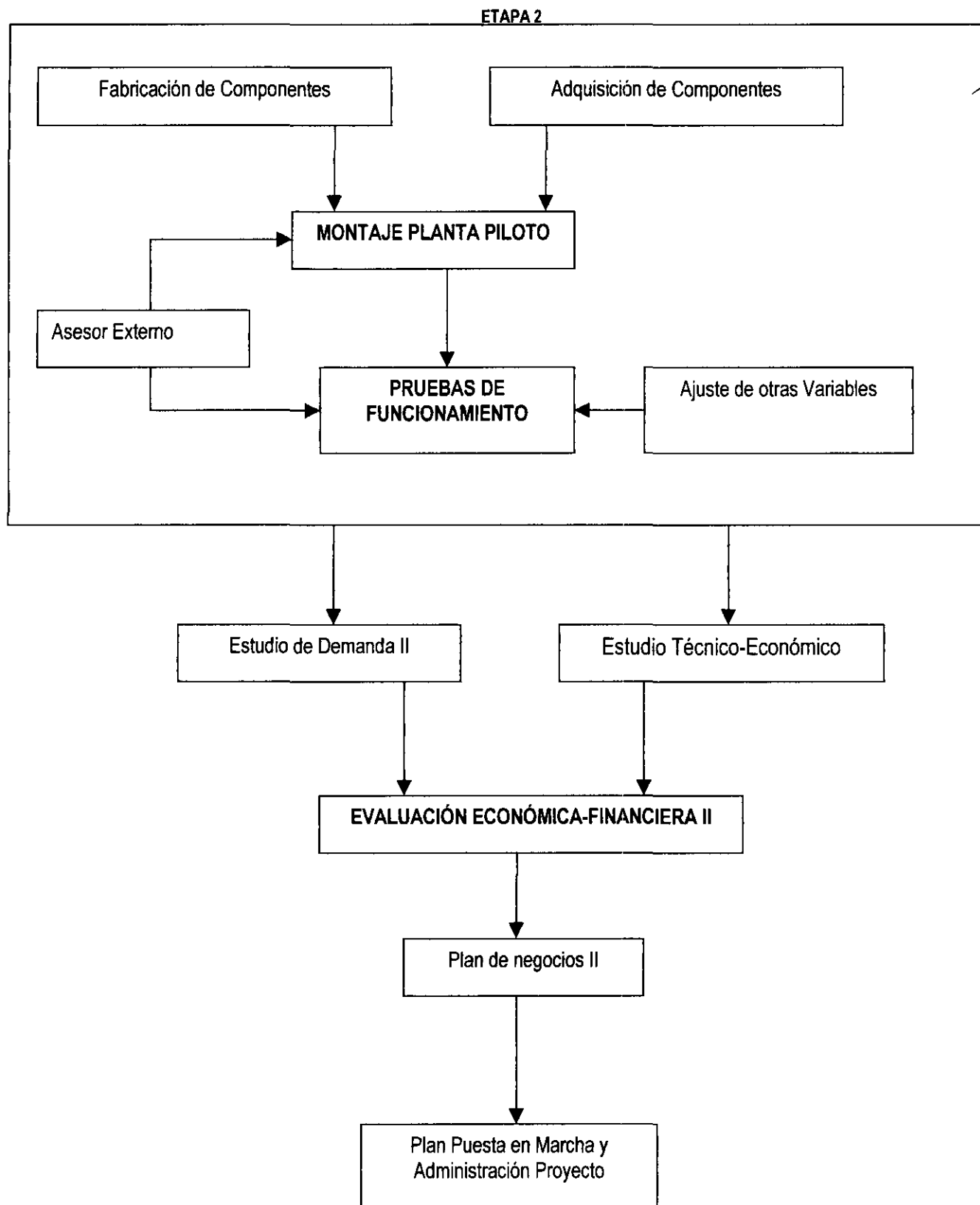
- 1) Fabricación de componentes
- 2) Adquisición de componentes
- 3) Montaje de planta piloto
- 4) Pruebas de funcionamiento
- 5) Asesor externo
- 6) Ajustes de variable
- 7) Estudio de demanda II
- 8) Estudio técnico-económico
- 9) Plan de negocios II
- 10) Evaluación económica-financiera II
- 11) Plan puesta en marcha y administración del proyecto

En virtud de los antecedentes obtenidos de la primera etapa, se concretó la fabricación de una planta piloto, la cual fue puesta a prueba en un grupo de empresas con procesos de galvanoplastia del área metropolitana por un periodo de tres meses.

Con la instalación y puesta en marcha de esta unidad piloto, se realizaron pruebas en empresas tipo, que permitieron determinar las variables del proceso de intercambio y por otra parte la cantidad de materia prima (metales pesados o las sales de estos) obtenidos mediante el sistema de intercambio.

Esto finalmente ha permitido el dimensionamiento de plantas para el tratamiento de sus aguas de enjuague en los procesos de galvanoplastia, con equipos de tamaño compacto, de fácil operación y con buenos rendimientos en el tratamiento de estos Riles, dentro de los objetivos planteados por este proyecto, que es llevar las concentraciones de los metales pesados a los parámetros permitidos por la normativa vigente y por otra parte la recuperación de sus aguas del proceso de enjuague.

Con la información técnica obtenida de las fases 1 y 2 del proyecto, se pudo obtener las variables necesarias para realizar la factibilidad técnica-económica y desarrollar un plan de negocios así como también un plan de puesta en marcha y administración del proyecto.



Todos los puntos técnicos anteriormente expuestos se explican en detalle como descripción de actividades, tanto de la primera fase como de la segunda del proyecto en el Anexo N°3.

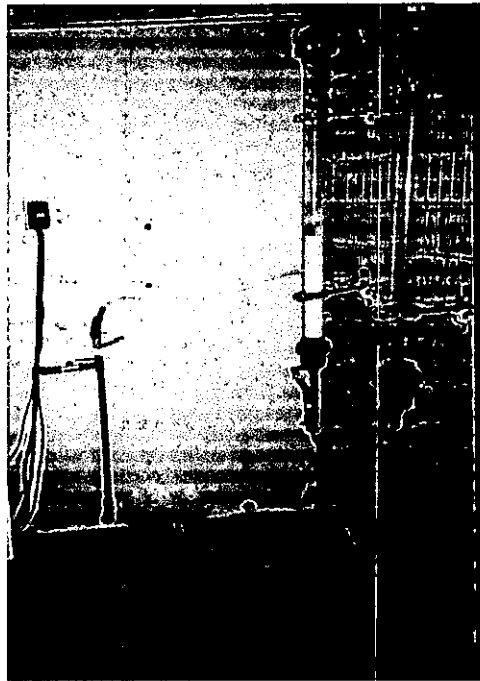
De acuerdo a la carta Gantt descrita en el proyecto, cada una de estos ítems fueron realizados en los periodos acordados.

Resumen de la metodología aplicada en el proyecto:

1.- Para la primera etapa del proyecto:

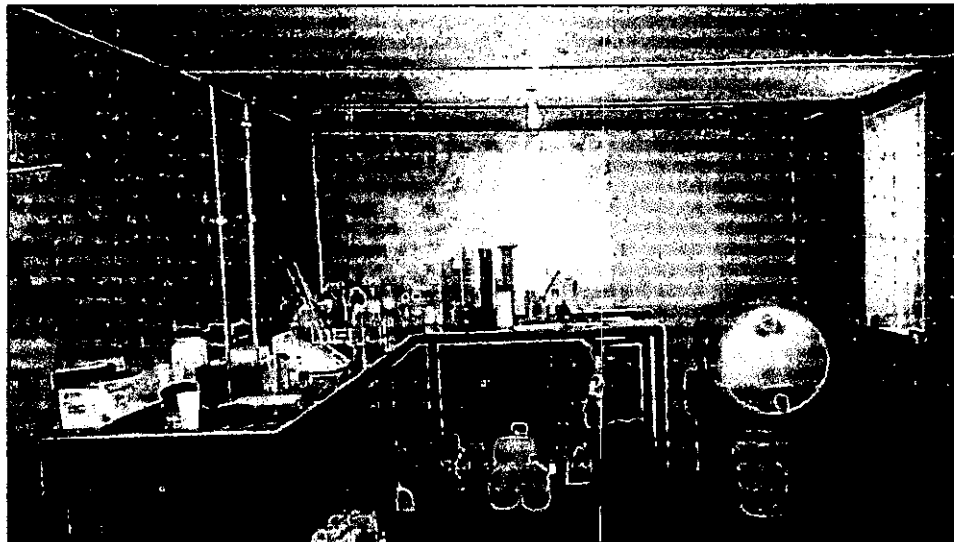
Una vez que se instaló el laboratorio con todos sus componentes, y se puso en marcha el sistema de pruebas de acuerdo a un diseño experimental, se procedió a trabajar con muestras reales de aguas de enjuague de procesos de galvanoplastia, como son zincado, niquelado, cromado entre otros. El tratamiento en el laboratorio que se le dio a las muestras de enjuagues de las empresas, consistió en tomar volúmenes fijos, se procedió a pasar estas soluciones por el sistema. Se testó las muestras puntuales obtenidas, para apreciar el comportamiento del sistema frente a su afinidad por los cationes problema (zinc, níquel, cobre, plomo y hierro), mediante análisis efectuados con espectrofotómetro (visible).

A nivel de laboratorio se pudo efectivamente comprobar la eficiencia del sistema en su captación de metales y verificar otras variables, como tiempos de residencia, velocidad de fluidez, relación ancho largo del sistema, variables de construcción e hidráulicas, de suma importancia para el diseño de la planta piloto y posteriormente relevantes en el diseño del sistema definitivo.



VISTA DE COLUMNAS DE LABORATORIO FASE I

BIBLIOTECA CONFO



VISTA GENERAL DEL LABORATORIO DE PRUEBAS

A partir de los datos obtenidos en la etapa descrita, se pasó al desarrollo de la segunda etapa.

2.- Para la segunda etapa del proyecto:

Con la información de la primera fase del proyecto, fue desarrollada la construcción de una planta piloto de acuerdo al plan descrito anteriormente. Esta planta piloto ha sido diseñada para una evaluación en terreno del proceso, en empresas tipo con procesos de galvanoplastia.

Una vez construida la planta, el desarrollo de las pruebas piloto se efectuaron en seis empresas tipo, del sector Galvanoplastia, las cuales son en un periodo histórico: Empresa 1, 2, 3, 4, 5, y 6, las que son numeradas y no nombradas, debido al echo de no contar con autorización de parte de ellas, para publicar sus nombres comerciales.

Para cada una de estas empresas se realizó una serie de ensayos, consistente en análisis de sus metales pesados en los enjuagues, medición de sus caudales operativos, pH y sólidos suspendidos. Estas operaciones se llevaron a cabo durante los meses en que las empresas se encontraba a plena carga de funcionamiento, con el fin de obtener valores reales de operación y poder definir las variables a considerar en un diseño definitivo.

Se pudo apreciar que aunque los procesos de zincado, niquelado y cobrizado en su base o forma son los mismos, cada una de estas empresas presentaba diferencias en la ejecución de estos, debido a la mayor o menor capacidad productiva y al mismo tiempo, la capacidad o interés de estas, en realizar inversiones para la optimización sus procesos productivos. Es por esto, que se apreciaban grandes diferencias en sus sistemas de producción, en los que se encuentran desde los totalmente automatizadas(dos de ellas), medianamente automatizadas, hasta operaciones semi-manual.

El control de la operabilidad de la planta piloto, fue mediante análisis a sus metales pesados presentes en sus enjuagues, los cuales se realizaron en dos modalidades. En terreno mediante controles semianalítico (varillas para medición de concentración de metales) y en nuestro laboratorio, la medición de valores de concentración mas precisa y exacta, mediante el uso del espectrofotómetro, así como también el uso de laboratorios externos para la verificación de algunos parámetros específicos.

Para la obtención de un valor representativo de muestra, se efectuaba la construcción de una muestra compuesta, tanto de la tina de enjuague, como a la salida del sistema piloto.

En términos de operación, los caudales de los enjuagues fueron llevados a rangos similares de los otorgados por la bomba de la planta piloto, con el fin de tratar el mayor caudal posible, quedando la alternativa que la diferencia no tratada, retornase al sistema, mediante un bypass de retorno.

Por otra parte, una de las principales dificultades encontradas fue el alto contenido de sólidos suspendidos en las tinas de enjuague, lo que determinó realizar el diseño de un filtro anexo (del tipo arena) para la contención de los mismos e evitar de esta forma, contaminar nuestro sistema y con esto reducir la operabilidad de la misma.

Los criterios de análisis químicos y de ingeniería, fueron basados en la información recopilada en la primera etapa que se basó en libros de análisis químicos y diversos libros de ingeniería, actualizaciones vía Internet, información la que finalmente es procesada y discutida por el equipo del proyecto, permitiendo la elaboración de un plan de investigación, construcción de un laboratorio, selección de material de análisis (material de vidrio, pHmetro, fotómetro, etc) y finalmente el desarrollo de una ingeniería básica y de detalle, que permitió el diseño y construcción de una planta piloto para pruebas en terreno que permitieron confirmar los ensayos de laboratorio en cuanto a las posibilidades de un sistema de abatimiento de metales pesados y recuperación de aguas de proceso. La bibliografía utilizada es presentada en detalle en anexo 6.

Para efectos de la operación de regeneración del sistema de intercambio, el proceso de regeneración se ha efectuado en terreno, mediante bidones con las soluciones pertinentes, utilizando un bypas acoplado a la planta piloto misma. En lo que respecta al sistema definitivo de regeneración, se ha diseñado un sistema con contenedores de las soluciones regenerantes y el cual permite efectuar esta operación en forma simultánea y semi automatizada para varias columnas a la vez. El proceso descrito y de acuerdo a los ensayos efectuados, ha obligado a incorporar un generador de agua desmineralizada, debido que la utilización de agua normal (dura) genera la formación de especies químicas interferentes con el proceso mismo, a la vez que reduce la eficiencia de los intercambiadores.

Finalmente, la operación con la planta piloto así como la de regeneración, en cuanto a su diseño y selección de materiales fue discutida y controlada además por el consultor externo, descrito en el programa de desarrollo de este proyecto.

En cuanto a la etapas referidas al estudio económico de esta investigación, podemos resumir:

El estudio Técnico-Económico arrojó la conveniencia de ofrecer una solución técnica estandarizada en tres modelos, el básico con 2 columnas, el Médium con 4 columnas y el Grand con 6 columnas. Cada cliente requeriría una instalación en planta con un período de vida útil de 5 años. Asociado a un servicio de Regeneración Móvil externo, que soportaran un período aproximado de 1 semana entre cada servicio.

