

## Sistema de equipamiento para el reciclado de Residuos Sólidos Urbanos

Caló Julieta

### Resumen Técnico

El presente proyecto consiste en el diseño de un sistema modular de equipos/maquinaria de bajo costo adaptable a diferentes escalas productivas, destinado a emprendimientos municipales y/o cooperativas de recuperadores urbanos (cartoneros) dedicados a la valorización de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

Las escalas a contemplar para el desarrollo del equipamiento son:

**Pequeña Escala (I)**, adaptable a una planta municipal o emprendimiento que recupere Residuos Sólidos Urbanos (RSU) de aproximadamente 3000 a 10.000 habitantes.

**Mediana Escala (II)**, adaptable a una planta o emprendimiento de tratamientos de RSU que contemple una población de 10.000 a 30.000 habitantes.

**Gran Escala (III)**, para una planta o emprendimiento que recolecte RSU de 30.000 a 50.000 habitantes.

Parte del sistema modular ha sido desarrollado y se asienta en cuatro componentes principales:

- Un molino a bolas para la recuperación de vidrio.
- Un triturador de fresas rotativas para la recuperación de plástico.
- Una prensa hidráulica para la compactación de papeles y cartones.
- Una estructura para la producción de compost.

Dichos componentes básicos del sistema han sido proyectados en función de prestar servicios a un municipio o cooperativa donde la escala de producción abarca 3000 hogares o familias (escala I).

Estos componentes se encuentran en un estado avanzado, gracias a lo desarrollado durante una Beca Alumno FBA-UNLP, y durante el último trabajo de la cátedra A (Profesor Titular DI Rubén Peluso), Taller de Diseño Industrial V, donde los partidos tecnológicos y requerimientos productivos ya han sido resueltos. Sólo deben ser sometidos a la resolución de elementos complementarios.

Asimismo, este Proyecto se integra dentro de los Objetivos de un Proyecto de Investigación madre : Cód. B11/128 "Análisis de la interacción de contenidos éticos y estéticos en el Proyecto de Diseño Industrial", dirigido por D. I. M. Bernatene, acreditado en la Secretaría de Ciencia y Técnica FBA-UNLP, inscripto en el Programa Nacional de Incentivos a la Investigación, y evaluado anualmente por Jueces internos y externos a dicha universidad. En el ámbito de dicho Proyecto, la becaria cuenta con el apoyo interdisciplinario de Ingenieros y Sociólogos integrantes del equipo.

### Como trabajo a desarrollar, se contemplará:

- La adaptación/replanteo de diseño de las máquinas desarrolladas a escala mediana (II) y grande (III).
- El equipamiento complementario para preparar el material a recuperar antes de someterlo al proceso final (por ejemplo, retirado de etiquetas, de precintos, pegamentos).
- El equipamiento necesario para automatizar el llenado y descarga de las máquinas (por ejemplo, incorporación de transporte por cintas. Automatización de la aspiración y retiro de materiales procesados)
- Planificación del ámbito de trabajo, teniendo en cuenta criterios de ingeniería de procesos (o layout productivo), de arquitectura industrial, habitabilidad, ergonomía (ventilación, iluminación, circulación) Seguridad e higiene y ordenamiento de componentes según la escala.
- El *packaging* necesario para optimizar espacio durante el traslado de los materiales recuperados.

El aporte de diseño, de los componentes básicos (molino, triturador y prensa) para la escala I se basaron en:

Articular los componentes del sistema entre sí.

Resolver la ergonomía y seguridad.

Resolver cuestiones funcionales, estéticas y tecnológicas.

Utilizar la industria local.

Orientar el diseño hacia: bajos costos, robustez y confiabilidad.

*Estos mismos criterios de diseño para el equipamiento diseñado se utilizarán en el momento de proyectar los equipos adaptables a mayores escalas productivas (II y III).*

Las máquinas para la escala I están en condiciones de procesar:

### **Papeles y Cartones:**

- 1.000 k de papel prensa, papeles de color.
- 750 k de cartón.
- 300 k de papel "planilla".

Estas cantidades suman un total de 2.050 k de material a ser compactados por la prensa por día.

### **Plásticos:**

800 k de PET (Poliétilentereftalato): botellas, con el triturador se lograría optimizar espacio con lo cual aumentarían su precio de venta y las cantidades a recolectar.

200 k de PP (Poli Propileno): incluye sillas, baldes, cajones. Es actualmente el plástico de mayor cotización junto con el ABS (carcazas de electrodomésticos, PC, etc.) de esta manera se triturarían un total de 1.000 k de plástico por día.

225 k de vidrio: esta cifra varía de acuerdo al tipo de botella que se recolecte, una parte de ellas retorna a las fábricas de origen, la otra es triturada (de forma muy rudimentaria, peligrosa).

Se contempla, entonces, la trituración de 225 a 300 k por día.

### **Descripción de la situación inicial**

Reciclar es una palabra que adquirió un nuevo sentido, describe un proceso por el cual, un material de origen industrial, se recupera como materia prima para fabricar otros objetos a partir de aquel cuyo uso perdió sentido.

La combinación de injusticia social (desocupación, precariedad laboral) y reciclado industrial dio lugar a una actividad ejercida por personas que al organizarse en una unidad económica encuentran la manera de enmarcarse en el trabajo legal.

A raíz de la crisis económica, miles de familias se ven obligadas a vivir de la basura. Según las estadísticas sólo en el conurbano bonaerense, en 2001 más de 25.000 personas se dedican a esta actividad, en 2002 la cifra asciende a 40.000.

