

Impacto Ambiental del Centro Experimental de Reciclaje en Cerrillos

Oswaldo Pacheco*

Gloria Plaza**

INENCO - Instituto UNSa. CONICET

Universidad Nacional de Salta - Buenos Aires 177 - 4400 - Salta

Tel (087)255424/Fax (087)255489

Resumen

Los pueblos del Valle de Lerma en la provincia de Salta, vuelcan sus residuos municipales en terrenos bajos en las márgenes de los ríos de la zona, cursos hídricos que confluyen en la Presa Gral. Manuel Belgrano (Dique Cabra Corral).

Partiendo de un estudio y caracterización de los residuos municipales (1), se identifican los Impactos Ambientales aguas abajo de los ríos Arenales y Rosario para formular como alternativa tecnológica de solución el Centro Experimental de Reciclaje (CER) en la localidad de Cerrillos, distante 15 km de la ciudad de Salta.

El CER tiene por finalidad almacenar los materiales que llegan por la recolección de residuos de los domicilios y otros, en donde fueron clasificados; para ello se plantea un plan de educación ambiental (2). En el CER se lo acondicionará para su reutilización y reciclado a escala artesanal. Asimismo se proyecta la instalación del proceso aeróbico - anaeróbico de tratamiento de la fracción orgánica municipal, para lo cual se trabajarán dos bioreactores de 22.000 l cada uno. Parte del bioabono producido será aplicado en una huerta experimental situada en el CER para evaluar el mismo. El biogás generado en la fermentación anaeróbica como fuente de energía será aprovechado en el CER íntegramente.

Se identifican los componentes de inversión y organización para decidir los Impactos Ambientales involucrados. Para ello se consideran:

1. Los impactos del contexto externo sobre los componentes del proyecto.
2. Los impactos en el lugar del proyecto.
3. Los impactos del proyecto sobre el contexto.

Se analiza la factibilidad legal, institucional, política, social y ambiental del proyecto propuesto. Se determinan los Costos y Beneficios generados por el CER. Se elabora una propuesta para evaluar los beneficios asociados a la mitigación de los impactos ambientales, estimando el valor de los mismos. Se define el mecanismo de recuperación de costos, determinando además la estructura y organización institucional propuesta para el CER.

Descripción del Proyecto

Habiendo estudiado la composición de los residuos domiciliarios de la Ciudad de Salta y la localidad de Cerrillos, según sus componentes físicos, se diseña y dimensiona un sistema alternativo de tratamiento que disminuya la contaminación ambiental y permita el aprovechamiento de la fracción orgánica para generación de energía renovable y bioabono mediante un proceso de digestión anaeróbica, así como la recuperación y reciclaje de otros compuestos no orgánicos.

Este proyecto, responde a una experiencia piloto, y se desarrolla para posibilitar su futura transferencia tecnológica al medio a escala industrial, ya que esta etapa es previa e imprescindible para aquel escalamiento. Por ello, se deben ajustar todas las variables para proyectar la escala industrial, muchas de las cuales aún se continuarán investigando.

* Facultad de Ingeniería

** Facultad de Ingeniería y Profesional del CONICET

Procesos Productivos

El CER que se proyecta, comprende los siguientes procesos:

1. Tratamiento de la fracción orgánica
2. Almacenamiento y Reciclado de Papeles y Cartones
3. Almacenamiento y Reciclado de Vidrios
4. Almacenamiento y Clasificación de Metales
5. Clasificación y Reciclado de Plásticos

Tratamiento de la fracción orgánica

Se proyecta la instalación del proceso aeróbico - anaeróbico de tratamiento de la fracción orgánica municipal. Se tratará aeróbicamente primero, y luego anaeróbicamente (en ausencia de Oxígeno) la fracción orgánica (*biomasa*) en dos tanques metálicos de 22.000 litros c/u de capacidad, que cumplirán la función de digestores, previa trituración y homogeneización en un tanque para estabilizar y controlar sus condiciones físico - químicas. La biomasa triturada se cargará diariamente en el digestor, que trabaja en forma continua. La biomasa se descargará transformada en *bioabono*, sustancia regeneradora de suelos. Durante su proceso fermentativo, producirá *biogas* o *energía renovable*, que luego se purifica extrayéndole el CO₂ y el SH₂, quedando solamente el Metano (CH₄), gas combustible con un poder calorífico de 8.500 Kcal/m³, similar al del gas natural.