De acuerdo a las especificaciones técnicas de la solución, la evaluación económica permitió definir una estructura de precios diferenciado de acuerdo al modelo implantado

El servicio otorgado tiene dos componentes de cobro, según se detalla:

COMPONENTES DEL SERVICIO	Valor Neto UF	Valor Neto \$
Arriendo del Servicio		
Cuota de arriendo mensual por instalación en cliente		
Modelo ASQ2	UF 8.12 mensual	\$ 132.719
Modelo ASQ4	UF 13.41 mensual	\$ 219.189
Modelo ASQ6	UF 18.70 mensual	\$ 305.655
Servicio Móvil de Regeneración		
Cuota mensual por 4,2 Regeneraciones/mes		
Modelo ASQ2	UF 12,26	\$ 200.414
Modelo ASQ4	UF 14,84	\$ 242.576
Modelo ASQ6	UF 17,42	\$ 284.738

Resultados TIR y VAN

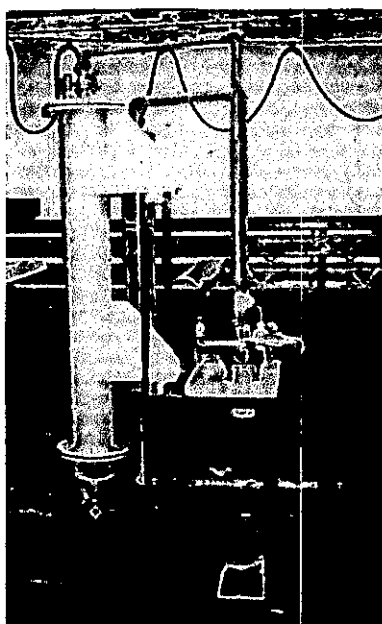
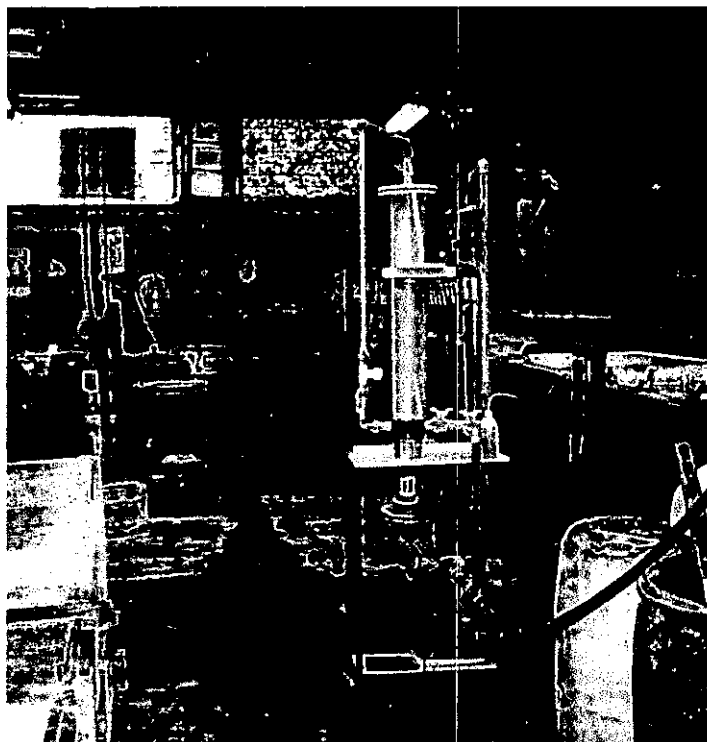
El período de evaluación del proyecto es de 5 años. A partir del 5º año se esperan cambios tecnológicos importantes. la evaluación económica privada del proyecto ha resultado positiva.

La rentabilidad del proyecto arroja los siguientes resultados:

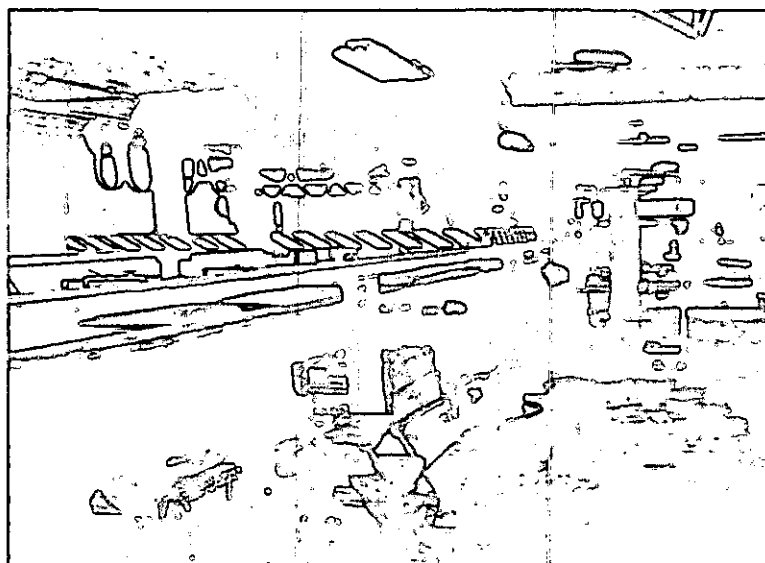
	Tasa Desccto 16%	Tasa Desccto 12%
TIR	25%	25%
	UF 2.529	UF 4.025
VAN	\$ 41.333.566	\$ 65.788.023

Esta etapa esta desarrollada en ANEXO 3.-

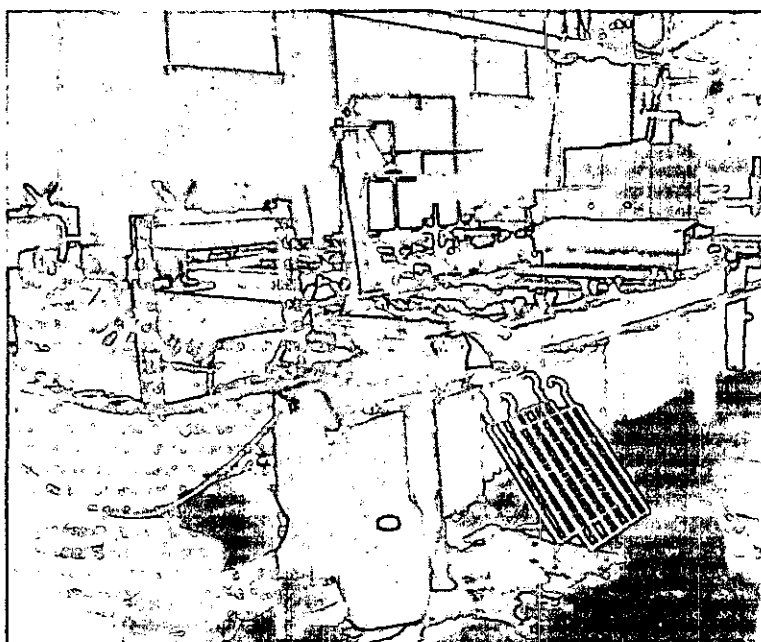
El desarrollo de cada de los ítems dados es representado en la carta Gantt dado en anexo 7.



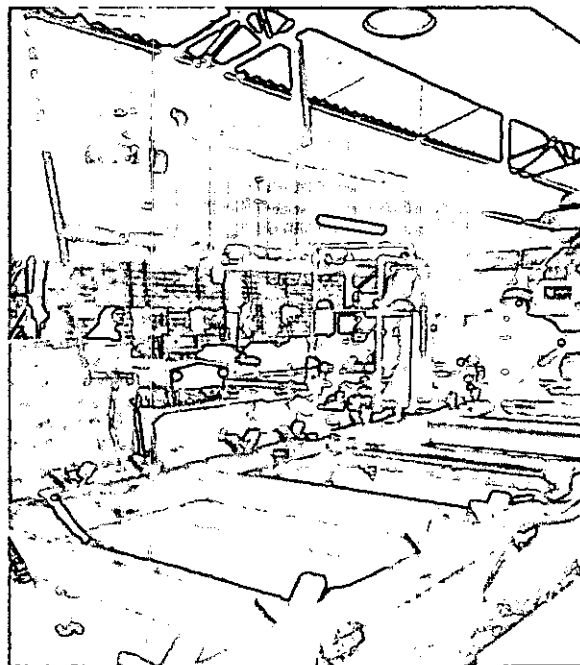
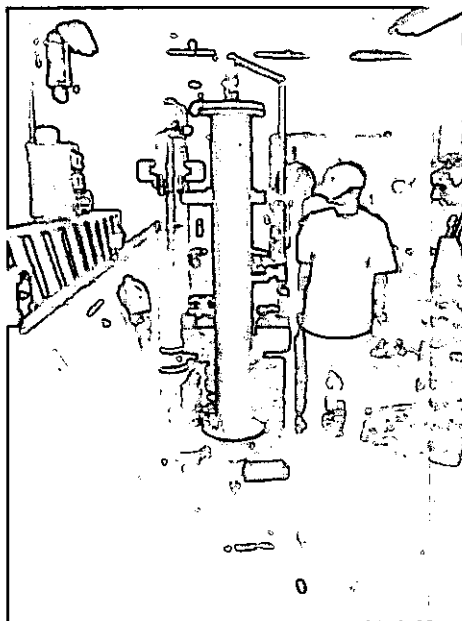
VISTA GENERAL DEL EQUIPO PILOTO



VISTA DEL EQUIPO PILOTO EN PRUEBAS EN PLANTA



VISTAS DEL EQUIPO PILOTO EN PRUEBAS



BIBLIOTECA CORFO



DETALLE DE MEDICION DE pH EN LINEA

ANALISIS EN TERRENO DE PARAMETROS

D. RESULTADOS OBTENIDOS

De acuerdo a las pruebas efectuadas, en la primera etapa del proyecto, la selectividad de la resina seleccionada otorgó resultados óptimos de eficiencia, con rendimientos en el rango del 99% de captura de los metales pesados, con la cual se obtuvo valores de concentración de metales pesados después de pasar por la columna; para el zinc un valor por debajo de los 0.2 mg/l y para hierro menor a los 0.05 mg/l. (ver anexo 5, gráfico 1)

Por otra parte, como ha sido descrito, la primera etapa permitió realizar una serie de pruebas y ensayos de laboratorio con muestras obtenidas en empresas del sector galvanoplastia, con el fin de caracterizar el tipo de Ril generado en los enjuagues, evaluar los iones presentes, sus concentraciones, pH solución y caudales de operación. Mediante esto, mas la información recopilada, se seleccionó el tipo de resina adecuada, efectuándose los ensayos de laboratorio pertinentes. A partir de los datos obtenidos en la etapa descrita, se pasó a una segunda etapa y final, que consistió en la construcción de la planta piloto.

Una vez construida, esta fue probada en seis empresas de galvanoplastia por un periodo de tres meses, pruebas que permitieron determinar la eficiencia del sistema construido, características propias de cada empresa en cuanto sus sistemas productivos, caudales y forma de operación en general.

Para la etapa final de este proyecto, en el desarrollo de las pruebas piloto, un primer problema a resolver fue solucionar el operar con altos contenidos de sólidos suspendidos en las tinas de enjuague. Una vez solucionado en general el sistema de filtrado de los sólidos suspendidos, la planta piloto operó en forma eficiente, dentro de los parámetros considerados, como es caudal (aprox. Entre 300 a 700 L/h).

Uno de los principales problemas detectados en términos operativos, ha sido la variación presente en los caudales de operación en las tinas de enjuague en cada una de las empresas, los que se encuentran entre los 0.2 a 3.6 m³/h. Sin embargo, puedo modularse estos al caudal de operación de la columna, esto de acuerdo a la buena receptividad de parte de las empresas en los ensayos realizados.

En las empresas de prueba, las variaciones en las concentraciones promedio de zinc en las tinas, fueron con valores entre los 34.5 y 84.4 mg/L, (ver cuadro resumen empresas, anexo 3)

En cuanto al dimensionamiento de la planta piloto, se puede concluir que un caudal operativo optimo está en un valor de 0,5-2 m³/h, el cual otorga valores de volumen de resina promedio de 25 L para cada columna, con sistemas que van entre 1 y 6 columnas por empresa, siendo este valor determinado por las concentraciones presentes en los enjuagues de cada empresa. También permite dimensionar tamaños de columnas reducidas, lo que facilita la construcción de un sistema compacto y fácil de insertar en medio de plantas de producción de empresas de tratamiento de

superficie.

Los componentes de la planta piloto (columnas, filtros y fitting) son de polipropileno y PVC respectivamente, materiales livianos, inertes y resistentes a las operaciones y medio al cual estarían sometidos, lo que otorga un beneficio agregado en términos de seguridad y operabilidad. Lo mismo se puede considerar para la planta de regeneración.

Como consecuencia de los resultados obtenidos en los ensayos realizados, se determinó que para las empresas tipo seleccionadas, que corresponden a un universo representativo del sector productivo de tratamiento de superficie, se han diseñado tres tipos de equipos modulares, los cuales cuentan con 2, 4 y 6 columnas con resinas para intercambio iónico.

Las características técnicas de estas son dadas en el cuadro siguiente:

Datos de diseño en Columnas de Intercambio Ionico.

Modelo	N°cartridge	L resina/cart.	Caudal(m³/h)	Dimensiones (LxAxH)(mm)
Modelo ASQ6	6	30	0.8-2.5	1700x700x1600
Modelo ASQ4	4	30	0.6-1.8	1300x700x1600
Modelo ASQ2	2	30	0.4-0.8	525x400x1780

Nota: los valores para dimensiones, corresponden al conjunto de componentes que forman el sistema de intercambio(cartridges, bomba, filtros, etc)

Se puede concluir que de acuerdo a las experiencias presupuestadas para la segunda etapa, se logró resultados óptimos en las pruebas programadas; tanto el equipo diseñado, así también la selectividad del intercambiador seleccionado otorgó resultados altísimos de eficiencia, equivalentes en rendimiento a las obtenidas en el primer periodo del proyecto, con la cual se obtuvo valores de concentración de metales pesados después de pasar por la columna, por debajo de los valores dado por la norma 609 (anexo 4). Además con un ciclo operativo y consumo de regenerante de acuerdo a datos técnicos entregados por el fabricante de la resina.

Se puede agregar que una vez realizada las pruebas de intercambio ionico, para las especies níquel, hierro, zinc, plomo y cobre se consiguió rangos de concentración de los iones por debajo del nivel de detección del método de análisis.

También es de importancia considerar los rangos de pH en que se opera, dada la sensibilidad del intercambiador frente a este parámetro, no solo a su operabilidad o eficiencia, sino también a su durabilidad. A modo de ejemplo, se pudo apreciar que en el caso de la empresa 5, el zincado alcalino con presencia de iones cianuro en el medio, reduce considerablemente la eficiencia del intercambiador. Es también de vital importancia para un trabajo óptimo de parte de un sistema de

intercambio como el descrito, reducir drásticamente la concentración de sólidos suspendidos en las tinas de enjuague, ya que de otra forma, de no mediar un sistema de filtración altamente eficiente en términos de tiempos de operación y captura de estos, parte importante de ellos pasan al medio con resina, bajando ostensiblemente la eficiencia de esta (figura 3, anexo 5).

Por otra parte, es también importante considerar técnicamente la posibilidad de direccionar la salida de los enjuagues hacia un sistema tipo pulmón (acumulación), que contenga la salida de los enjuagues, con la finalidad de mantener una concentración constante en metales pesados, dando esto una mayor eficiencia y control al sistema de intercambio, de otra forma, de acuerdo a los ritmos (frecuencia) de trabajo, se presentan variaciones significativas en las concentraciones de los metales en las tinas, permitiendo que en los periodos de baja o nula operabilidad productiva, la resina a pesar de su selectividad, actúe como un desmineralizador (frente a las altas concentraciones en calcio y magnesio) reduciendo con esto su ciclo de funcionalidad.

De acuerdo a las especificaciones técnicas de la solución, la evaluación económica permitió definir una estructura de precios diferenciado de acuerdo al modelo implantado

El servicio otorgado tiene dos componentes de cobro, según se detalla:

COMPONENTES DEL SERVICIO	Valor Neto UF	Valor Neto \$
Arriendo del Servicio		
Cuota de arriendo mensual por instalación en cliente		
Modelo ASQ2	UF 8.12 mensual	\$ 132.719
Modelo ASQ4	UF 13.41 mensual	\$ 219.189
Modelo ASQ6	UF 18.70 mensual	\$ 305.655
Servicio Móvil de Regeneración		
Cuota mensual por 4,2 Regeneraciones/mes		
Modelo ASQ2	UF 12,26	\$ 200.414
Modelo ASQ4	UF 14,84	\$ 242.576
Modelo ASQ6	UF 17,42	\$ 284.738

Resultados TIR y VAN

El periodo de evaluación del proyecto es de 5 años. A partir del 5° año se esperan cambios tecnológicos importantes. la evaluación económica privada del proyecto ha resultado positiva.

