

INFORME FINAL  
PASANTIA TECNOLÓGICA

"TRATAMIENTO SECUNDARIO DE RILES"

PASANTE  
GERMÁN VERGARA LORCA  
SINQUIVER LTOA  
METROPOLITANA

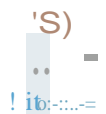
ENTIDAD SUPERVISORA  
EUROCHILE

Santiago, Abril 2007.

---

**e•e SINQUIVER**

PRODUCTOS QUÍMICOS



## 1. INTRODUCCION 1 CONTENIDO INFORME FINAL

El presente documento corresponde a la descripción de las actividades que han sido desarrolladas durante la pasantía tecnológica de **SINQUIVER LTOA** en ANOXKALDNES, por el pasante **Germán Vergara L**, la cual contó con el patrocinio de **EuroChile** y fue desarrollada gracias al financiamiento de **Innova Chile - CORFO**.

La presenta pasantia tiene como objetivo general el conocer y familiarizarse con una tecnología de tratamiento de residuos líquidos de la empresa Sueca, Anoxkaldnes, líder mundial en este tipo de tecnologías. Esta solución se esta instalando fuertemente en el rubro de celulosa y papel y dadas las exigencias de la nueva normativa, está bajo la atenta mirada de los empresarios y autoridades. Es por ello que SINQUIVER, busca capacitarse en el manejo y manutención de esta tecnología para apoyar a las empresas a cumplir con las exigencias ambientales del OS 90

La empresa Siquiver Ltda. espera que el contacto con una empresa líder permita acceder a fuentes de información, metodologías de trabajo tanto en terreno como en laboratorio, ampliar la red de contactos que se traducen en apoyo a la gestión de la empresa y permita a las empresas Chilenas acceder a nuevos conocimientos. Se busca ser un vehículo de desarrollo para las empresas locales que no pueden contar con las posibilidades que da el contacto e intercambio internacional.

De acuerdo a la planificación, corresponde rendir las actividades comprendidas en el desarrollo de la pasantía, las cuales entre otras corresponden a las siguientes:

<b>Período</b>	<b>Actividad</b>
18 de Diciembre a 22 de Diciembre	Arreglos administrativos
22 de Diciembre a 2 de Enero	Analisis de Bibliografía tecnica.
2 de Enero a 9 de Febrero	Entrenamiento en Suecia, Lund
12 de Febrero al 28 de Febrero	Visitas a Plantas de tratamiento secundario en Holanda y Bélgica
1 de Marzo al 17 de Marzo	Visitas a Plantas de tratamiento secundario en Francia, Italia, Alemania y España

A continuación se presenta una descripción de las actividades realizadas, así como los resultados obtenidos.

#### 1.1. FECHAS DE DESARROLLO DE LA PASANTÍA

La pasantía se realizó entre las siguientes fechas:

Fecha de inicio : 17 de Diciembre 2006

Fecha de término : 18 de Marzo 2007

#### 1.2. IDENTIFICACIÓN DE EMPRESA Y PASANTE QUE EJECUTARON LA PASANTÍA

Nombre de la Empresa: SINQUIVER LTDA

R.U.T. 78.161.520-K

Dirección

Ciudad

#### 1.3. GRADO DE CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE LA PASANTÍA (SI ES DISTINTO AL 100% PROGRAMADO, EXPLICAR MOTIVOS)

En términos generales se ha logrado cumplir en forma eficiente con el programa en un 100 % respecto del programa inicialmente comprometido, además del cual se han generado resultados cuantificables y no cuantificables adicionales que han sido logrados durante la estadía en Europa.

#### 1.4. LOGROS DESTACABLES DE LA PASANTÍA TECNOLÓGICA

Esta pasantía ha sido de una relevancia excepcional desde el punto de vista técnico. En este período se consolidó una relación profesional y de amistad con la empresa Host que se traducirá en el estudio conjunto de trabajos en Chile y en Latinoamérica, esto es muy por sobre las expectativas originales de la empresa.