El bioabono producido será aplicado en principio en la **huerta experimental** del CER para evaluar sus propiedades. El biogas generado en la fermentación anaeróbica como fuente de energía será aprovechado en el CER íntegramente.

La planta piloto para la digestión anaeróbica, se construirá dentro de un Invernadero diseñado por el INENCO (3) para asegurar la temperatura interna de unos 35°C, necesaria para el desarrollo del proceso biológico de digestión.

Almacenamiento y Reciclado de Papeles y Cartones

La primera operación consistirá en clasificarlos, ya que no entran en proceso los papeles o cartones combinados con otros materiales o los manchados con grasa u otra sustancia extraña. Para la clasificación se emplearán dos mesones de madera de 4 m x 1,20 m.

Los papeles y cartones clasificados, se impregnarán en cubas de agua, se triturarán y mezclarán y se dejará luego reposar la pulpa. Esta, podrá tomar dos caminos según el producto deseado:

• Papel en pliegos para usos diversos

La pulpa pasará por una malla de acero que avanza por una mesa giratoria, atravesando unos rodillos que le extraen la humedad. El papel producido se cortará en pliegos y se estacionará para su secado y disposición posterior. El líquido residual, escurrirá por una canaleta hacia un tanque de recuperación de agua, volviendo nuevamente al proceso para humectar más pulpa.

• Cartón para envase de pizzerías y bandejas portahuevos

La pulpa entrará a una prensa por un conducto que llenará los moldes que tiene alojados. Una vez llenos, se efectuará el prensado drenando el líquido por una tubería de desagote, que lo conducirá al tanque de recuperación de líquidos. Los moldes se cargarán y retirarán manualmente. Se desmoldarán manualmente y se secarán. Los moldes guardarán la forma con la que será luego prensada la plancha de papel reciclado.

Almacenamiento y Reciclado de Vidrios

Los vidrios serán previamente clasificados según su estado y forma.

Los envases sanos pasarán a una cuba con Soda Cáustica para su lavado. Una vez limpios, se agruparán por tipo de envase y se dispondrán para la venta.

Los envases rotos o en mal estado se triturarán y se fundirán en un horno que producirá envases para dulces y otros envases de tamaño y formas comerciales de mayor aplicación y uso en el mercado comercial. El horno tendrá una capacidad de tratamiento de \$150 kg\$ de vidrio por día, y operará en forma discontinua.

Almacenamiento y Clasificación de Metales

Los metales se depositarán en un mesón de 4 m x 1,20 m, y se los esparcirá manualmente, haciéndole pasar un separador magnético para separar los metales ferrosos de los demás. De éstos, se separarán manualmente los de aluminio, los que serán depositados en un recipiente a tal fin. Una vez clasificados por tipo de metal serán prensados, enfardados y almacenados por lotes para su futura venta.

Clasificación y Reciclado de Plásticos

Los plásticos se clasificarán según su tipo, y se enfardarán por lotes, previo prensado. Se estudiarán los que pueden reciclarse, diseñando o adoptando una tecnología apropiada para su reciclaje.

Personal necesario

El Centro Experimental de Reciclaje, será atendido por nueve personas, las que serán aportadas por los Centros Vecinales, dando solución laboral a 9 familias de la zona.

Localización y Mercado del Proyecto

El Proyecto se emplazará en Cerrillos, en terrenos aledaños al INTA Delegación Cerrillos, por que este Organismo hará algunos de los análisis de la Biomasa y Bioabono en sus laboratorios, y probarán científicamente en el Campo las propiedades fertilizantes del bioabono. Por esto se firmó un convenio entre la UNSa - INENCO y el INTA Delegación Cerrillos.

Otro aspecto importante para la elección de este emplazamiento, radica en el hecho que la población de Cerrillos ya está concientizada de la importancia de reciclar, al desarrollar allí, el grupo de Investigación de la UNSa, la experiencia de Muestreo y caracterización de residuos domiciliarios (1). Además, se notó un gran espíritu de colaboración y una muy buena organización y coordinación de los Centros Vecinales con la dirigencia política de la localidad.

El lugar cuenta con todos los servicios necesarios para la infraestructura de esta escala.

