



Facultad de  
Ingeniería



Instituto de Ingeniería Química



Universidad de  
la República

## PROYECTO INDUSTRIAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

# APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE CURTIEMBRE



Marzo 2010 - Setiembre 2011  
Montevideo, Uruguay

LAURA BARRETO  
CLOÉ BATALLA  
GIANFRANCO FERRARO  
MARCOS GARCÍA  
ANDRÉS PENA

# Capítulo 1

## RESUMEN EJECUTIVO

## 1 RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo del proyecto es el diseño de un proceso de aprovechamiento energético de residuos sólidos de curtiembre. Se plantea, en particular, la gasificación, en la propia curtiembre, de viruta y recortes de cuero curtido con cromo, para generar así un gas combustible que sustituya al fuel oil actualmente empleado en la generación de vapor para proceso.

El proyecto se instalará en la empresa Zenda, ubicada en el barrio Nuevo París de Montevideo. Zenda es actualmente la principal curtiembre del país, sus exportaciones representan aproximadamente el 40% del total de las curtiembres nacionales y sus principales clientes pertenecen al rubro automotriz.

A nivel nacional la generación de viruta wet blue oscila entre las 400 y 600 toneladas mensuales. Durante el año 2009 en Zenda se generaron promedialmente 128 ton/mes de viruta, y 49 ton/mes de recortes.

El proyecto plantea aprovechar energeticamente la totalidad de la viruta y los recortes generados en Zenda.

La producción de gas combustible generado a partir de los residuos será continua y de 344 Nm<sup>3</sup>/h, con un poder calorífico inferior de 4.760 kJ/Nm<sup>3</sup>, lo que permitirá generar 600 kg/h de vapor saturado a 8 bar. Con este gas se sustituirá la totalidad del fuel oil empleado actualmente por Zenda, así como una parte de la leña.

El proceso se llevará a cabo las 24 h del día los 7 días de la semana, el régimen de trabajo será por turnos, tres turnos de 8 horas.

El proyecto requerirá entre 2 y 3 operarios por turno y 1 supervisor de proceso. Adicionalmente, varios de los empleados involucrados en el proyecto compartirán tareas con otras unidades de Zenda, estos estarán distribuidos en cargos de mantenimiento, administrativos y gerenciales.

El proceso se compone de las siguientes etapas:

- Recepción y almacenamiento independiente de viruta y recortes.
- Triturado de los recortes.
- Transporte de la viruta y los recortes hasta la sala de secado y gasificación.
- Secado de viruta y recortes.
- Gasificación.
- Separación de partículas del gas en ciclón.
- Combustión del gas en caldera.

Se evaluaron los potenciales impactos ambientales del proyecto y se consideraron las medidas de mitigación para los potenciales impactos negativos, así como los lineamientos de gestión de los aspectos ambientales más significativos.

Se destacan los impactos ambientales positivos asociados al proyecto, estos son: a) reducción de los volúmenes de residuos sólidos que se disponen en los sitios de disposición final departamentales; b) reducción del consumo de combustibles fósiles en la industria y c) generación de experiencia a nivel nacional en procesos viables para el aprovechamiento energético de residuos industriales.

Se consideraron los recursos necesarios para prevenir y combatir posibles contingencias, principalmente incendios.

Desde el punto de vista económico y financiero el proyecto implica una inversión de 403.840 USD, con una rentabilidad estimada por medio de la tasa interna de retorno del 17,5% para la inversión con capital propio y 44,7% con capital mixto (préstamo del 70%).

En lo que refiere a la seguridad para los inversores, la modalidad con capital mixto presenta un período de repago menor (2 años y 3 meses). Sin embargo, con capital propio se obtiene un punto de equilibrio más alejado de la producción (66%) y mayor estabilidad frente a cambios externos, principalmente frente a variaciones en el precio de los combustibles sustituidos.

Considerando sus instalaciones actuales, Zenda cuenta con las garantías suficientes para conseguir fácilmente porcentajes elevados de endeudamiento para este proyecto.

Los organismos públicos, que eventualmente puedan evaluar el proyecto, tendrán en cuenta sus aspectos positivos, en lo que refiere a: su valor agregado, el trabajo que genera y principalmente los impactos ambientales positivos que produce.