Se trabajará en forma conjunta esta tecnología para hacerla asequible a empresas medianas y pequeñas.

Se tuvo acceso a diferentes áreas de Anoxkaldnes como R&D, Laboratorio y Microbiología que permitieron tener acceso a literatura y a rondas de discusión de un valor técnico muy elevado y no disponible en Chile.

La empresa Host y la inquietud del pasante posibilitaron el acceso a reuniones con otras empresa y compañías fuertemente ligadas al tratamiento de riles que procedemos a detallar:

1.- Dr Lange, esta empresa es el estándar en Europa para realizar los análisis de laboratorio de Amonio, fósforo, DBO, DQO y muchos más, a esta empresa se le encontró en todos los laboratorios visitados por el pasante. Se realizó una reunión entrenamiento en Dusseldorf, Alemania.

2.- Se realizó una visita de un día a la empresa Noxon, en Suecia que es especialista en prensas centrífugas y estas son precisamente las más apropiadas para extraer el agua de los lodos biológicos.

3.- El pasante arregló una visita de 2 días de un especialista de la empresa Omex, de Inglaterra a Suecia para mostrar su trabajo y realizar una alianza tecnológica con AnoxKaldnes. Esto es extremadamente interesante ya que Omex fue una empresa que realizó una transferencia tecnológica en Chile por lo que el círculo virtuoso que se inició con otro instrumento CORFO sigue.

4.- Visita a dos empresas en Alemania que trabajan temas específicos de riles, Schill & Seilacher con antiespumantes y Petrofer con microbicidas.

5.- Participación durante una semana en la feria mundial de filtración, Filtech 2007, en Wiesbaden, Alemania. En esta feria se pudo conocer en detalle las últimas tecnologías de filtración ( micro, ultra y nano filtración) y nuevos sistema de purificación de agua ya sea industrial o la obtención de agua potable del mar. En esta feria el decano de la Universidad de Concepción, Bernabé Rivas, expuso su trabajo e invitó al pasante a realizar actividades en Chile. Además en esta feria el pasante conoció a diversos consultores internacionales que entre otros países asesoran al Gobierno Alemán, Español y Francés. Esto permitirá potenciar transferencias tecnológicas de un gran valor estratégico para el país.

[http://www .filtech.de/ShowPage.do?page=Home.O](http://www.filtech.de/ShowPage.do?page=Home.O)

6.- Participación en la feria Laborama que es la más importante para laboratorios en Bélgica, esto permitió conocer los últimos adelantos en equipos y materiales de muestreo y control. En esta feria se pudo contactar diversas compañías para implementar el laboratorio del pasante para dar un soporte técnico de primer nivel.

7.- Visita a las empresas StoraEnso en Bélgica y Norske Skog Parencó en Holanda que son las más grandes en la producción de papel de diario en el mundo. Se pudo conversar por más de 3 horas con cada encargado de las plantas de efluentes y comprometieron la asistencia técnica si nuestra empresa les consulta, esto es destacable para una empresa como la del pasante.

8.- Visita en Inglaterra a la empresa Hanovia que es líder en desinfección con ultravioleta y de acuerdo a lo visto en la pasantía un método efectivo y muy amigable con el medioambiente.

9.- Paque, líder mundial en procesos anaeróbicos, esta visita fue excepcional porque sirvió para complementar la visión sobre tratamientos biológicos.

## 2. FECHAS DE REALIZACIÓN Y CONTENIDOS DE LOS TALLERES

### DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

La pasantía ha sido realizada en 3 meses, en los cuales se ha cumplido íntegramente el programa de actividades inicialmente propuesto.