La rentabilidad del proyecto arroja los siguientes resultados:

	Tasa Descto 16%	Tasa Descto 12%
TIR	25%	25%
	UF 2.529	UF 4.025
VAN	\$ 41.333.566	\$ 65.788.023

E. IMPACTOS DEL PROYECTO

En términos globales, la problemática de generación residuos líquidos en Chile, tiene una fuerte implicancia debido a:

- las proyecciones de escasez de recursos hídricos desde la zona central al norte del país,
- imperativo de cumplir las normas de contaminación de Riles,
- impacto en la salud de las personas y en la cadena de ciclo vital de vida vegetal y animal como resultado de la contaminación de aguas.

Se ha construido una base de datos inicial de aproximadamente 170 empresas dedicadas al tratamiento de superficies. Sin embargo al contactar estas empresas nos hemos encontrado que un número importante de estas ha dejado de operar, llegando a una base de aproximadamente de 100 empresas de la Región Metropolitana, lo que igualmente otorga un número alto de fuentes de contaminación, solo en el área de tratamiento de superficie, lo que entrega un universo inicial no menor, para otorgar esta tecnología.

El desarrollo de sistemas de tratamientos de Riles en sectores altamente contaminantes como es el caso del área de tratamiento de superficie, es un problema complejo y normalmente de altos costos. El tratamiento a los Riles de este sector productivo (Galvanoplastia) es normalmente mediante plantas de tratamiento físico-químico, las cuales de acuerdo a su operabilidad, utilizan altos volúmenes de productos químicos, produciéndose grandes cantidades de sólidos (lodos), lo que genera la problemática de la disposición de ellos, los cuales son catalogados como residuos peligrosos. Por otra parte, los altos costos de inversión en lo que significa la construcción y mantención de una planta de tratamiento y finalmente, la problemática que significa el espacio ocupado por este tipo de sistemas.

Mediante el desarrollo de este proyecto, se ha podido evaluar que para un punto importante de generación de contaminación por parte de este sector productivo, lo que son sus Riles, podemos ofrecer una solución integral a la problemática en sí, esto es:

- a) Se ha logrado rebajar las concentraciones en metales pesados, llevando estos a rangos permitidos por la norma chilena para metales pesados.

- b) Se ha diseñado y construido un sistema para el tratamiento de aguas de enjuague, de tamaño compacto, de fácil operabilidad y ubicación dentro de una planta de tratamiento de superficie y fácil transporte, que le otorga versatilidad tanto en su operación, como así también, frente a lo que es mantención.
- c) La problemática de mantención y control de nuestro sistema de intercambio para metales pesados, queda a cargo de un operador externo, el cual se encarga y maneja todas las variables de operabilidad del sistema, desligando con esto a la empresa productiva, de un punto problemático y fundamental al cual normalmente estas empresas no asignan los recursos pertinentes, con lo que se genera serios problemas frente a los entes fiscalizadores.
- d) Permitir la reutilización de sus aguas de proceso, echo fundamental para estos procesos productivos, los cuales hacen uso de grandes volúmenes de agua, lo que en la práctica, significa abaratar costos de producción.
- e) Efectuar la regeneración del sistema de intercambio externamente, facilita la operación misma y a la vez no entorpece la gestión productiva de la empresa a la cual se le otorga el servicio.
- f) Finalmente, la empresa productiva puede recuperar parte importante de los metales pesados que utiliza en su producción, lo que otorga otro punto para abaratar sus costos productivos.

Desde un punto de vista económico, además de los impactos mencionados, esta solución técnica, representa para las empresas PYMES una opción factible de implementar a costo amortizable a la capacidad de formación de capital de estas empresas. Frente a la alternativa de instalar una PTR (planta de tratamiento de Riles), muchas empresas se verán obligadas a cerrar sus procesos, con el respectivo impacto social y económico que esto acarrea.

F. ANEXOS

Anexo 1.- Tabla Actividades

Anexo 2.- Resumen Gastos Reales.

Anexo 3.- Descripción Actividades Técnica.

Anexo 4.- Publicaciones.

Anexo 5.- Gráficos.

Anexo 6.- Bibliografía.

Anexo 7.- Carta Gantt.

ANEXO 1
RESUMEN ACTIVIDADES DESARROLLADAS

**ANEXO N°1****RESUMEN ACTIVIDADES DESARROLLADAS PROYECTO FONTEC N° 200-2469****INFORME FINAL CORRESPONDIENTE AL PERIODO SEPTIEMBRE 2001 A MAYO 2002**

Hitos Verificables Programados:	11		N° actividades programadas
Logro Hitos Verificables :	11	100%	N° de actividades realizadas

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES PROGRAMADAS		ACTIVIDADES REALIZADAS	
	TRIMESTRE 3	TRIMESTRE 4	TRIMESTRE 3	TRIMESTRE 4
Variables escalamiento				
Fabricación de Componentes	100%	0%	100%	0%
Adquisición de Componentes	100%	0%	100%	0%
Montaje Planta Piloto	90%	10%	90%	10%
Pruebas de Funcionamiento	0%	100%	0%	100%
Asesor externo	0%	100%	0%	100%
Ajuste de Variables	0%	100%	0%	100%
Estudio Factib. Econom.				
Estudio de Demanda II	20%	80%	20%	80%
Estudio Técnico Económico	25%	75%	25%	75%
Plan de negocios II	5%	95%	5%	95%
Evaluación Económica-Financiera II	0%	100%	0%	100%
Plan puesta en Marcha y Adm. Del Proy.	0%	100%	0%	100%

BIBLIOTECA CONFO**NOTA:** Las pruebas de Funcionamiento de la planta piloto se desplazaron al periodo marzo- mayo por problemas de Vacaciones y baja produc

ANEXO 2
RESUMEN GASTOS REALES

**GASTOS REALES DEL PROYECTO FONTEC****INFORME DE AVANCE N° 02 CORRESPONDIENTE AL PERIODO MARZO 2001 AL 06 DE JUNIO 2002**

PARTIDA DE COSTO I T E M	GASTOS PROGRAMADOS					GASTOS REALIZADOS					TOTAL GTOS. REALIZADOS	TOTAL REAL ACUMULADO
	PRIMER TRIMESTRE	SEGUNDO TRIMESTRE	TERCER TRIMESTRE	CUARTO TRIMESTRE	TOTAL PROGRAMADO	PRIMER TRIMESTRE	SEGUNDO TRIMESTRE	TERCER TRIMESTRE	CUARTO TRIMESTRE	01/03/2002 AL 06/06/2002		
PERSONAL DIRECCION E INVESTIGACION												
JEFE DE PROYECTO: C. LOPEZ DERPICH	2875000	2875000	2875000	2875000	11500000	2875000	2875000	2875000	2875000	0	11500000	11500000
INVESTIGADOR PROYECTO: G. ESCOBAR R.	2625000	2625000	2625000	2625000	10500000	2219595	3030405	2625000	2625000	0	10500000	22000000
INGENIERO PROYECTISTA: ROBERTO ORSI G.	500000	500000	500000	500000	2000000	500000	500000	500000	500000	0	2000000	24000000
EXPERTO NACIONAL: EMPRESA FIVAL LTDA.	0	0	3996000	0	3996000	0	0	0	0	3996000	3996000	27996000
INGENIERO DE PROYECTO: M. ISABEL ORTIZ	1943000	0	971500	971500	3886000	0	1943000	0	971500	971500	3886000	31882000
SUBTOTALES	7943000	6000000	10967500	6971500	31882000	5594595	8348405	6000000	6971500	4967500	31882000	
PERSONAL DE APOYO Y AYUDANTES												
ANALISTA QUIMICO: V. MARIN - DENIS OLIVA	0	934000	217000	249000	1400000	0	934000	217000	249000	0	1400000	33282000
OPERADORES	0	0	750000	750000	1500000	0	0	0	0	1500000	1500000	34782000
SECRETARIA: DORIS BALBOA	65000	130000	64500	64500	324000	65000	130000	64500	64500	0	324000	35106000
SUBTOTALES	65000	1064000	1031500	1063500	3224000	65000	1064000	281500	313500	1500000	3224000	
SERVICIO MATERIALES Y OTROS												
INFORMACION TECNICA Y DE MERCADO	3000000	0	0	0	3000000	5200	2994800	0	0	0	3000000	38106000
INSUMOS Y MATERIALES FUNGIBLES	362000	362000	0	0	724000	0	755234	0	0	0	755234	38861234
PASAJES Y VIATICOS	2850000	0	0	0	2850000	0	0	0	0	0	0	38861234
ADQUISICION BIBLIOGRAFIA	300000	0	0	0	300000	0	305638	0	0	0	305638	39166872
CONSTRUCCION LABORATORIO	2500000	0	0	0	2500000	447286	987756	465738	391333	208050	2500163	41667035
GASTOS GENERALES	450000	450000	450000	450000	1800000	450000	450000	450000	450000	0	1800000	43467035
SUBTOTALES	9462000	812000	450000	450000	11174000	902486	5493428	915738	841333	208050	8361035	
USO BIENES DE CAPITAL Y OTROS ACTIVOS												
VEHICULO	0	250000	250000	500000	1000000	0	250000	250000	500000	0	1000000	44467035
ARRIENDO TALLER-OFICINA	540000	540000	540000	540000	2160000	540000	540000	540000	540000	0	2160000	46627035
SUBTOTALES	540000	790000	790000	1040000	3160000	540000	790000	790000	1040000	0	3160000	
ADQUISICION BIENES CAPITAL NUEVOS												
COMPUTADOR	500000	0	0	0	500000	0	450114	0	0	0	450114	47077149
MUEBLES DE OFICINA	200000	0	0	0	200000	0	140000	0	0	0	140000	47217149
FOTOMETRO	0	2234000	0	0	2234000	0	1598430	427635	206470	0	2232535	49449684
DESMINERALIZADOR, FILTROS DE TIPO	0	0	2810000	0	2810000	0	0	0	0	2810000	2810000	52259684
ARENA E IMPLEMENTACION EN GENERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52259684
BALANZA	0	319000	0	0	319000	0	247700	0	0	0	247700	52507384
PHMETRO	0	290000	0	0	290000	0	141600	0	0	0	141600	52684984
ANALISIS QUIMICOS, ESTUDIO Y CARACTE-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52684984
RIZACION DE RILES	0	200000	300000	0	500000	0	0	0	0	512398	512398	53161382
TUBOS ACRILICOS	0	72000	0	0	72000	76000	49600	0	0	0	125600	53286982
FITTINGS	0	48000	52000	0	100000	0	32671	0	84599	0	117270	53404252
LAVADERO	0	75000	75000	0	150000	0	0	39408	112672	0	152080	53556332
SUBTOTALES	700000	3238000	3237000	0	7175000	76000	2660115	467043	403741	3322398	6929297	
T O T A L E S	18710000	11904000	16476000	0	56615000	7178081	18355948	8454281	9570074	9997948	53556332	

FIRMA REPRESENTANTE LEGAL EMPRESA

FIRMA CONTADOR

Los documentos originales que respaldan la presente rendición se encuentran disponibles en el departamento de contabilidad de la empresa para cualquier consulta o revisión por parte de FONTEC u otro organismo fiscalizador. Declaro bajo juramento que los datos contenidos en esta declaración de gastos son verídicos, así mismo declaro conocer las disposiciones relativas a sanciones en caso de suministrar información incompleta, falsa o errónea.

Contador Público
Gustavo A. G. G.
R.P. 11.715.199.01.0001
PATRICIA HERNANDEZ

ANEXO 3
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES ETAPA 1 Y 2

ANEXO 3

A) DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO

Las actividades desarrolladas durante la primera fase del proyecto fueron:

1. *Recopilación de Antecedentes*

Esta actividad estuvo enmarcada en reunir la información pertinente para el desarrollo del proyecto, en lo que es antecedentes tanto teóricos como técnicos. En este sentido, se consulto diversos textos especializados, sitios web, empresas que desarrollan sistemas de tratamientos de aguas y las dedicadas al tratamiento de superficies, las que corresponden al sector en donde se pretende efectuar las pruebas del sistema en estudio de este proyecto. Finalmente se sostuvieron charlas entre los distintos profesionales del proyecto para así abarcar todas las áreas de trabajo involucradas.

Mediante este trabajo de recopilación, se evaluó y seleccionó el tipo de resinas, tanto catiónicas como aniónicas, por sus características de durabilidad, eficiencia (capacidad) y tiempos de regeneración para, a partir de ello, implementar un sistema de pruebas de laboratorio, considerando un sistema operativo que permitiese evaluar las capacidades de la resina, tratamiento de enjuague o retrolavado y regeneración de la resina.

De la misma forma, se recabo información de los sistemas de tratamiento de Riles más frecuentemente usados por la empresa nacional en el área de Galvanoplastia, verificándose que el de mayor frecuencia corresponde al sistema de abatimiento de los metales pesados, mediante tratamiento físico-químico, no constatándose sistemas de tratamiento mediante resinas de intercambio, en estos mismos procesos productivos en el tratamiento de superficie.

2. *Análisis y Determinación de Variables*

Para esta actividad se llevó a cabo una tipificación de las variables por tipo de proceso con el fin de determinar los contaminantes presentes en cada uno de ellos, su presentación y concentración. Además se construyó el laboratorio y se llevaron a cabo las pruebas necesarias tendientes a evaluar la capacidad de las resinas frente a diversas situaciones de concentración de contaminantes y caudales.

Para la realización de este hito, fue necesario la construcción de un laboratorio de pruebas, que consta de una superficie de 18 m², en madera y recubierto internamente con linóleo para protección del ataque de soluciones corrosivas, como ácidos y álcalis, con red eléctrica y de agua, mesón de trabajo en polipropileno y muebles de oficina. En lo fundamental, para lo que es trabajo operativo, este laboratorio fue implementado con material de vidrio (matraces, pipetas, probetas, erlenmeyer, etc) instrumental de análisis (espectrofotómetro, medidor de pH y conductividad) kits de análisis de iones (hierro, zinc, cromo) y otros reactivos como ácido clorhídrico p.a e hidróxido de sodio p.a para la preparación de soluciones de regeneración así como también de soluciones patrones para análisis.

La composición del sistema de pruebas a nivel laboratorio para la resina catiónica está compuesta por una columna, tanque para solución problema, tanque de recepción solución pasada por la columna (tanto de enjuague como regeneración), tanque para solución regenerante, bombas, válvulas y fitting.

La solución problema o de estudio, pasa por un filtro que retenga sólidos suspendidos y eventualmente aceites que normalmente se encuentran a nivel de trazas en las aguas de enjuague, para que finalmente pase por la columna correspondiente (catiónica o aniónica). Después de esto, estas aguas deben retornar al sistema de enjuague o ser enviadas al alcantarillado directamente, con todos los parámetros bajo norma.

Después de cumplir su ciclo operativo, la resina es lavada y posteriormente regenerada mediante bomba y a contracorriente, con una solución ácida diluida (para el caso de resina catiónica). Esta solución de regeneración es acumulada en un tanque para su posterior disposición o tratamiento.

Mediante este sistema se evaluó la capacidad de la resina, ciclo operativo, consumo de solución regenerante y consumo de agua de lavado.