El Mercado de los productos reciclados está muy difundido en todo el país. Salta no escapa a esta situación, pero no hay ningún centro de reciclaje en la región que provea estos productos, razón por la cual la demanda del Mercado está totalmente insatisfecha. Los bienes a producir, podrán ser comercializados en la Ciudad de Salta, distante 15 km de Cerrillos, y en el Valle de Lerma, en especial las planchas para huevos, donde tienen asiento el 50 % de los productores de la provincia. El emplazamiento resulta muy ventajoso, por encontrarse Cerrillos en el acceso de aquél.

Estudio del Impacto Ambiental (EIA)

El Impacto Ambiental (IA) mide los cambios sobre el ambiente natural o humano derivado de la ejecución del Proyecto del CER, respecto a la situación que se produciría si éste no se ejecutara. Se trata entonces de comparar las dos situaciones finales: con y sin proyecto. La diferencia entre ambas situaciones constituye el *Impacto Ambiental*. Para medir esta diferencia, se ponderan numéricamente las variables que intervienen, de modo de saber si la misma será positiva o negativa, lo que condicionará la implementación o no del proyecto. Para ello, se estudian los "Cambios Medibles en el contexto del Proyecto".

Se determinan los tres elementos fundamentales que conforman un IA:

- **Un Emisor:** Vertedero a Cielo Abierto a orillas del Río Rosario
- **Un Medio:**
 1. Agua para Riego: Aguas abajo del cause del Río Rosario.
 2. Animales, insectos, roedores, viento contaminados por el Vertedero.
- **Un Receptor:** Población, cultivos aledaños al río, espejo de agua del Dique Cabra Corral (Presa Gral. Manuel Belgrano)

Objetivos de la Evaluación del Impacto Ambiental

Las Inversiones a realizar con el proyecto, deben controlar o mitigar los efectos negativos sobre los Recursos Naturales y el Bienestar de las Personas, y mejorar la Calidad Ambiental. Se proyecta la situación futura sin proyecto para luego estudiar los cambios que incorpora la situación futura con proyecto. Como consecuencia de ello, se determina la existencia de los siguientes *Cambios medibles en el contexto del proyecto*:

1. Cambios en la Producción

Los suelos se podrán recuperar a razón de 20 Ha por año, gracias al agregado de Compost o Bioabono que producirá el CER a partir de la fracción orgánica de los residuos.

2. Cambios en la Calidad Ambiental

La clasificación domiciliaria de residuos forzarán a una disposición final de residuos controlada, y sin efecto negativo para el ambiente.

3. Cambios en el Uso del Bien "Agua":

Al controlar la disposición final de residuos por la clasificación en origen de los mismos, el cause de agua del Río Rosario, podrá ser destinada para riego.

4. Cambios en la Recreación:

El lago del Dique Cabra Corral, tendrá una impresión visual positiva porque estará más limpio.

5. Cambios en el Bienestar de las Personas:

- La campaña de concientización para la clasificación domiciliaria de residuos y protección del ambiente, a través de publicaciones (4) y campañas de divulgación, mejorará el nivel cultural general.
- El CER generará nueve puestos de trabajo y tendrá un efecto multiplicador en la economía de la localidad de Cerrillos.
- Habrá un ahorro en la población al eliminarse el pago por el Servicio de Recolección de Residuos.
- Habrá un ahorro en la población en gastos de salud al eliminar la contaminación por el Vertedero a cielo abierto a través de sus agentes contaminantes.

6. Existirá un ahorro público en los Hospitales de la Región, al disminuir la posibilidad de transmisión de enfermedades al estar el basural controlado.

Beneficios Asociados al Proyecto

1. Beneficios que se perciben por la diferencia de no haber recuperado el terreno con Bioabono y/o Compost.
2. Puestos de Mano de Obra que genera el CER.
3. Beneficios directos generados por la Venta de los Productos que procesará el CER.
4. Aumento en los Ingresos de la Comunidad por el atractivo turístico y ecológico que representa el CER.
5. Ahorro en la población de Cerrillos por el "no pago" del servicio de recogida de residuos.
6. Ahorro en el gasto de Salud de la Población.
7. Ahorro en el gasto de limpieza y dragado del lago del Dique Cabra Corral.
8. Aumento del valor locativo de las propiedades asentadas en lotes cercanos al lago del dique.