### ACTIVIDADES DESARROLLADAS:

#### 2.1. ARREGLOS ADMINISTRATIVOS:

### RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:

- Alojamientos en Suecia y Holanda
- Visita a empresa en Alemania para el control microbiológico
- Compra de Bancard que permite viajar en los trenes de Alemania con 50 % de descuento

FECHA INICIO REAL :18 de Diciembre

FECHA DE TÉRMINO REAL :22 de Diciembre

## 2.2. BÚSQUEDA BIBIOGRÁFICA

:

### RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:

- Confección de lista de material Técnico
- Visitas a Librerías en Ámsterdam y Róterdam
- Búsqueda en Internet de material de apoyo a pasantía
- Compra de libros en librerías

Las compras de libros ya sea ebooks o impresos se hizo hasta fines de Febrero ya que los libros se encargan y se dependía de la disponibilidad de las tiendas por lo que en términos prácticos se desarrollo hasta fines de Marzo.

FECHA INICIO REAL :22 de Diciembre 2006

FECHA DE TÉRMINO REAL :02 de Enero 2007

## 2.3. ENTRENAMIENTO EN SUECIA, LUND

### RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:

- Trabajo en laboratorio con equipos Dr Lange para determinar contenido de nitrógeno y fósforo en el agua, con señora Utha.
- Trabajo de laboratorio para determinar DQO
- Observación diaria en microscopio y revisión de material ad hoc
- Revisión de material técnico de Anoxkaldnes para su traducción, esto se seguirá realizando a lo largo del año.
- Reuniones técnicas con el microbiólogo, Andres Ternstrom de Anoxkaldnes para abordar el manejo de los coniformes fecales y la realidad Europea
- Visita a Lyckeby , empresa monitoreada por Anoxkalnes, esta empresa produce almidones y cualquier pérdida de producto produce un aumento considerable en la DBO de su efluente.
- Reunión Omex – Anox en Suecia para analizar los problemas de manejo de olor (control) y eliminación de bacterias filamentosas.
- Clases con material multimedia sobre microorganismos, esto lo realiza el jefe de Investigación y Desarrollo, Magnus Christensson. Además me explica la nueva técnica de FISH para detección de bacterias filamentosas.
- Reunión con Lars-Erik Olsson para hablar de reactores anaeróbicos y me entrega un reporte para que comprenda como trabajan ellos como consultores.
- Trabajo de determinación de bacterias filamentosas con métodos de tinción.
- Charla con Margan sobre biopolímeros, la idea es generar a partir del lodo polímeros para ser usados en otras industrias.

- Presentación de Siquiver a empresa Anoxkaldnes

FECHA INICIO REAL :06 de Enero 2007  
FECHA DE TÉRMINO REAL :31 de Enero 2007

#### 2.4. VISITA DE PLANTAS EN HOLANDA Y BÉLGICA

##### RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:

- Visita a StoraEnso en Langebrugge, Bélgica. Reunión con la encargada de la planta de tratamiento que cuenta con tecnología Anoxkaldnes. Sus principales problemas son bacteria filamentosa Thiotrix y 021N además de espuma. Olores y rotura de carriers.
- Visita a Norske Skog , Parenco, Holanda. Reunión con el encargado de planta de tratamiento de efluentes. Problemas recurrentes de espuma y bacteria filamentosa.
- Visita a empresa en Hannburgo, Alemania especialista en manejo de espumas. Schill & Seilacher. Charla sobre sus productos y aplicación en diferentes plantas de tratamiento.
- Visita en Berlín a empresa de equipos de monitoreo en línea de DBO, DQO, TOC entre otros. Charla técnica y explicación de sus sistemas en terreno.
- Visita a Paque, la empresa número uno de tratamiento anaeróbico en el mundo y especialista en producción de energía a partir de residuos

FECHA INICIO REAL :01 de Febrero 2007  
FECHA DE TÉRMINO REAL :23 de Febrero 2007