La evaluación de los contaminantes (o metales pesados) fue realizada mediante la medición con un espectrofotómetro, tanto en la solución original, como después de pasar por la columna. De acuerdo a la información recopilada de empresas de galvanoplastia, los cationes presentes en las aguas de enjuague de procesos de zincado, los componentes fundamentales presentes en orden de mayor a menor en sus concentraciones son zinc, hierro y plomo. Cada uno de estos elementos está normado en las concentraciones máximas permitidas como residuos líquidos (norma chilena 609), la que es presentada en la siguiente tabla para cada uno de los componentes principales en RILes es:

PARAMETRO	LIMITE MAXIMO PERMITIDO
Aluminio	10 mg/l
Cadmio	0.5 mg/l
Cianuro	1 mg/l
Cobre	3 mg/l
Cromo Total	10 mg/l
Cromo hexavalente	0.5 mg/l
Fósforo	10 – 45 mg/l
Manganeso	4 mg/l
Mercurio	0.02 mg/l
Níquel	4 mg/l
Plomo	1 mg/l
Sulfatos	1000 mg/l
Zinc	5 mg/l

Para el análisis y evaluación de estos parámetros, así como también la operatividad de la resina, el sistema de pruebas a nivel laboratorio consistió en dos tanques de 120 litros cada uno, tanto para la solución problema como el de acumulación de las soluciones (posterior a la prueba, lavado y regeneración); un tanque de 30 litros para solución regenerante; dos columnas para resinas

(catiónica y aniónica) de 4 cm de diámetro y 100 cm de altura, con 0.5 litros de resina, sistema de válvulas plásticas y fitting del mismo material. Para el desplazamiento de las soluciones se utilizaron dos bombas (ver diagrama anterior) para el servicio, lavado y regeneración.

Por otra parte, las muestras obtenidas para los ensayos, fueron recogidas en empresas de tratamiento de superficie con infraestructura y tipo de procesos representativos para las pruebas pertinentes de acuerdo a los objetivos del proyecto.

De esta manera, se efectuaron ensayos con muestras de tinas de enjuague de procesos de zincado y niquelado electrolítico, galvanizado en caliente y cromado. De acuerdo a las pruebas de laboratorio en cuanto a determinación de la capacidad de la resina, se pudo evaluar para cada una de estas empresas, en virtud de sus caudales operativos y concentraciones de metales pesados, el diámetro de columna y volumen de resina.

El tratamiento en el laboratorio a las muestras de enjuagues de las empresas consistió en tomar volúmenes fijos de estos (65 L) y una vez ajustados los caudales operativos para el servicio, lavado y regeneración, se procedió a pasar estas soluciones por la resina cationica. Se procedió a tomar inicialmente muestras cada 5 minutos, para luego efectuarlas cada 30 minutos. Se testó las muestras puntuales obtenidas, para apreciar el comportamiento de la resina frente a su afinidad por los cationes problema (zinc, níquel, cobre, plomo y hierro), mediante análisis efectuados con el espectrofotómetro.

De acuerdo a estos análisis, se pudo verificar que efectivamente la resina logra captar estos iones de las soluciones pasadas a través de ella, logrando rebajar las concentraciones de todos los metales pesados, por debajo de 1 mg/L. El criterio para dar como finalizada la prueba fue el momento de detección de concentraciones de estos cationes en rangos cercanos al límite máximo permitido por la norma 609, descrita anteriormente, que en el caso del zinc, por ejemplo es de 5 mg/L.

3. Identificación de Otras Variables

De acuerdo a las pruebas realizadas en laboratorio, las variables determinantes en el abatimiento de metales pesados como zinc, níquel, cobre y plomo, de soluciones de enjuague en procesos de tratamiento superficial, está determinado fundamentalmente por la capacidad y selectividad de la resina cationica, frente a la competencia de otros cationes presentes en las aguas utilizadas por las empresas, normalmente de pozo, las que presentan alta dureza y por lo tanto, altas concentraciones de calcio y magnesio, iones que frecuentemente son captados por resinas no específicas o selectivas, lo que si no es considerado en el análisis, se obtiene una menor capacidad operativa de la resina y por lo tanto, un menor control en la captación de los iones de mayor interés. Dado que el calcio y magnesio presentes en el agua de red presenta valores no menores y a pesar de la selectividad de la resina, esto ha hecho evaluar la incorporación de un desmineralizador en el diseño final de los equipos, para el proceso de regeneración de la resina.

También es de importancia considerar los rangos de pH en que se opera, dada la sensibilidad de las resinas frente a este parámetro, no solo a su operabilidad o eficiencia, sino también a su durabilidad.

4. Diseño de Planta Piloto (Ingeniería Básica)

De acuerdo a los resultados obtenidos en ensayos de laboratorio, se diseñó un programa que permite de acuerdo a las concentraciones de sus metales pesados en solución, caudales de operación y tiempos de operación del sistema de intercambio en cada una de las empresas en estudio, logra parametrizar el tamaño de columna, volumen de resina, volúmenes de lavado y de regenerante, necesario para cada una de las empresas que permitiría abatir sus metales presentes en sus RILes de enjuague.

Estas variables están relacionadas de la siguiente manera:

Paso1) Se calculan los equivalentes totales de iones a separar.

Paso2) se determina la cantidad total de equivalentes/día a separar

Paso3) se calcula la cantidad de resina requerida sobre la base de la capacidad teórica de la resina y el tiempo que se quiere operar.

Paso4) Cálculo Hidráulico.

Paso5) calculo del servicio (diámetro de tuberías entrada y salida)

Paso6) calculo del retrolavado

Paso7) calculo de regenerante Segun dato técnico, ácido diluido entre el 4 y 10%.

Paso8) calculo de tubería de regeneración

Esto se puede apreciar en la siguiente tabla, con los datos obtenidos de los análisis de las empresas en estudio.

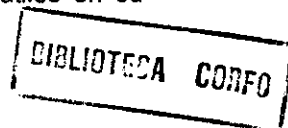
RESUMEN DE PRUEBAS Y DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS			
Tiempo servicio: 16 h		Altura lecho:0.8m	Altura total:1.6m
PROCESO	Caudal (m ³ /h)	Diámetro columna (pulgadas)	Volumen resina (litros)
ZINCADO 1	1.14	7	17.8
ZINCADO 2	0.97	11	48.3
ZINCADO 3	0.25	10	38.7
ZINCADO 4	0.42	8	26.1
ZINCADO 5	1.02	7	20.8
ZINCADO 6	0.99	6	16.1
ZINCADO 7	0.9	5	10.2
NIQUELADO1	0.96	9	31.2
NIQUELADO2	1.06	5	11.5
NIQUELADO3	0.2	4	7.7
GALVAN.CAL1	0.5	6	15.1
GALVAN.CAL2	0.91	7	21.9
CROMADO1	0.35	4	6
CROMADO2	0.28	4	5.9

Nota: en la columna proceso, cada uno de los procesos indicados (zincado, niquelado, etc) corresponde a una empresa en particular.

En virtud de estos resultados, se consideró dimensionar las columnas para estas mismas empresas, usando un caudal fijo operativo promedio, de 0.5 m³/h, que corresponde a un valor considerado óptimo de operación para una planta piloto. Al fijar este parámetro se obtuvo los siguientes valores de diámetro de columna y volumen de resina, que son entregados en la siguiente tabla.

RESUMEN DE PRUEBAS Y DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS A CAUDAL FIJO			
Tiempo servicio: 16 h		Altura lecho: 0.8m	Altura total: 1.6m
PROCESO	Caudal (m³/h)	Diámetro columna (pulgadas)	Volumen resina (litros)
ZINCADO 1	0.5	4	7.8
ZINCADO 2	0.5	8	24.9
ZINCADO 3	0.5	14	77.4
ZINCADO 4	0.5	9	31.1
ZINCADO 5	0.5	5	10.4
ZINCADO 6	0.5	4	8.2
ZINCADO 7	0.5	4	5.7
NIQUELADO1	0.5	7	18.9
NIQUELADO2	0.5	4	5.4
NIQUELADO3	0.5	7	18.3
GALVAN.CAL1	0.5	6	15.1
GALVAN.CAL2	0.5	5	12
CROMADO1	0.5	5	8.6
CROMADO2	0.5	5	10.6

De acuerdo a estos valores, se ha estimado construir columnas de diámetro de 6 pulgadas, con caudal de entrada a esta de 0.5 m³/h, ya que el dimensionamiento otorgado por estos valores se ajustan a los criterios de fabricación de las columnas o cartridges, haciéndolas versátiles en su construcción, ubicación en espacios reducidos y transporte.



5. Ingeniería de Detalle

La ingeniería de detalle fue diseñada y ejecutada de acuerdo a los planos dados en el primer informe de avance de este proyecto.

6. Diagnostico Sectorial:

Se desarrolla una breve reseña del contexto en que se encuentra la problemática de generación residuos líquidos en Chile, que tiene una fuerte implicancia debido a: i) las proyecciones de contaminación escasez de recursos hídricos desde la zona central al norte del país, ii) imperativo de cumplir las normas de riles, iii) impacto en la salud de las personas y en la cadena de ciclo vital de vida vegetal y animal como resultado de la contaminación de aguas.

Se presenta una reseña regional de la II Región de Antofagasta, VIII Región del Bio-Bio y de la XIII Región Metropolitana, acerca de los recursos hídricos, su problemática ambiental e inversiones más importantes asociadas a la gestión ambiental de Riles.

Posteriormente se entrega una reseña acerca de la normativa de aguas, acompañadas de una descripción de las normativa atinentes al tratamiento de RILES.

Resumiendo, en el periodo comprendido entre 1998 al 2020, se espera un incremento de la población de Chile en más de 4 millones, lo cual supondrá una fuerte presión ambiental, en particular sobre los requerimientos de agua de la población y sus distintos usos. El desarrollo socio-económico esperado y la creciente internacionalización de la economía nacional, junto con la creciente presión de mejoramiento del medio ambiente representa un gran desafío para nuestro país.

La naturaleza del recurso hídrico presenta un conjunto de características que lo constituyen en un bien público, el que se hace más crítico ante las marcadas diferencias en las disponibilidades regionales como al volumen requeridos por estas, con creciente tendencia a la escasez, especialmente en la zona central y norte del país.

En el largo plazo, la oferta del recurso es inelástica, mientras que la demanda es creciente. Ello supone una real limitación al potencial de crecimiento de las regiones que presenten problemas que junto a una mayor degradación del recurso, supone serias dificultades para el manejo del desarrollo sustentable.

El presente estudio esta centrado en desarrollar esta Tecnología de Tratamiento de Aguas de Descarte en la Región Metropolitana en una primera etapa. Del resto de las Regiones del país las mas afectada por la degradación del agua por evacuación de aguas servidas domesticas, actividad industrial y urbana con exigencias severas de intervención, son las zonas de Valparaíso-Viña del Mar y Concepción-Talcahuano, que junto a la Región Metropolitana son las tres zonas del país con mayor contaminación de Riles. Sin embargo la Zona Norte hasta la cuenca del Aconcagua, presenta serias limitaciones, en que II Región de Antofagasta es la más deficitaria del país, resultado del uso intensivo de la actividad minera de la región.

7. Estudio de Demanda I:

Consistió en un dimensionamiento inicial del primer mercado objetivo del estudio, que son las empresas dedicadas al tratamiento de superficies.

Se construyo una base de datos inicial de aproximadamente 170 empresas dedicadas al tratamiento de superficies. Sin embargo al contactar estas empresas nos hemos encontrado que un numero importante de estas ha dejado de operar, llegando a una base de aproximadamente de 100 empresas. De esta base de datos se eligieron las empresas para desarrollar las pruebas pilotos, que si bien tienen un carácter técnico, permitirá evaluar con datos reales la aplicación de este servicio en este sector.

Mercado Objetivo

El mercado objetivo del "**Servicio de Recuperación de Metales y Aguas de Proceso**" está constituido por las empresas PYME dedicadas al recubrimiento de superficies entre las que se encuentran las empresas de los siguientes subsectores:

- Galvanizado en caliente.
- Galvanoplastias (cromado, niquelado, zincado, anodizado.)
- Procesos de fosfatizado previo a pintura.

En la etapa de introducción de este servicio se espera atender a la Región Metropolitana por su tamaño. A partir del segundo año de operaciones se espera salir hacia las Regiones del Bio-Bio y Antofagasta, puesto que son las zonas más expuestas a la contaminación de desechos industriales.

8. Estudio de la Oferta:

El objetivo es estudiar la estructura del mercado de oferentes de servicios de tratamiento de aguas en todas sus formas.

Es estudio se inició con la construcción de un catastro de 70 empresas dedicadas al tratamiento de aguas servidas y Riles, las cuales fueron investigadas a través de la página Web de cada una de las empresas y entrevistas a ejecutivos del sector,

9. Plan de Negocios I:

Se entregan las bases del plan de negocios, referido principalmente a las políticas que guiarán el estudio y posterior implementación de esta línea de negocios. Este que será completado de acuerdo a las pruebas piloto en la II Etapa.

10. Evaluación Económica y Financiera:

En esta etapa, aún no existían antecedentes que evidenciarán una nueva evaluación. Los criterios expuestos en la presentación de este proyecto a FONTEC se re-evaluarán a partir de las pruebas piloto en empresas tipos. A esa fecha, sólo se replanteó que el periodo de evaluación del proyecto debe ser de 4 años. A partir del 5° año necesariamente deben producirse mejoras tecnológicas sustanciales. Asimismo se ha re-estimado la vida útil de la planta regeneradora piloto y el Laboratorio a 4 años.

B) DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN SEGUNDA ETAPA DEL PROYECTO

La segunda etapa corresponde al montaje de la planta piloto, la cual estaba conformada por los

- items:
- 1) Fabricación de componentes
 - 2) Adquisición de componentes
 - 3) Montaje de planta piloto
 - 4) Pruebas de funcionamiento
 - 5) Asesor externo
 - 6) Ajuste de variables
 - 7) Estudio de Demanda II
 - 8) Estudio Técnico Económico
 - 9) Plan de Negocios II
 - 10) Evaluación Económica-Financiera II
 - 11) Plan de Puesta en Marcha y Administración del Proyecto

Para el desarrollo Técnico, que consta de los puntos 1) a 6) de la pauta anterior, se puede mencionar:

- 1) **Fabricación de Componentes.** De acuerdo a la ingeniería de detalle, varios componentes de la planta piloto fueron construidos en talleres externos, como son la columna, filtro tipo arena y soporte de la planta piloto en fierro pintado.
- 2) **Adquisición de componentes.** Los elementos que lleva el sistema piloto, como bomba, filtro de cartucho, manómetro y fitting en general, fueron adquiridos en empresas del ramo, en forma local y de acuerdo a especificaciones determinadas por ASQUIM, para esta actividad se favoreció el costo calidad de los componentes
- 3) **Montaje de planta piloto.** Una vez completados los dos puntos anteriores, se procedió al montaje definitivo de la planta piloto, efectuándose las marchas blancas respectivas. Esta planta cuenta con los siguientes componentes: 1 columna en PP de 1800 mm de altura, 12 L de resina catiónica; un filtro de cartucho en PVC, fitting en PVC, bomba para operar con 1 m³/h como máximo. Todo el sistema mencionado como el de soporte del mismo, es descrito por los planos entregados en el primer informe.
- 4) **Pruebas de funcionamiento.** Estas fueron realizadas en 6 empresas del sector de Galvanoplastia, en un periodo de tres meses. Los resultados globales de las pruebas son dados en las tablas resumen mas adelante.

Para fines de regeneración, se implementó un sistema para efectuar esta operación en terreno mismo, mediante inserción de bidones conteniendo solución regenerante, acoplado un bypas a la planta piloto, para efectos de realizar el proceso de regeneración. Una vez detectada saturación en la resina (aproximadamente en un rango de 10 mg/L a la salida de la columna en zinc), se preparaba solución ácida y básica en el laboratorio, transportándose estas a la empresa en la que se estaba efectuando la prueba.

Se uso como criterio de saturación las concentraciones de zinc por el echo de que es el componente mayoritario y con valores muy por encima de los otros metales presentes, como es níquel y cobre y a la vez, la resina utilizada presenta una afinidad selectiva por estos iones, en que estos dos últimos son los primeros en ser captados, lo que fue confirmado por análisis realizados. Metales como plomo o hierro están presentes en rangos prácticamente indetectables por análisis cuantitativo en el punto de estudio (tina de enjuague), por lo cual finalmente no fueron considerados en nuestra investigación a nivel de análisis de laboratorio, una vez comprobada que su presencia se encontraba a nivel de trazas.