Resultados - Consideraciones económicas

Para evaluar el Impacto Ambiental, se determinan los Costos de Inversión y de funcionamiento del CER y se los compara con los Beneficios producidos por los Cambios de Bienestar que genera el proyecto; se calcula la *Relación Beneficio / Costo* y se verifica la conveniencia económica - social - ambiental de implementar el CER.

Inversión Necesaria

1. Tratamiento de la fracción orgánica	
- Biodigestor con infraestructura e instalaciones	20.000
- Equipamiento e Instrumental de Laboratorio	5.000
2. Almacenamiento y Reciclado de Papeles y Cartones	20.000
3. Almacenamiento y Reciclado de Vidrios	12.000
4. Almacenamiento y Clasificación de Metales	2.000
5. Clasificación y Reciclado de Plásticos	5.000
6. Acondicionamiento del terreno y provisión de Servicios	3.000
7. Centro de Capacitación	10.000
8. Camión tipo Ford 350	40.000
9. Remolque para recolección residuos	3.000
10. Equipamiento para Oficina	3.000
Inversión Total del Proyecto	105.000

Costos de Funcionamiento del CER

Se determinan los Costos de Funcionamiento como la suma de los Costos de Insumos y Materiales (recolección incluida), Mano de Obra, Gastos Generales de Fabricación directos e indirectos, Gastos de Administración, Costos de Comercialización e Impuestos. Se incluye también el Costo de la Campaña de Concientización y Difusión.

Costos Totales de Funcionamiento: **\$ 216.517 / Año**

Ingresos por Ventas

Se determinan los Ingresos por Ventas de los productos que desarrollará el CER. Para ello, se estudian los volúmenes de Materia Prima a tratar a partir del Muestreo y Caracterización de Residuos de Cerrillos desarrollado oportunamente (1). Se estima que se trabajará con el 70% de los volúmenes calculados en (1).

Se fijaron los precios de los productos reciclados y no reciclados consultando en el medio local con algunos acopiadores de vidrios, cartones, metales y "mantillo" o tierra para plantas.

Ingresos Esperados por Ventas: \$ 238.842 / Año

Ingresos - Egresos del Proyecto: \$ 18.265 / Año

Estimación económica del Impacto Ambiental

El proyecto por sí mismo cubre con lo justo los costos con sus ingresos, haciéndolo muy riesgoso como Proyecto económico financiero. Para mostrar la conveniencia de la implementación del mismo, se consideran las "externalidades" relacionadas con los beneficios asociados a las situaciones de Bienestar que sus Cambios generan en el contexto. Estos Impactos Ambientales positivos son de tal magnitud que el CER y todo lo que él implica, resulta de vital importancia para la Comunidad de Cerrillos.

Se ponderan en una primera instancia los beneficios consignados en 3.1, los que se continuarán investigando, determinando los valores siguientes:

- Cambios en la Producción: Ahorro por no uso de Fertilizantes químicos, por prolongar la vida útil de la tierra: $20 \text{ Ha/Año} \times \$ 200/\text{Ha} = \$ 4.000 / \text{Año}$
- Cambios en la Calidad Ambiental: Ahorro en gastos de salud pública por eliminar un foco de contaminación. Se toma el 10 % de las 30 camas del Hospital de Cerrillos: $\$ 30/\text{cama-día} \times 3 \text{ camas} \times 360 \text{ días} = \$ 32.400 / \text{Año}$
- Cambios en el Uso del Bien "Agua": Aumento en la recaudación por el servicio de Canon por Riego: $300 \text{ Ha} \times \$ 40/\text{Ha} = \$ 1.200 / \text{Año}$
- Cambios en la Recreación: El dique será visitado por más personas, las que estarán dispuestas a pagar por tener limpias las aguas del lago una tarifa de \$ 0,50 / vehículo para tener acceso y disfrutar sus aguas: $\$ 0,50/\text{veh} \times 10.000 \text{ veh/mes} \times 12 = \$ 60.000 / \text{Año}$ Con esta tasa se podría paliar el mantenimiento de la ruta de acceso desde Moldes al lago, por ello no la incluimos en la EIA.
- Ahorro en el gasto de limpieza y dragado del lago del Dique Cabra Corral. Actualmente se limpia una vez cada dos años. Se espera que con el proyecto, disminuya un 15 % esta frecuencia: $\$ 30.000 / \text{Año}$
- Aumento del valor locativo de las propiedades asentadas en lotes cercanos al lago del dique: El valor locativo subirá fuertemente cuando se eliminen todas las causas contaminantes. Por ello, se estima sólo un 1 % el incremento aludido: $\$ 3.000 / \text{Año}$
- Cambios en el Bienestar de las Personas:
 1. Ahorro en la población al eliminarse el pago por el Servicio de Recolección de Residuos: $\$ 30 / \text{viv.} \times 2.000 \text{ viv.} = \$ 60.000 / \text{Año}$
 2. Ahorro en la población por disminución de fuentes de transmisión de enfermedades: 10 % de presupuesto familiar por salud: $0,10 \times 2.000 \text{ flías} \times \$ 100 / \text{Año} = \$ 20.000 / \text{Año}$