#### 2.5. VISITA A FERIA EN ALEMANIA FILTECH (ACTIVIDAD EXTRA)

##### RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:

- Reunión con Dr Thomas Peters, experto mundial de uso de nuevas tecnologías para filtración, este especialista fue conocido por la Superintendente de Servicios Sanitarios en la feria de Barcelona y hoy se iniciarán conversaciones entre Siquiver , SSIS , Universidad de Concepción para poder traerlo a una visita técnica.
- Reunión con empresa Kubota, líder mundial en tecnología de membrana, esta tecnología permite eliminar todo los contaminantes del agua incluyendo los virus.
- Reunión con empresa Befesa, del grupo Abengoa que es una de las empresas mas importantes en España para el tratamiento del agua.
- Reunión con diversas empresas durante la feria para ver sus tecnologías.
- Participación en el curso "The solid/liquid separation process", de un día.
- Obtención de todos los trabajos presentados en la feria (papers)



- Obtención de presentación de eliminación de E. Coli mediante el uso de membranas,  
Rosa Maria Ribeiro\ Maria Regina Wolf-Maciel<sup>2</sup>, Rosangela Bergamasco<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>State University of Maringa, Chemical Engineering Department, E-mail: [miriahespanhol@uol.com.br](mailto:miriahespanhol@uol.com.br)  
<sup>2</sup>State University of Campinas, E-mail: [wolf@feq.unicamp.br](mailto:wolf@feq.unicamp.br)

FECHA INICIO REAL :26 de Febrero 2007  
FECHA DE TÉRMINO REAL :01 de Marzo 2007

## 2.5. VISITA DE PLANTAS EN FRANCIA, ITALIA, ESPAÑA, ALEMANIA, INGLATERRA

### RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:

- Visita en Boeblingen, Alemania para ver como se utiliza el laboratorio en la selección de antiespumantes para efluentes.
- Visita en Slough, Inglaterra a empresa Hanovia líder en el uso de ultravioleta como método de desinfección de agua. Aplicación en plantas de efluentes para eliminar E.coli y otros microorganismos patógenos.
- Visita en King's Lynn, Inglaterra a empresa líder en nutrientes para bacterias y manejo de olor en plantas de tratamiento secundario.
- Visita a Georgia Pacific, Bridgend, South Wales para ver como funcionaba el tema de nutrientes y manejo del lodo, además usaban producto para eliminar elolor de los lodos
- Visita a la feria Laborama en Bruselas los días 13 y 14 de Marzo lo que permitió por primera vez tener acceso a materiales y equipos de laboratorio de alto nivel para ser incorporados a la empresa del pasante.
- Visita a planta de tratamiento de agua municipal en Amberes, Bélgica para ver los problemas y operación de la misma.

FECHA INICIO REAL :06 de Marzo 2007  
FECHA DE TÉRMINO REAL :16 de Marzo 2007

### ADICIONALMENTE Y FUERA DE PLAZO PERO PARTE DE LOS OBJETIVOS:

- Visita a planta de tratamiento de agua en Lyon, Francia
- Visita a fabrica de polímeros para remoción de sólidos en el agua.
- Charla sobre uso alternativos para los lodos, ¿cómo valorizar los lodos?

FECHA INICIO REAL :16 de Marzo 2007  
FECHA DE TÉRMINO REAL :26 de Marzo 2007

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES (en términos generales y específicos)

### Resultado general

Se alcanzó un resultado sobresaliente en relación al objetivo general, la pasantía permitió conocer en mayor detalle la tecnología aplicada en las principales plantas de papel y celulosa de Chile. Se pudo interactuar con todo el personal de la empresa Anoxkaldnes que permite contar con acceso directo a los encargados de microscopía, investigación y desarrollo, laboratorio e inclusive el dueño. En relación a las técnicas de laboratorio asociadas a esta tecnología, pudimos comprobar en terreno que es lo que en Europa se usa en forma exacta y rápida para determinar la calidad del agua, esto nos permite introducir en Chile una nueva línea de análisis de laboratorio que será un avance para nuestros clientes y el país.

La tecnología MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor) es una de las más eficientes entre los sistemas aeróbicos y en esta pasantía pudimos comprobar que los mayores problemas que enfrentara nuestros clientes serán:

- 1.- Generación de espuma
- 2.- Presencia de organismos filamentosos
- 3.- Natas
- 4.- Olores
- 5.- Manejo sustentable de lodos (disposición final)

La empresa Anoxkaldnes es líder mundial y por lo tanto tiene acceso a una red de empresas y universidades de primer nivel, esto permitió que nuestra empresa pudiera complementar su experiencia con tecnologías asociadas al tratamiento biológico de los lodos.