La metodología operatoria y los resultados obtenidos en las empresas en estudio es descrita a continuación.

Las pruebas de funcionamiento y ajuste de variables fueron realizadas entre los meses de marzo a mayo y son descritas a continuación.

i) **Empresa 1**, con una concentración en la tina de 48 mg/L, se operó durante 2 horas (volumen de tina =649 L). La columna no presenta agotamiento (Zn)=0.2 mg/L). No se efectuaron mas pruebas por el echo de que esta empresa no presentaba carga de trabajo en el periodo de prueba.

ii) **Empresa 2**, presentando en la muestra puntual de la tina (Zn)= 54.9 mg/L se trabajó durante 12 horas, comprendidos entre el 11 y 12 de marzo. Después de este periodo, se obtuvo en la salida de la columna (Zn)=4.28 mg/L. Se hace notar que durante este periodo se operó con caudales variables en la columna, debido a problemas con los sólidos suspendidos en la tina (altos), generándose caídas notables de caudal que fueron entre 488.3 L/h y 98 L/h. Después de este periodo, se regeneró la resina y se construyó un filtro del tipo arena (7-8 K de cuarzo), con tres tipos de granulometría.

Finalmente se trabajó los días 18 y 19 de marzo, 6 horas cada uno de ellos. En el primero, al final de la jornada se obtuvo una concentración a la salida de la columna de (Zn)= 0.37 mg/L. En el segundo día, se consiguió (Zn)=6.2 mg/L.

Las variables controladas fueron conductividad y pH a la salida de columna. Posteriormente no se efectuaron pruebas debido a periodo de mantención en la empresa.

iii) **Empresa 3**, se operó con filtro de arena modificado en cuanto a granulometría (única) durante dos días (25/3/02 y 26/3/02).

El día 25 se trabajó 5.25 horas, con una (Zn) entre 40-100 mg/L (cualitativo). Se tomó muestra puntual de tina al inicio de la jornada, que arrojó (Zn)=13 mg/L (cuanti) pero se estimo errónea al ser un punto instrumental casi en el límite inferior(0.26) y de acuerdo al cualitativo (40-100 mg/L), se estimó un valor de 50 mg/L. El caudal operativo a la salida de la columna fue de 445 L/h.

Al no producirse variaciones en el manómetro, se asumió un caudal constante de operación. La concentración de Zn a la salida de la columna, al final de la jornada fue de 14 mg/L(cuantitativo). El día 26 se trabajó durante 7.5 horas, con caudal constante a la salida de la columna (aprox.=500 L/h) y tina totalmente renovada, arrojando el análisis cualitativo de Zn en la tina del orden de 40 a 100 mg/L. Se tomaron muestras puntuales en la tina en distintos periodos de operación y generándose

una compuesta de estas, la que fue analizada cuantitativamente, obteniéndose (Zn)= 19 mg/L. El valor obtenido de la muestra a la salida de la columna al final de la jornada fue de 0.76 mg/L. No se efectuaron posteriores pruebas por caída de producción en la empresa.

iv) Empresa 4, se efectuaron pruebas los días 1, 2, 3, 4 de Abril.

El día 1 se operó por 8 horas, obteniéndose una muestra compuesta de la tina de enjuague, con (Zn) = 60,8 mg/L (cuantitativo-Asquim) y de (Zn) = 84,3 mg/L (cuantitativo- SGS), por lo tanto (Zn) promedio fue de 72.6 mg/L y un caudal promedio operativo en la columna de 376,3 L/h.

Día 2 se operó por 7,5 horas, el caudal promedio de la columna fue de 338.9 L/h. La concentración de Zn en la muestra final a la salida fue (Zn) = 2.19 mg/L(cuantitativo).

Día 3 se operó por 4 horas debido a disminución en carga de trabajo, se obtuvo en la muestra de salida (Zn) = 5.69 mg/L y el caudal promedio de la columna fue de 330.8 L/h.

Finalmente el 4 de abril se operó por 4 horas por la misma razón del día 3. La concentración de Zn a la salida fue de (Zn) = 3.3 mg/L y el caudal de la columna fue de 259.6 L/h.

v) Empresa 5, las pruebas fueron realizadas los días 16 y 17 de abril.

El día 16 se operó por 6 horas, arrojando la muestra compuesta de la tina un valor de (Zn) = 46.8 mg/L, el valor de la muestra a la salida dio (Zn) = 24.8 mg/L y el caudal promedio de la columna fue de 285.7 L/h.

El día 17 se operó por 2.5 horas, en que la compuesta de la tina dio (Zn) = 61.5 mg/L, con un caudal de la salida de 387.6 L/h.

vi) Empresa 6, se efectuaron pruebas los días 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15 de mayo con un total de 45.5 horas. El sistema operó en forma óptima en términos de filtros y caudal constante para cada uno de los días. Se efectuaron cinco regeneraciones entre el periodo de las pruebas.

Las tablas resumen de los valores obtenidos para cada una de las empresas son las siguientes:

EMPRESA 1

Dia	Horas	Caudal op. Prom(L/h)	(Zn)tina(mg/L)	(Zn)salida(mg/L)	Gr Zn columna
6/3/02	2	327.3	48	0.2	31.4

Zn prom.= 48

EMPRESA 2

Dia	Horas	Caudal op. Prom(L/h)	(Zn)tina(mg/L)	(Zn)salida(mg/L)	Gr Zn columna
11/3/02	4.5	383.3	54.9		94.8
12/3/02	7.5	100(aprox)	54.9	4.28	41.2
18/3/02	6	150	54.9	0.37	49.4
19/3/02	6	162.8	54.9	6.2	53.6

Zn prom.= 54.9

EMPRESA 3

Dia	Horas	Caudal op Prom(L/h)	(Zn) tina(mg/L)	(Zn) salida(mg/L)	Gr Zn columna
25/3/02	5.25	445	50	14	116.8
26/3/02	7.5	500	19	0.76	71.3

Zn prom.= 34.5

EMPRESA 4

Dia	Horas	Caudal op Prom(L/h)	(Zn) tina(mg/L)	(Zn) salida(mg/L)	Gr Zn columna
1/4/02	8	376.3	72.6		218.6
2/4/02	7.5	338.9	72.6	2.19	184.5
3/4/02	4	330.8	72.6	(5.69)	96.1
4/4/02	4	259.6	72.6	3.3	75.4

Zn prom.= 72.6

EMPRESA 5

Dia	Horas	Caudal op Prom(L7h)	(Zn) tina(mg/L)	(Zn) salida(mg/L)	Gr Zn columna
16/4/02	6	285.7	46.8	24.8	80.2
17/4/02	2.5	387.6	61.5	(0.2)	59.6

Zn prom.=54.2

EMPRESA 6

Dia	Horas	Caudal op Prom(L7h)	(Zn) tina(mg/L)	(Zn) salida(mg/L)	Gr Zn columna
7/5/02	6	614.7	68	21.4	250.8
8/5/02	6	469.6	128.7	35.8	362.6
9/5/02	7	409.8	210	204	602.1
10/5/02	7	383.2	54.7	40.9	146.7
13/5/02	7	371.2	67.8	50.6	176.2
14/5/02	6.45	708.8	13.1	1.49	59.9
15/5/02	6	532.7	48.8	29.1	155.9

Zn prom.= 84.4

Se puede mencionar que se apreciaron altas variaciones en las concentraciones en los metales pesados presentes en las tinas de enjuague, lo que en forma puntual en la empresa 6 llegó a 210 mg/L (Fig 2, anexo 5). Esto último da un antecedente de la necesidad de direccionar los Riles de enjuague a un sistema colector (pulmón), para beneficio del sistema de intercambio, en el que este presente además un enjuague de recuperación previo al continuo (al cual está conectado el sistema de las resinas) para llevar el sistema a concentraciones en zinc manejables, de otra forma se producirá un agotamiento en un periodo muy breve de tiempo de la columna(s) (Fig. 3, anexo 5).

En virtud de lo anterior, por ejemplo, el tiempo de operación de la columna para un agotamiento considerado de la resina cercano al valor de 15 mg/L (la norma para el Zn =5 mg/L), se encuentra en

un periodo mínimo de 5 horas, con un valor cercano a los 50 mg/L de Zn presente en los enjuagues de zincado electrolítico (Fig. 3, anexo 5).

De acuerdo a lo evaluado en los dos párrafos anteriores, considerando un sistema como el que se trabajó los dos últimos días de prueba en la empresa 6, con la incorporación de una tina de enjuague estanco, previo al enjuague continuo, se redujo considerablemente la concentración de zinc, aproximadamente a menos de la mitad (84.4 a 30.1 mg/L), permitiendo alcanzar una concentración a la salida de 15 mg/L en zinc (valor estimado por gráfico) en 12 horas (Fig4, anexo 5).

La figura 5, (anexo 5) da cuenta del tiempo de agotamiento (teórico) de la columna, en función de los equivalentes de zinc presentes en tina de enjuague (Tecbolt) para cada uno de los días de prueba. Es claro que la sola consideración del ión zinc como único participante en la solución, lleva a elevados errores de estimación en la capacidad de la resina, ya que en el mejor de los casos, el tiempo de "saturación" de la resina a un rango de 15 mg/L, se logró en 12 horas (Fig.4, anexo 5), que de acuerdo al cálculo teórico se estima en 63 horas; o sea, 5.23 veces menor tiempo que el estimado en forma teórica. Esto demuestra de alguna forma, que la participación de otros iones (probablemente Ca y Mg) no es menor, por lo tanto es fundamental la necesidad de evaluar cada caso, de tal forma, en que las concentraciones en tina sea del rango 30 a 50 mg/L, lo que permite operar una columna como la de prueba, en un rango de aproximadamente de 12 horas/columna.

En lo que respecta al desarrollo del estudio económico, que corresponde a los puntos 7) a 11) de la pauta general, estos son descritos a continuación:

- 5) **Asesor Externo.** Se contrató un asesor externo, el cual apoyó el desarrollo de las pruebas de funcionamiento así como también las modificaciones posteriores que se efectuó al sistema diseñado.
- 6) **Ajuste de variables.** De acuerdo a los resultados obtenidos durante las pruebas, fue necesario efectuar modificaciones tanto al equipo mismo (planta piloto), como fue la introducción de un filtro tipo arena, como fue considerar la introducción de un desmineralizador para las soluciones regenerantes, así como ajustes en caudales operativos.

En lo que respecta al estudio económico, dado por los puntos 7 a 11, de la pauta general, esta es descrita de la siguiente forma:

ESTUDIO DE MERCADO

Antecedentes de la Demanda: La investigación en las empresas PYME dedicadas al recubrimiento de superficies, de la Región Metropolitana, susceptibles de aplicar las pruebas pilotos, permitió profundizar en el conocimiento del primer mercado objetivo de la presente investigación. Si bien se detectó que el tamaño del mercado no era mayor de las 170 empresas iniciales, se pudo observar que la conformación de los procesos productivos, obligaba a entregar soluciones de mayor tamaño. La hipótesis inicial de requerimientos de servicio de 2 o 4 catridges, basado en el caudal y concentraciones en aguas de descarte, fue confirmada, agregando la necesidad de un modelo de 6 columnas.

En esta primera etapa el estudio se orientó a la Región Metropolitana, contando con una base de datos de los potenciales clientes. Sin embargo se espera ampliar la investigación a la Regiones II (Antofagasta), V(Quinta) y VIII (Bio-Bio). Para ello ya se cuenta con los antecedentes sectoriales, incorporados en el Diagnóstico de la primera etapa.

Antecedentes de la Oferta: De la base de datos inicial de las empresas oferentes del sector medio ambiental, se detectó que el 60% están orientadas al tratamiento de aguas servidas. Ninguna esta orientada a solucionar el tratamiento de aguas de descarte de las PYMES, bajo la modalidad de servicio, que no requiere inversión en infraestructura, ni declaración de impacto ambiental y proyecto a la Superintendencia de Servicios Sanitarios, tal como lo indica la Ley bases del Medio Ambiente N°19.300 y su reglamento y la Ley 3.133 del MOP. Por lo tanto, la competencia más directa, son las plantas de tratamiento de aguas, que no necesariamente tratan en forma específica los contaminantes de estos procesos. Ello constituye una oportunidad de ofrecer una solución técnica acorde a las capacidades económicas de la PYME. Sin embargo, las barreras de entrada son bajas, puesto que este sistema es resultado de un acucioso estudio emprendido por ASQUIM, puede ser imitado con soluciones no necesariamente rigurosas en cuanto a los resultados en el nivel de recuperación de las aguas de descarte, pero que buscarían ser aún más económicas, puesto que las resinas constituyen un factor relevante en el costo de los servicios. Riesgo, que justifica de sobremanera el apoyo brindado por FONTEC para apalancar esta inversión en Investigación práctica.

PLAN DE ESTRATEGICO

Mercado Objetivo: En esta primera etapa el Sistema de Recuperación de Aguas de Descarte, contempla la atención de los siguientes subsectores de empresas de la Región Metropolitana, esperando ampliar la investigación a la Regiones II (Antofagasta), V(Quinta) y VIII (Bio-Bio).

- Galvanizado en caliente.
- Galvanoplastias (cromado, niquelado, zincado, anodizado.)
- Procesos de fosfatizado previo a pintura.

Descripción de la Oferta de Servicio: El estudio corroboró la apreciación inicial del servicio a ofrecer, el cual se compone de:

Etapas	Descripción
1º	Detección y negociación del prospecto cliente Levantamiento de requerimientos Firma de contrato de servicios
2º	Construcción e Instalación del Sistema de Intercambio en Cliente
3º	Servicio Móvil :Instalación y retiro de cartridges Medición de contaminantes
4º	Supervisión del sistema y detección de necesidades

Evaluación Económica del Proyecto

Tal como se expuso en la propuesta del estudio, las estimaciones se hacen desde un punto de vista incremental y con un criterio conservador. Las inversiones a realizar en la Fase productiva serán escalables acorde al flujo de clientes de modo de invertir con riesgo relativamente controlado. Los inversionistas exigen un 16% de tasa de descuento dado el carácter de proyecto tecnológico con alto riesgo de obsolescencia.

Estimación de Ventas

BIBLIOTECA CONFO

Volumen Clientes Estimado

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total Anual
Año 1													
Incremento	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	24
Total Client/mes	1	4	6	8	10	12	14	16	18	21	23	24	
Año 2													
Incremento	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	20
Total Client/mes	25	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	44	
Año 3													
Incremento	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Total Client/mes	44	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Año 4													
Incremento	1	2	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	10
Total Client/mes	55	57	58	60	61	62	63	64	64	64	64	64	

Se estima que en el primer año se alcanza una atención de 24 clientes, el segundo asciende a 44, el tercero a 54 y el cuarto año a 64 empresas. A partir del 44° mes no ingresan nuevos clientes bajo esta solución técnica. Ante el eventual crecimiento de las operaciones de un cliente se enfrenta con el aumento de la frecuencia de servicios móviles o la instalación de dispositivos adicionales. En su defecto una baja en la actividad de una empresa, disminuye el número de servicios móviles/mes.

La demanda de servicio por cliente esta dada por el tamaño del Modelo requerido(2, 4, o 6 columnas) y el número de visitas del servicio móvil, requeridas en un mes. En la evaluación de la solución técnico-económica, se diseñaron los modelos estimando una regeneración promedio semanal, a fin de hacerlo más eficiente, desde el punto de vista costo/beneficio.