Total de Beneficios por "Externalidades" generados por el CER: \$ 150.000 / Año

Aspectos Legales, Institucionales y de Organización

En materia legal, el *Código de Aguas de la Provincia de Salta, Ley N° 775* establece en su artículo 244 que las aguas cloacales y las con residuos nocivos de establecimientos industriales, no pueden ser arrojadas a los cursos naturales o acueductos, sin ser previamente tratadas y depuradas. En su artículo 245 establece la prohibición de depositar animales muertos, basuras o desperdicios junto a los cursos de agua, y arrojarlos a los mismos, y expresa que el infractor será responsable por los daños y perjuicios causados. Esto demuestra que los Municipios del Valle de Lerma que están arrojando los residuos domiciliarios en las márgenes de los ríos, están infringiendo esta Ley, razón más que valedera para mitigar esta situación.

Desde el punto de vista Institucional, el CER se efectivizará a través de la figura de una ONG (Fundación con C.U.I.T. para emitir facturas por ventas). Intermediará entre el INENCO - UNSa y el INTA Cerrillos y desarrollará la faz ejecutiva del CER.

Se determina una Organización de estructura piramidal, con un Encargado General del CER y un Operario Capataz que lo relevará. En el CER trabajarán nueve personas: además de los nombrados, se incluyen cuatro operarios y tres peones.

Conclusiones

El Impacto Ambiental que generan los residuos sólidos urbanos en las ciudades del Valle de Lerma en el marco actual, y los cambios positivos que le agrega el Centro Experimental de Reciclaje, hacen revertir totalmente la situación. Se continuará investigando estas valoraciones por otros métodos.

Los indicadores matemáticos **B/C** económicos de este proyecto, muestran a las claras la conveniencia de implementarlo, aún cuando el Recupero de la Inversión se haga en 4 años y 8 meses. Por tratarse de una Experiencia Piloto, para luego escalar a la Ciudad de Salta Capital, con más de 400.000 habitantes, se justifica la Inversión, en especial si se verifica que los ingresos superan levemente los costos de funcionamiento.

Relación Beneficio / Costo del CER, sin las externalidades al proyecto, es:

$$238.842 / 216.517 = 1,10$$

Relación Beneficio / Costo con externalidades:

$$388.842 / 216.517 = 1,80$$

El desfase entre ambos indicadores mide cuán importante es para la Sociedad y el Ambiente el desarrollo del CER.

Referencias

1. **G. Plaza, O. Pacheco, P. Robredo, H. Di Veltz, A. Saravia Toledo.** *Muestreo de Residuos Municipales clasificados.* 17ava Reunión Nacional de Energía Solar y Fuentes Alternativas. Rosario, octubre de 1994.
2. **G. Plaza, E. Scaroni, M.R. Martearena, O. Pacheco, P. Robredo.** *Educación Ambiental: Reciclaje y Digestión Anaeróbica de Residuos.* 18ava Reunión Nacional de Energía Solar y Fuentes Alternativas. San Luis, octubre de 1995.
3. **Saravia Luis et. al.** *Diseño y Construcción de un Sistema Integrado Invernadero - Secador con Calentamiento Combinado Solar - Biomasa.* Actas 16° Reunión de Trabajo de ASADES. La Plata, 1993.
4. **G. Plaza, O. Pacheco, M.R. Martearena, E. Scaroni.** *La Naturaleza Recicla Todo.* Cartilla de divulgación educativa. INENCO- UNSa, 1995.