Desde el punto de vista práctico se pudo trabajar en el microscopio y aprender a reconocer microorganismo, cabe señalar que las personas a cargo del tema tienen más de 20 años de experiencia por lo que la pasantía solo permitió reconocer los organismos más típicos. Eso sí la empresa puso a disposición del pasante literatura y un software que representan años de conocimiento y que hoy son la base de nuestra empresa.

### RESULTADOS ESPECÍFICOS: (A LO MENOS REPORTAR POR EL TOTAL DE RESULTADOS ESPECÍFICOS COMPROMETIDOS EN EL PROYECTO)

1. Capacidades técnicas. Trabajar en los laboratorios de Anoxkaldnes nos ha permitido alcanzar los siguientes objetivos:
  - Técnicas de laboratorio para evaluar la calidad del agua: A través de los kits Dr. Lange se pudo realizar determinación de Nitrógeno, Fósforo, DQO entre otros parámetros pero con un nivel de detalle, rapidez y confiabilidad que no se conoce en la industria del papel y celulosa.
  - Manejo del microscopio y clasificación de distintos microorganismos.
  - Transferencia de material técnico sobre procesos aerobios y anaerobios
  - Aprendizaje de técnicas de tinción para evaluar la calidad de los lodos (flóculos)

- Acceso a clientes y proveedores de Anoxkaldnes , lo que nos permite traer a Chile técnicas y soluciones al manejo sustentable, y eficiente de los residuos de las industria de celulosa y papel
- Acceso a los nuevos desarrollos de Anoxkaldnes : Manejo de Olor , <http://www.odour-control.info/> , biopolímeros a partir de los lodos.

2. **Capacitarse en el manejo de información técnica.** La pasantía nos permitió tener acceso a mucha información (CD, libros, Presentaciones, papers, etc) que representa un gran avance para el medio nacional.

- Charla sobre sistema aeróbicos y anaeróbicos
- Sistemas de diagnósticos en plantas de tratamiento secundario
- Curso para operadores de plantas de tratamiento
- Manejo de olores y ajustes de pH con productos amigables con el medio ambiente
- Charla sobre sistema de desinfección con UV
- Charla sobre utilización de membranas y trabajos sobre eliminación de E. Coli y purificación de agua
- Charla sobre uso de polímeros en la separación sólido - líquido y espesamiento de lodo
- Charla sobre control de espuma
- Charla sobre valorización de los lodos, ¿que hacer con ellos?
- Charla sobre métodos de espesamiento de lodos mediante diferentes tipos de prensa
- Charla sobre control de filamentosas y "bulking"

Adicionalmente mas de 20 gigas de información, 10 libros y una enciclopedia multimedia.

### 3. **Visitas a Plantas**

- Se visitaron 3 plantas papeleras que permitió ver los problemas más frecuentes que son el Bulking filamentoso y la presencia de espuma
- Se visitan 2 plantas de tratamiento de agua municipal para ver el manejo de los lodos y disposición final
- Se visito una fábrica de cerveza para evaluar la aplicación de sistemas anaerobicos, si bien no es tecnología Anoxkaldnes es muy importante para Chile ya que estos sistemas producen energía de los desechos.

### 4. **Identificación de necesidades de capacitación.**

La pasantía permitió detectar varias necesidades y con esto se elaborará un plan de capacitación para 2007/2008.

- Preparar personal de laboratorio en nuevas técnicas de muestreo y análisis de agua
- Preparar personal de terreno en el uso de microscopio y técnicas de clasificación

- Preparar a personal de terreno en los distintos sistemas de estruje de lodo
- Preparar al staff técnico en la evaluación de riles para posteriormente entregar la propuesta
- Preparar personal técnico para la operación de plantas de tratamiento secundario , gran parte de los problemas se deben a insuficiencia de oxígeno, de nutrientes, shock de pH, sobrecarga del sistema.