Demanda Estimada por Cliente

N° de visitas/mes= 4,2 veces/mes

Estructura de Precios

El servicio otorgado tiene dos componentes de cobro, según se detalla:

COMPONENTES DEL SERVICIO	Valor Neto UF	Valor Neto \$
Arriendo del Servicio		
Cuota de arriendo mensual por instalación en cliente		
Modelo ASQ2	UF 8.12 mensual	\$ 132.719
Modelo ASQ4	UF 13.41 mensual	\$ 219.189
Modelo ASQ6	UF 18.70 mensual	\$ 305.655
Servicio Móvil de Regeneración		
Cuota mensual por 4,2 Regeneraciones/mes		
Modelo ASQ2	UF 12,26	\$ 200.414
Modelo ASQ4	UF 14,84	\$ 242.576
Modelo ASQ6	UF 17,42	\$ 284.738

Se estima que la instalación inicial en cliente se hace dentro de los 30 días. La facturación de los servicios otorgados en el mes se factura a final del mes con pago a 30 días, por lo tanto se dispone de ingresos al tercer mes.

Gestión Comercial

Dado su carácter eminentemente técnico y el conocimiento del sector que se espera servir, el primer año, será desarrollado por el Gerente General y el jefe de Proyectos, como se muestra a continuación. Sólo en el segundo año se incorpora un Técnico Químico orientado a servicio cliente, encargado de mantener la base instalada y captar nuevos clientes.

Etapas	Descripción	Responsable
1°	i) Detección y negociación del prospecto de cliente ii) Levantamiento de requerimientos iii) Firma de contrato de servicios	Gerente General (i) y (iii) Jefe Proyecto (i) y (ii) Técnico Químico (desde 2° año)
2°	Construcción e Instalación del Sistema de Intercambio en Cliente	Jefe Proyecto (dirección)
3°	Servicio Móvil :Instalación y retiro de cartridges Medición de contaminantes	Asistentes
4°	Supervisión del sistema y detección de necesidades	Jefe de Proyecto Encargado de servicio a clientes (año2)

Inversiones

El proceso de inversiones se ha dividido en dos Fases: 1 y 2.

Fase 1: Toda la inversión han sido de carácter innovativo , asciende a M\$ 53.988,(UF 3.303). Incorpora construcción de la planta piloto y el Laboratorio, materiales técnicos, el equipo profesional responsable del desarrollo del proyecto y el uso de bienes de capital asignado al proyecto.

Fase 2: corresponde a las inversiones propias de implementación del servicio. Tiene tanto inversión innovativa como productiva.

Las inversiones productivas son:

- **Equipos para Instalaciones en cliente,** se realizan de acuerdo a la incorporación de clientes, del 1º al 4º año, asciende a UF 114 , para 2 columnas (ASQ2), a UF 188 para 4 columnas (ASQ4), y UF 262 para 6 columnas (ASQ6),
- **Planta Regeneradora:** realizada en año cero, representa una inversión de UF 361,5

La inversión innovativa de la Fase 2. estimada en UF 489,4 corresponde a la preparación del proyecto, gastos legales, diseño del layout, diseño eléctrico, permisos y desarrollo del software de control.

En relación al capital de trabajo se estima en UF 1.282.8 (\$ 20.964896), que representa un 40% de los gastos del primer año.

Resultados TIR y VAN

El período de evaluación del proyecto es de 5 años. A partir del 5º año se esperan cambios tecnológicos importantes. la evaluación económica privada del proyecto ha resultado positiva.

La rentabilidad del proyecto arroja los siguientes resultados:

	Tasa Desccto 16%	Tasa Desccto 12%
TIR	25%	25%
	UF 2.529	UF 4.025
VAN	\$ 41.333.566	\$ 65.788.023

Nos indican la conveniencia de llevar a cabo el proyecto desde un punto de vista privado, en su fase implementación productiva, puesto que el TIR ha resultado superior a la tasa de descuento exigida por los accionistas bajo un criterio conservador. Por otra parte el VAN es un indicador del aumento de la riqueza de los inversionistas por un total de UF 2.529(\$ 41.333.566) al cabo de 5 años de

operación de la unidad de negocios bajo un criterio conservador y con una tasa de descuento de 16% exigida por los inversionistas del proyecto.

Se anexa a continuación el Flujo de caja proyectado.(ver página siguiente)

Flujo de Caja

Valores en Pesos Chilenos (c/UF al 09 Junio-2002)

ITEM	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos						
Arriendo Instalaciones		32,124,030	75,639,874	102,278,253	124,313,655	124,313,655
Servicio Móvil		37,104,321	92,383,349	128,984,017	160,490,587	160,490,587
Otros Ingresos						
Ingresos Totales		69,228,351	168,023,224	231,262,270	284,804,242	284,804,242
Egresos						
Costos Fijos de Producción						
Mano obra directa y mantención equipos		12,984,000	21,168,000	21,168,000	21,552,000	21,552,000
Costos Variables de Producción						
Costo Servicio Móvil		27,828,241	69,287,512	96,738,013	120,367,940	120,367,940
Gastos de Administración y Ventas						
		11,600,000	14,688,600	14,688,600	15,594,720	15,594,720
Gastos No operacionales						
Depreciación y amortización		25,021,158	33,919,629	37,641,407	41,848,157	41,848,157
Egresos Totales		77,433,399	139,063,741	170,236,020	199,362,817	199,362,817
Utilidad antes de Impuesto		(8,205,048)	28,959,483	61,026,250	85,441,425	85,441,425
Impuesto a las utilidades (15%)		1,230,757	(4,343,922)	(9,153,938)	(12,816,214)	(12,816,214)
Utilidad del ejercicio desp/ impuestos		(6,974,291)	24,615,561	51,872,313	72,625,211	72,625,211
más: depreciación y amortización		25,021,158	33,919,629	37,641,407	41,848,157	41,848,157
más: Recuperación del capital de trabajo						20,964,896
Sub-total		18,046,867	58,535,189	89,513,720	114,473,368	135,438,264
Inversiones						
Fase1.-Proyecto de Innovación tecnológica						
Equipos Planta Piloto	2,171,814					
Laboratorio	8,227,186					
Materiales técnicos y misión tecnológica	5,324,000					
Preparación del Proyecto (personal)	35,105,000					
Uso bienes de Capital asignado al Proyecto	3,160,000					
Sub-total	53,988,000					
Fase2.-Proy. de Innovación tecnológica						
Construc e Inst. Planta Regeneradora	5,908,494					
Estudio y Diseño del Proyecto Fase2	8,000,000					
Fase 2.- Proyecto Productivo						
Equipos para Instalaciones en Cliente		66,484,607	44,492,351	18,608,894	21,033,748	-
Capital de trabajo para producción	20,964,896					
Total Inversiones	88,861,390	66,484,606.87	44,492,350.82	18,608,894.24	21,033,748.35	-
FLUJO CAJA PROYECTADO	(88,861,390)	(48,437,740)	14,042,838	70,904,826	93,439,620	135,438,264

	Tasa 16%	Tasa 12%
RESULTADOS		
TIR %	25%	25%
VAN (16%) (miles de \$)	41,333,566	66,788,023

Tipo de cambio UF al 09 Junio-2002 16,343,76

ANEXO 4
PUBLICACIONES

sas

es para el

una nueva familia de
OPTIQUANT®, para el
y la hiedez, nivel de lodos,
tecnología que incorporan
asonido y absorción
quieran de un mínimo
y filican un mínimo de
la mayoría de ellos no

az se pueden conectar
combinarse entre sí
ilación consiste en
o porte y conectar el

izadores OPTIQUANT®.

uridez generalmente se
nques de aireación, en
nde este parámetro

en estanques de
la del lodo; combinados
tanque de sedimen-
ción de sedimentación

lido puede ser contro-
estanque.

de aguas superficiales,
tanques de aireación,
la bilación de lodos en

o puede ser controlado
ntos de aguas servidas-
otorgando una medición

ra y otras aplicaciones.
compacto, sistema
es robustos y resistentes
sentes en los residuos

y otros parámetros de
n. lifaco.com, o en

Asquim presenta Sistema de Recuperación de Metales Pesados para Pymes

Sólo en la Región Metropolitana existen cerca de 100 empresas pertenecientes al rubro, "tratamiento de superficies", tales como galvanoplastias, pintura electrostática y anodizados que no han solucionado los problemas derivados del tratamiento de sus riles de proceso. La dificultad principal radica en que para las Pymes la inversión de instalar una planta de tratamiento, en muchos casos, puede representar casi el doble de sus activos relacionados con el proceso de producción.

La solución para las empresas emisoras de riles debe ser enfocada a sistemas de producción limpia, que abaraten el costo de inversión y de operación en la limpieza de las aguas y que por otro lado se pueda recuperar materia prima, que en la actualidad es desechada. No obstante, por un problema de costos la incorporación de tecnología más eficiente o ambientalmente más limpia no es un proceso tan fluido en el sector de las Pymes, una situación que ha despertado el interés de empresas de ingeniería y de fabricantes de equipos por ofrecer soluciones efectivas adaptadas a la realidad de nuestra economía.

Asquim Ltda., por ejemplo, está desarrollando un sistema de recuperación de aguas y metales de proceso, basado en un sistema de adsorción, que permite reducir los metales a los niveles fijados por la norma. Se trata de una tecnología diseñada para tratar volúmenes de hasta 5 mls3 hora, y que involucra una inversión de entre 1.5 y cuatro millones de pesos, dependiendo del caudal.

"El equipo opera en un circuito cerrado con el ril de salida y lo que hace es atrapar los metales pesados del agua y regular el pH, sin la incorporación de químicos. Este es el corazón del tratamiento, pero en el circuito, en forma previa, se instala un sistema de retención de sólidos finos de hasta 0.5 micrones", comenta Cecilia López, gerente general de Asquim Ltda.

El sistema recupera el agua y la ingresa nuevamente al proceso, configurándose un circuito cerrado de tratamiento, con lo que el equipo deja de ser una planta de tratamiento de riles,

pues no descarga a un curso de agua o a un alcantarillado. Los metales que se adsorben pueden ser utilizados para los mismos procesos, con lo que la cantidad de residuos resultante es mínima, disminuyendo el costo de disposición. Esto es particularmente relevante si se considera que los metales pesados son residuos peligrosos que deben ser dispuestos en instalaciones que cuenten con los sistemas de tratamiento e infraestructura adecuada.

"Con este sistema el empresario se ahorra sobre un 80% en comparación con una planta tradicional, donde estaría eliminando el agua y además tendría que pagar por disponer una mayor cantidad de residuos", asegura Cecilia López.

El proyecto, cofinanciado por el Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo, Fondec, de Corfo, está basado en un modelo alemán, donde la tecnología es utilizada a mayor escala dado el elevado el costo del agua, que hace necesario su recirculación. En Chile, como la micro y pequeña empresa usan agua potable para desarrollar los procesos de galvanoplastia, el aumento del valor de ésta deberá incrementar los costos de producción.

La segunda etapa del proyecto consiste en la prestación de un servicio externo, similar al utilizado para los balones de gas. Una vez que se satura el contenedor de captación de metales, es necesario hacer un recambio para que el sistema continúe trabajando, en un intervalo que depende de las características y volumen del ril tratado. El contenedor con la carga de metales pesados es enviado a una planta central que recupera estos materiales, que puede ser reutilizado por la misma industria.

Cecilia López asegura que la tecnología encuentra aplicaciones en el sector minero para concentrar ciertos minerales, como el cobre, diluidos en las aguas de proceso. "Se podría extender la tecnología hasta ser tan específica que permita retener un determinado metal del agua y limpiarla, reaprovechando un recurso cuyo costo es cada día mayor".

R. S. \$ 24.500 (20 números)
(P. números)
DEL MUNDO US\$ 100 (10 números)

SUSCRIBASE A

ECOAMERICA



Un lugar de encuentro empresarial

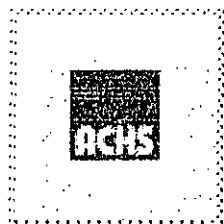
SERVICIOS

- ▶ Beneficios Asociados
- ▶ Asesoría Legal
- ▶ Comercio Exterior
- ▶ Estudios Sectoriales
- ▶ Medio Ambiente
- ▶ Negocios
- ▶ Selección de Personal

- ▶ Capacitación
- ▶ Asistencia Técnica
- ▶ Programa de Fomento
- ▶ Liceo Chileno Alemán
- ▶ Pymes

Informativo Semanal**Ensayo Industrial****Noticias****Actividades y Eventos****Oportunidades de Negocios****Publicaciones****Circuitos****Sitios de Interés**

Links

**Medio Ambiente****PREI
A L****Convoca**

ASIMET
Nacional
Productiva
Calidad.

Colabor

*Solución
Ambiental*

Charla 1

*Miércoles
entre 8:
Salón A.
Se dará
proceso
como de
para las
participa*

**Confirma
reunión.****Conozca
sobre el****ASQUIM PRESENTA SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE METALES PESADOS PARA PYMES**

Sólo en la Región Metropolitana existen cerca de 100 empresas pertenecientes al rubro, "tratamiento de superficies", tales como galvanoplastias, pintura electrostática y anodizados que no han solucionado los problemas derivados del tratamiento de sus riles de proceso. La dificultad principal radica en que para las Pymes la inversión de instalar una planta de tratamiento, en muchos casos, puede representar casi el doble de sus activos relacionados con el proceso de producción.

La solución para las empresas emisoras de riles debe ser enfocada a sistemas de producción limpia, que abaraten el costo de inversión y de operación en la limpieza de las aguas y que por otro lado se pueda recuperar materia prima, que en la actualidad es desechada. No obstante, por un problema de costos la incorporación de tecnología más eficiente o ambientalmente más limpia no es un proceso tan fluido en el sector de las Pymes, una situación que ha despertado el interés de empresas de Ingeniería y de fabricantes de equipos por ofrecer soluciones efectivas adaptadas a la realidad de nuestra economía.

Asquim Ltda., por ejemplo, está desarrollando un sistema de recuperación de aguas y metales de proceso, basado en un sistema de adsorción, que permite reducir los metales a los niveles fijados por la norma. Se trata de una tecnología diseñada para tratar volúmenes de hasta 5 mts³ hora, y que involucro una inversión de entre 1.5 y cuatro millones de pesos, dependiendo del caudal.

"El equipo opera en un circuito cerrado con el ril de salida y lo que hace es atrapar los metales pesados del agua y regular el ph, sin la incorporación de químicos. Este es el corazón del tratamiento, pero en el circuito, en forma previa, se instala un sistema de retención de sólidos finos de hasta 0.5 micrones", comenta Cecilia López, gerente general de Asquim Ltda.

El sistema recupera el agua y la ingresa nuevamente al proceso, configurándose un circuito cerrado de tratamiento, con lo que el equipo deja de ser una planta de tratamiento de riles, pues no descarga a un curso de agua o a un alcantarillado. Los metales que se absorben pueden ser utilizados para los mismos procesos, con lo que la cantidad de residuos resultante es mínima, disminuyendo el costo de disposición. Esto es particularmente relevante si se considera que los metales pesados son residuos peligrosos que deben ser dispuestos en instalaciones que cuentan con los sistemas de tratamiento e infraestructura adecuada.

"Con este sistema el empresario se ahorra sobre un 80% en comparación con una planta tradicional, donde estaría eliminando el agua y además tendría que pagar por disponer una mayor cantidad de residuos", asegura Cecilia López.

El proyecto, cofinanciado por el Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo, Fondec, de Corfo, está basado en un modelo alemán, donde la tecnología es utilizada a mayor escala dado el elevado costo del agua, que hace necesario su recirculación. En Chile, como la micro y pequeña

empresa usan agua potable para desarrollar los procesos de galvanoplastia, el aumento del valor de ésta deberá incrementar los costos de producción.

La segunda etapa del proyecto consiste en la prestación de un servicio externo, similar al utilizado para los balones de gas. Una vez que se satura el contenedor de captación de metales, es necesario hacer un recambio para que el sistema continúe trabajando, en un intervalo que depende de las características y volumen del ril tratado. El contenedor con la carga de metales pesados es enviado a una planta central que recupera estos materiales, que puede ser reutilizado por la misma industria.

Cecilia López asegura que la tecnología encuentra aplicaciones en el sector minero para concentrar ciertos minerales, como el cobre, diluidos en las aguas de proceso. "Se podría extender la tecnología hasta ser tan específica que permita retener un determinado metal del agua y limpiarla, reaprovechando un recurso cuyo costo es cada día mayor".

Fuente: Ecoamérica - Tecnologías Limpias para la Industria, abril 2002, año 2, N°16, página 35.



Asociación de Industrias Metalúrgicas y
Metalmeccánicas A.G.
Av. Andrés Bello 2777 piso 4 - Las Condes
Tel: (56 2) 421 6501 - Fax: (56 2) 203 3025
E-mail: asimet@asimet.cl
Santiago - Chile

ANEXO 5
GRAFICOS

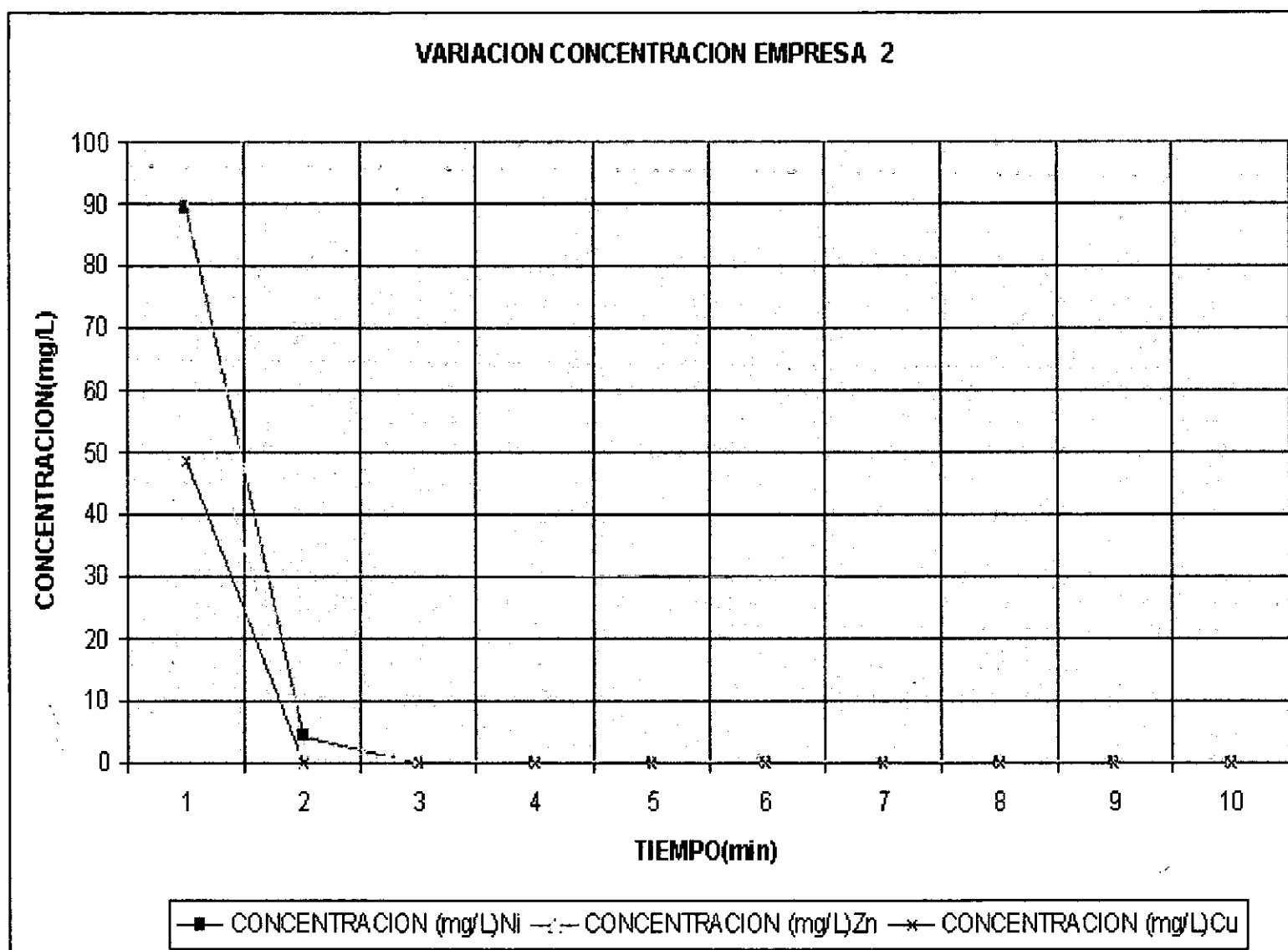
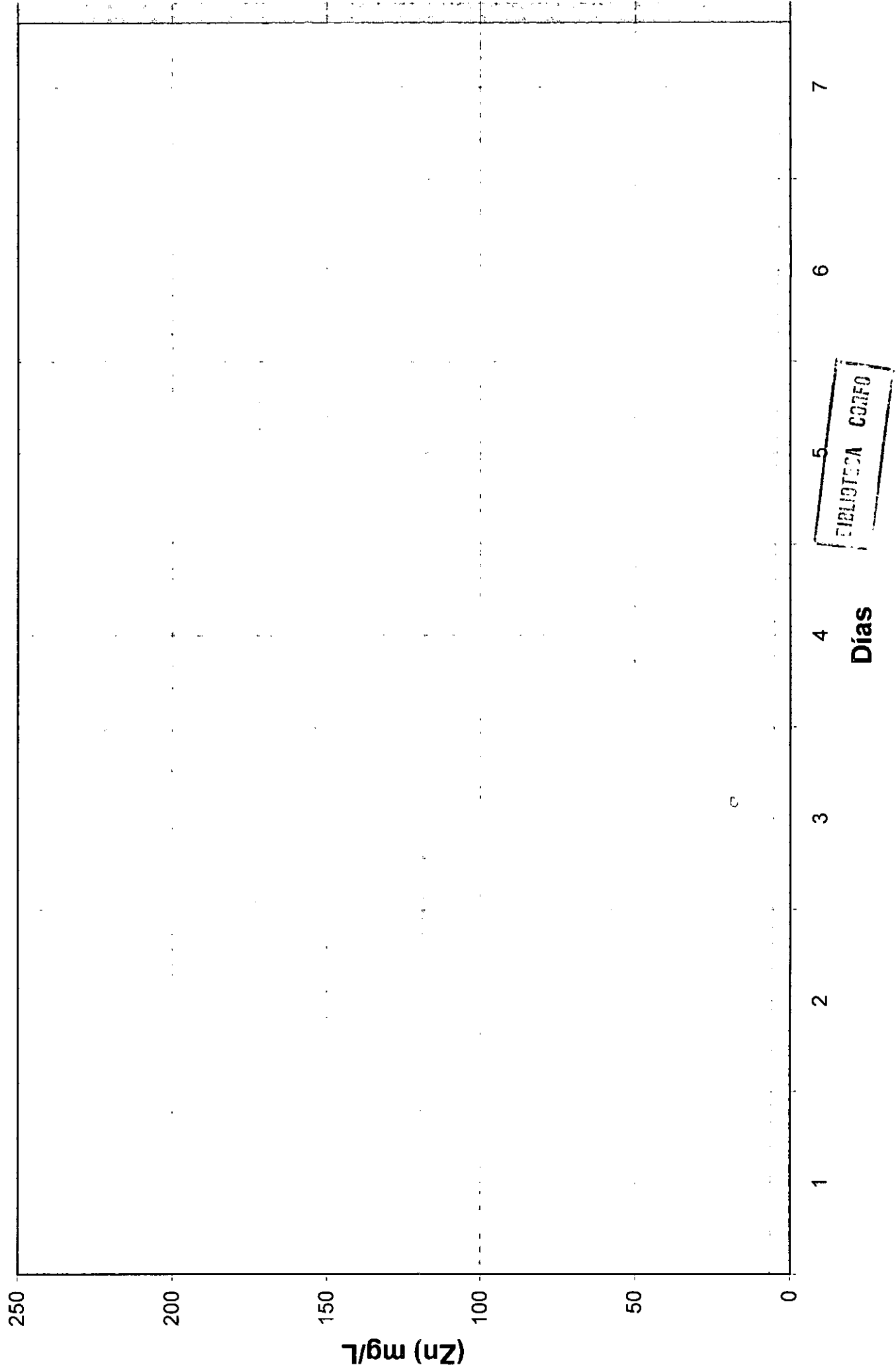
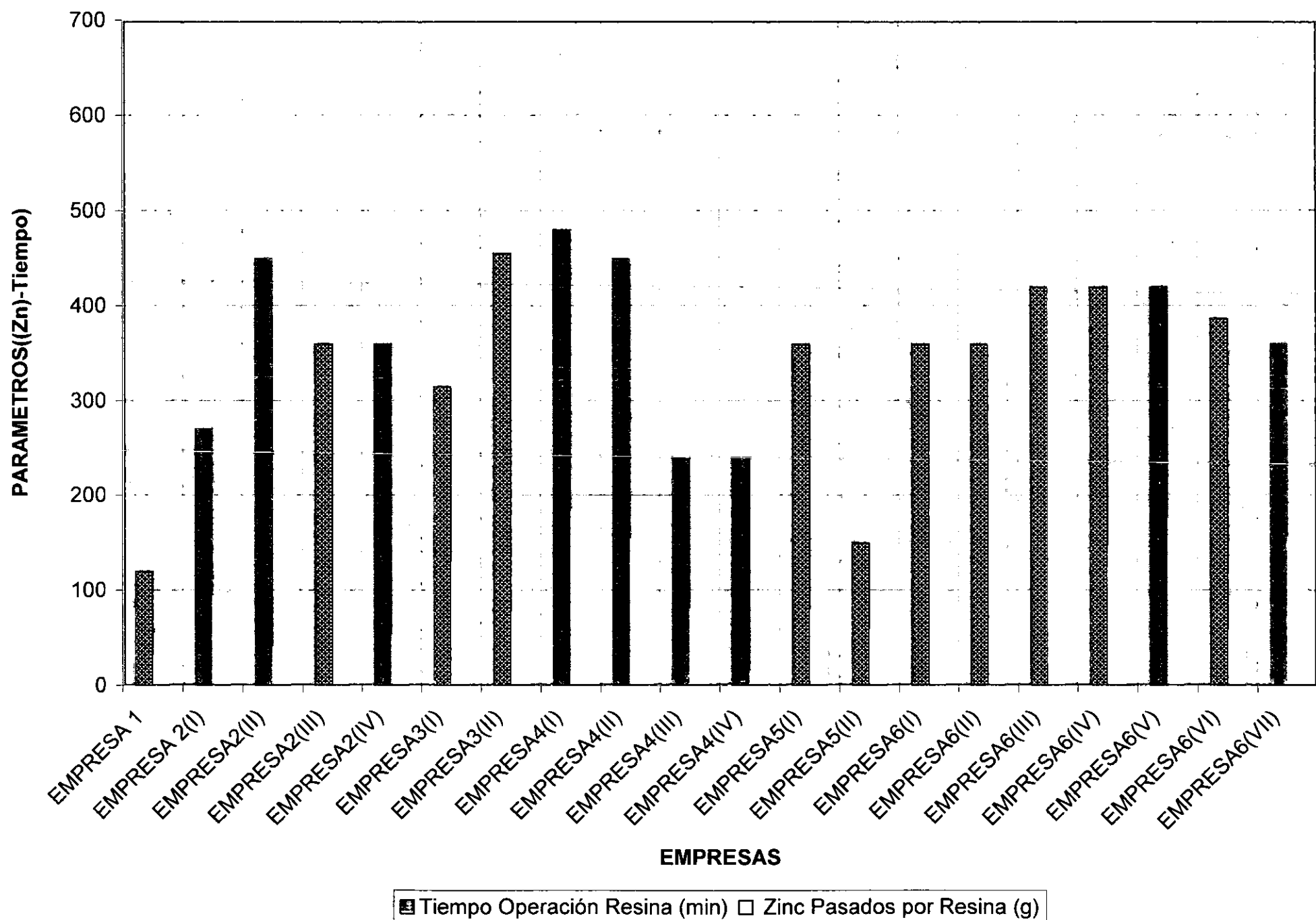


FIGURA 1

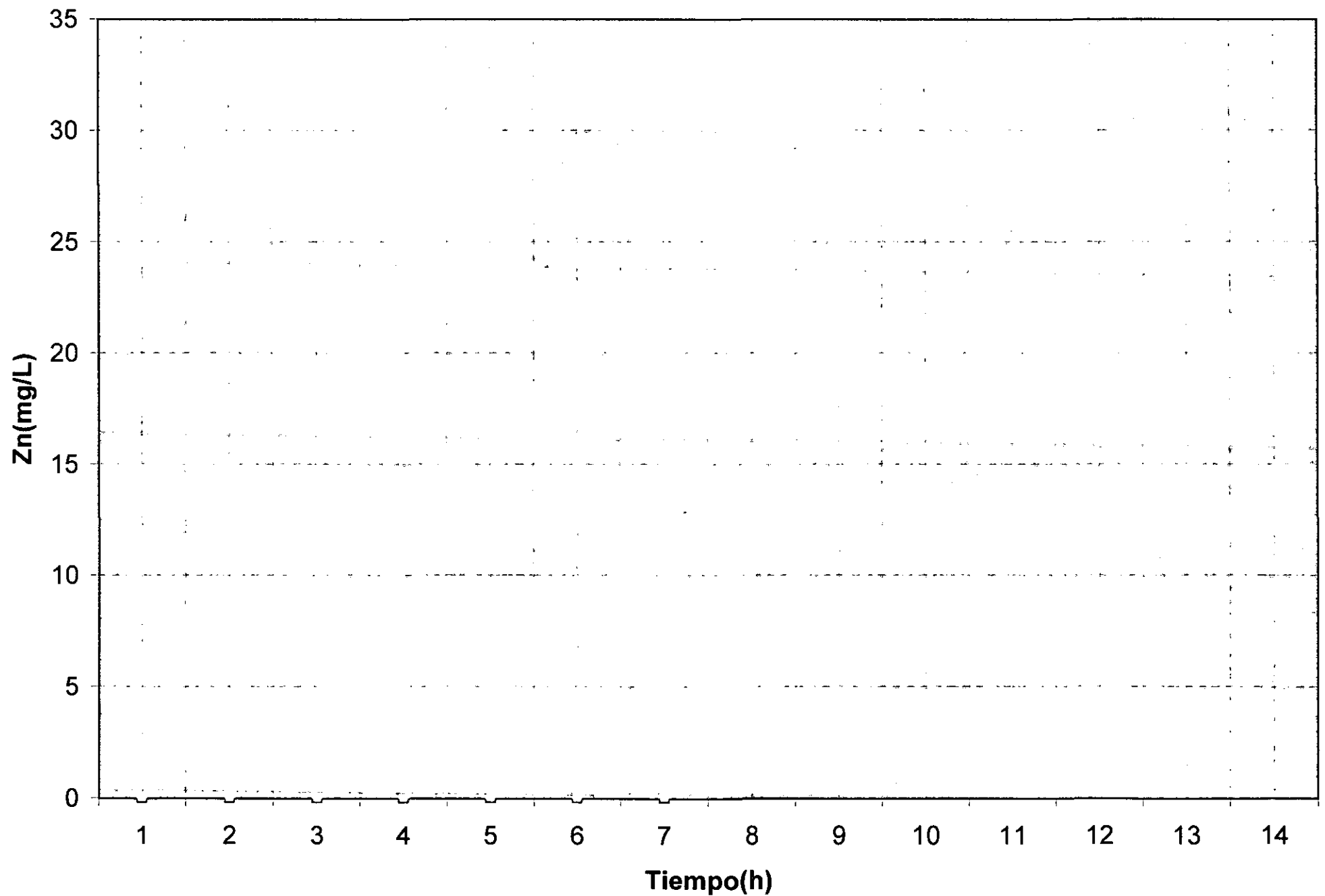
Variación (Zn) en composta tina (Fig 2)