## INFORME DE ANÁLISIS MICROSCÓPICO DIGITAL

Tipo de muestra : Lodo activado  
Fecha de recolección: : 18-Enero-2007  
Fecha de análisis : 18-Enero-2007

### Técnicas a utilizar:

- Gotapendiente.
- Cámara de recuento.
- Preparaciones en porta y cubre objeto y tinción con diferentes colorantes.
- Tests de Nigrosina y Azul de metileno
- Observaciones directas a 100x y 400x
- Fotomicrografías y Videomicrografías con zoom a 10x de las observaciones anteriores.
- Frotis para tinción Gram y/o Neisser.
- Observación a 1000x (Si corresponde)

## INFORME DE ANÁLISIS MICROSCÓPICO DIGITAL

### 1.- Observación microscópica.

#### Flóculos:

##### Observado en la muestra:

Se observó la presencia de flóculos grandes, de forma irregular, con tamaños comprendidos entre los 250 y 150  $\mu\text{m}$ . (Fotomicrografía N°1)

Al grado de dispersión observado se le puede asignar el valor 1 (en una escala de 0 a 2.)

Hay presencia de material inerte, consistente en fibras y tejidos vegetales (Fotomicrografía N°2), que flotan libremente en el líquido y otros incluidos en los flóculos

#### Test realizados:

Azul de metileno: positivo y Nigrosina: negativo

#### *Conclusión:*

De acuerdo a las características observadas y Test realizados, se puede concluir que los flóculos son firmes y densos aunque poco compactos se logrará una sedimentación en un tiempo y con un IVL apropiados dejando un sobrenadante cristalino y libre de sólidos suspendidos .

#### Organismos filamentosos:

##### *Observado en la muestra:*

Solo en algunas preparaciones fue posible observar la presencia de bacterias filamentosas, unas saliendo de algunos flóculos (Fotomicrografía N°3) y otras flotando libremente en el líquido (Fotomicrografía No 4). De acuerdo a la escala de abundancia que comienza en 0 = ausentes y termina en 6 = excesivo, a esta muestra se le puede asignar un grado de abundancia de 2.

#### *Conclusión:*

El grado de abundancia de bacterias filamentosas encontradas, no representa problemas para la sedimentación del lodo.

Sólo con grados de abundancia superiores a 3 y de acuerdo a las características de los flóculos y de la bacteria específica involucrada, sería necesario su identificación y de acuerdo a ello tomar las medidas correctivas apropiadas. Situación *que* no corresponde a la de la muestra enviada

## FOTOMICROGRAFIAS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra : Lodo activado (TQ Aireación)

**Fotomicrografia N° 1**



Flóculo grande, firme y denso  
Test de Azul de metileno

**Fotomicrografia N° 3**



Filamentosa flotando libre  
en el líquido

**Fotomicrografia N° 5**



Ciliados pedunculados: Vorticella

**Fotomicrografia N° 2**



Un tipo de tejido vegetal

**Fotomicrografia N° 4**



Filamentosa saliendo del flóculo

**Fotomicrografia N° 6**



Parte de una Aelosoma



FOTOS DE MICROORGANISMOS VIA MICRSOCOPIO



AMEBA



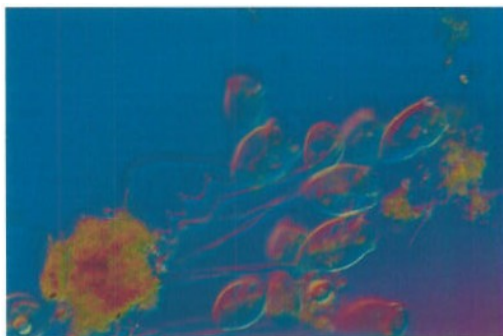
PARAMECIO



ANELID



ROTIFERO



CONTRACTILES



STALKED



NEMATODOS



TARDIGRADO