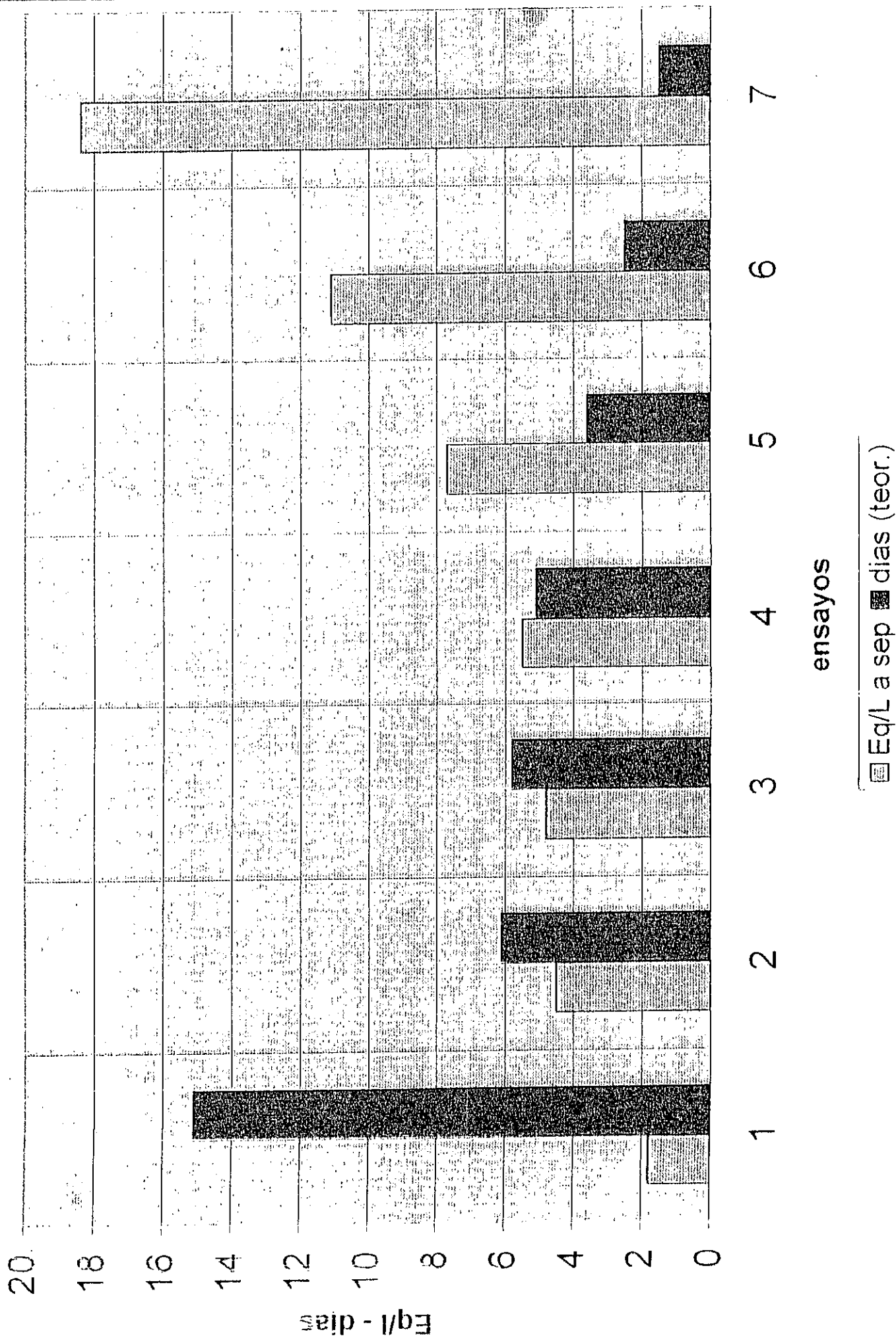
TIEMPOS DE OPERACION Y ZINC PASADO POR LA RESINA EN EMPRESAS TRATADAS (Fig 3)

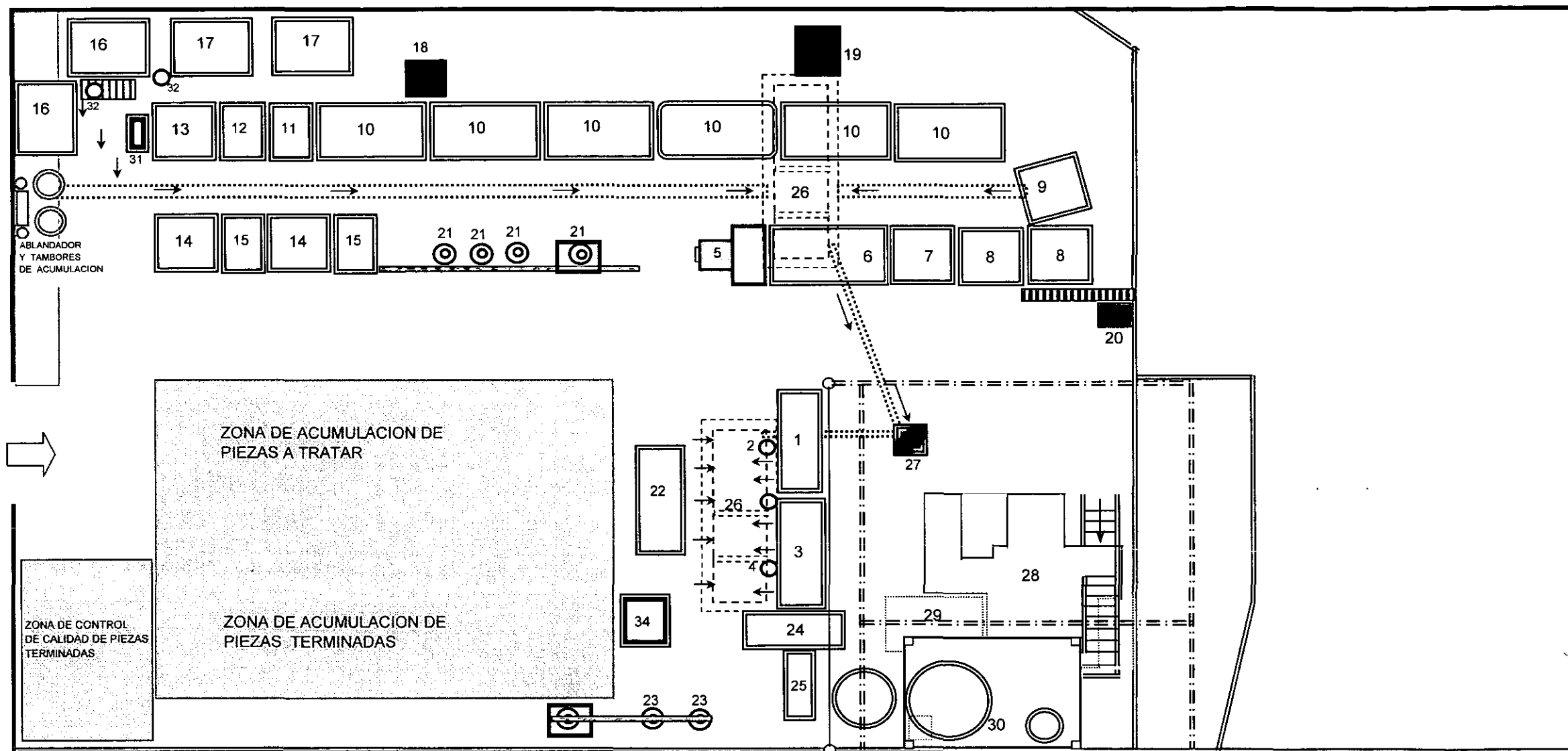


Variación (Zn) salida Empresa 6(Fig 4)



Eq/L (teor) a separar - dias teóricos (Fig. 5)





PLANO- ESQUEMA N°1: DESCRIPCION DE LAYOUT ACTUAL DE PLANTA DE GALVANOPLASTIA EN EMPRESA 5

- | | | | |
|--|-----------------------------------|--|--|
| 1. BAÑO DE DESENGRASE ALCALINO EN CALIENTE | 9. ENJUAGUE DECAPADO | 17. BAÑO DE NIQUELADO ELECTROLITICO | 25. PAVONADO |
| 2. TAMBOR PERFORADO DE ENJUAGUE DESENGRASE | 10. BAÑO DE ZINCADO ELECTROLITICO | 18. RECTIFICADOR COBRIZADO Y NIQUELADO | 26. POZOS DE SEDIMENTACION |
| 3. BAÑO DE DECAPADO | 11. ENJUAGUE RECUPERACION | 19. RECTIFICADOR DE BAÑOS DE ZINCADO | 27. CAMARA DE INSPECCION Y MUESTREO |
| 4. TAMBOR PERFORADO DE ENJUAGUE DESENGRASE | 12. ENJUAGUE DE ZINCADO | 20. RECTIFICADOR DE BAÑO DE DESENG. Y DECAPADO | 28. PLANTA DE GALVANIZADO EN SECO |
| 5. ZONA DE CARGA DE BOMBOS | 13. ENJUAGUE DE ACTIVACION ACIDA | 21. CENTRIFUGAS SECADO GALVANOPLASTIA | 29. POZO DE ACUM. Y BOMBEO A SISTEMA DE TRATAM. |
| 6. DESENGRASE ELECTROLITICO | 14. BAÑO DE PASIVADO | 22. ACUMULACION AGUA ENJ. DE DECAP Y DESENG. | 30. SISTEMA DE TRAT. DE RILES DE GALVANIZ. EN SECO |
| 7. ENJUAGUE DESENG. ELECTROL. | 15. ENJUAGUE DE PASIVADO | 23. CENTRIFUGAS | 31. BATEA PLASTICA DE LAVADO DE COBRIZADO |
| 8. DECAPADO ELECTROLITICO | 16. BAÑO DE COBRIZADO ELECTROL. | 24. PERMANGANATO | 32. TAMBORES PERFOR. DE ENJUAGUE DE NIQUELADO |

ANEXO 6
BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1.- Adams, C. E., Jr y Eckenfelder, W. W., Jr "Process Desing Techniques for Industrial Waste Treatment". Enviro Press, Nashville y Austin, 1974

2.- " Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 15ª ed Am. Public Health Assoc. Yearboock Publ., Chicago, Illinois, 1981.

3.- Metcalf & Eddy, Inc, " Wastewater Engineering: Collection, Treatment, Disposal". Mc Graw-Hill, New York, 1972.

4.- Hartinger, Ludwig., "Handbook of Effluent Treatment and Recycling for the Metal Finishing Industry", Finishing Pub. Ltd, 2nd Ed. 1998, Chap. 3, 4, 5.

5.-"Water Treatment Handbook", 6th Ed. 1991, Chap 3, 4.

<http://www.fundacion-entorno.org/programas/investigacion/qt26grl.pdf> GUIAS TECNOLOGICAS, TRATAMIENTO ELECTROLITICO O QUIMICO DE SUPERFICIIES 14.07.01

<http://www.isah.uni-hannover.de/denika/espanol/seite1.html> CALCULO SIMULACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

<http://www.fittema.com/att/li4.htm> RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS Y BAÑOS GALVANICOS, LIMPIEZA DE SUPERFICIES

<http://www.remco.com/ix-systs.htm> ION EXCHANGE SYSTEMS

<http://www.remco.com/simplex.htm> ION EXCHANGE REGENERATION SYSTEM

<http://www.remco.com/psix.htm> POINT SOURCE ION EXCHANGE SYSTEMS

<http://www.remco.com/ph.htm> Ph CONTROLLER, Ph RECORDER, Ph PROBE ORP CONTROLS

<http://www.remco.com/csrt.htm> CONVEYOR RINSEWATER TIMER

<http://www.remco.com/di.htm> POWER PURGE DEIONITAZATION SYSTEM, ION EXCHANGE, DESMINERALIZER, WATER SOFTENERS

http://www.remco.com/ro_lit.htm REVERSE OSMOSIS AND ULTRAFILTRATION

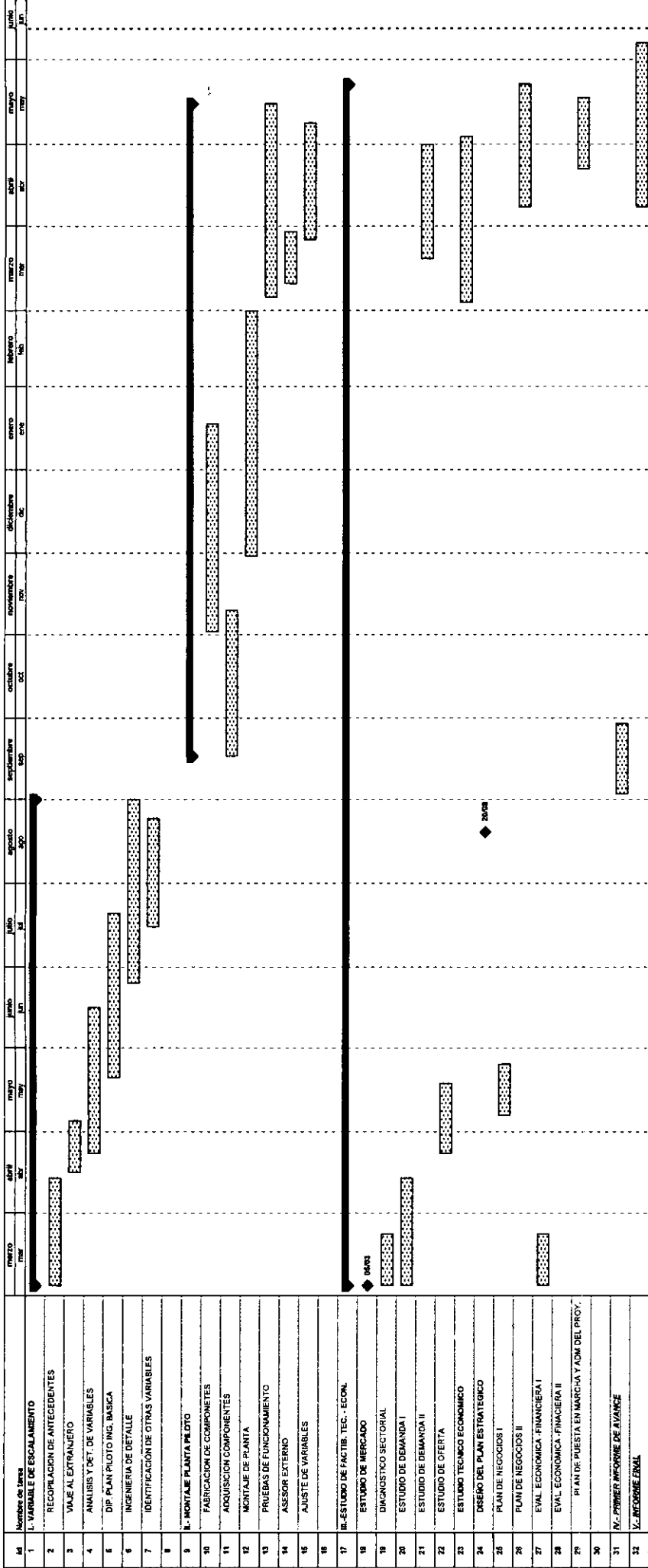
<http://es.epa.gov/techinfo/facts/jersey/njmetal.html> WASTE REDUCTION METAL FINISH

<http://www.classicdistributing.com/products.htm> CHEMICAL PRODUCTS

http://www.lewatit.com/index.cfm?PAGE_ID=2 BAYER IONENAUSTASER

<http://asiste.itgo.com/1.htm> GRUPO ASISTE

ANEXO 7
CARTA GANTT



BIBLIOTECA CORFO