Durante este año se estima que unas 50.000 familias subsisten de la recuperación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

Esta realidad hizo que muchas de estas familias se agruparan y formaran cooperativas. Así consiguen apartar a los intermediarios (ya que los depósitos son los que reciben el mayor beneficio de la cadena), recibiendo asesoramiento y subsidios para emprendedores. Los subsidios les permiten una mayor capacidad para adquirir bienes de capital, los que generalmente son importados o fabricados en manera semiartesanal, en el país, sin tener en cuenta cuestiones relacionadas con la seguridad laboral del operario.

La recuperación de RSU sólo en la Ciudad de Buenos Aires genera mensualmente \$8 millones mensuales, siendo los recuperadores urbanos quienes resultan menos beneficiados en la cadena de comercialización.

Por otra parte la Compañía Latinoamericana de Ingeniería Básica Ambiental (CLIBA), la concesionaria de recolección de residuos en Capital Federal, recauda a través de los impuestos municipales \$16 millones por desarrollar su actividad, monto que la empresa cobra además por tonelaje a enterrar.

En los últimos años, se registró una baja de entierro del 25%, producto de la actividad de los cartoneros.

De la recuperación, más del 50% es materia orgánica; el 17% cartón y papel; el 15% plástico; 7% vidrio y el resto otros materiales (metales, madera y telas).

*Esta actividad contribuye al cuidado del medio ambiente, ya que muchas industrias, a partir de la devaluación, se vieron obligadas a insertarse en este circuito, incorporando en sus productos mayor porcentaje de materia prima reciclada.*

### **Objetivos Generales**

- Contribuir a la sustentabilidad ambiental.
- Diseñar un sistema de dispositivos innovador adaptable a diferentes ámbitos (cooperativas, municipios, emprendimientos familiares) y a diferentes escalas (I, II y III).
- Utilizar ingeniería existente (motores y reductores estándar de procedencia argentina).
- Participar en el desarrollo de la industria local.
- Contribuir a la generación de empleo digno.
- Diseñar el equipamiento con sus cuatro elementos principales (molino, triturador, prensa, estructura) y elementos secundarios de seguridad, optimización de tiempos de producción, higiene, ergonomía.

### **Objetivo Específico**

Diseñar un sistema de máquinas accesibles y adaptables, para grupos de recuperadores organizados o plantas municipales, según las capacidades antes descriptas, facilitando la adquisición del sistema completo pero permitiendo también la adquisición por partes para un crecimiento paulatino.

Diseñar elementos propios del proceso o layout productivo.

Dicho sistema deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Intercambiabilidad de partes y repuestos, mantenimiento por los propios usuarios, modularidad de los componentes, facilidad de uso y limpieza, seguridad, eficiencia y estética que dignifique el espacio de trabajo.

### **Fundamentación**

La marginación, la explotación, y las condiciones laborales de los recuperadores urbanos y de los trabajadores municipales es una realidad. El sistema de equipos que se plantea es una propuesta de Diseño Industrial que podría contribuir a consolidar la cadena de valor en la recolección y procesamiento de RSU, en emprendimientos cooperativos y/o municipales actuales y futuros.

Actualmente no existe un sistema con las características planteadas, aunque sí se fabrica equipamiento de forma aislada, es decir, se encuentran en el mercado prensas hidráulicas manuales o con motores de precios inaccesibles por parte del sector. Por otra parte, existen también trituradores pero para el área de la agricultura para la molienda de materiales semiduros.

*Para el área del reciclaje están surgiendo nuevos productos que son específicos para la trituración de plásticos, pero, vale aclarar nuevamente, son muy costosos. Es por esta razón que en los municipios que cuentan con una planta recicladora de RSU se utilizan equipamientos rudimentarios de fabricación semiartesanal carentes de las normas de seguridad e higiene.*

Por esta razón se propone diseñar un sistema de equipos accesible que cuente con todas las normas de seguridad e higiene necesarias para un buen desempeño laboral.

Para un grupo de recuperadores, contar con un sistema de equipamiento, significa grandes beneficios, a saber:

- Evitar en lo posible a los intermediarios.
- Acceder de modo directo a las industrias del plástico, el vidrio, el papel, cartón, etcétera.
- Mejorar las condiciones laborales, incrementado sus ingresos.

Para una planta de tratamientos de RSU, los beneficios serían:

- Mejoramiento en las condiciones laborales y la capacidad de procesamiento.
- Incremento de los ingresos del Estado Municipal.

## **Plan de Trabajo**

### **Antecedentes y etapas realizadas**

- Relevamiento de las Cooperativas en la Provincia y en la Nación.
- Relevamiento de las plantas de recuperación de R.S.U.
- Relevamiento de las asociaciones vinculadas a la sustentabilidad del ambiente.
- Visita a Cooperativas de recuperadores urbanos.
- Relevamiento de equipamiento.
- Visita a Plantas Municipales de tratamiento de RSU.
- Visita a papeleras/cartoneras.
- **Planteo del tipo de Sistema a desarrollar** y sus características fundamentales a saber: productivo, dinámico, complejo, abierto.
- **Planteo de los Requerimientos y Requisitos** de cada uno de los componentes principales para una escala pequeña.
- **Planteo de las características técnicas de los diferentes componentes principales del sistema:**

Trituración de plástico: triturador de fresas rotativas.

Trituración de Vidrio: molino a bolas.

Compactación de Papeles: prensa hidráulica.

- **Determinación del partido tecnológico:**

Dominancia de plegado de chapa y soldadura, con el fin que el sistema pueda ser elaborado en cualquier empresa metalúrgica del país.

- **Definición de los componentes estructurales, división en módulos** de las máquinas (subcomponentes).

- **Planteos formales, estructurales, dimensionales y funcionales:** esquemas, diagramas en molino, triturador y prensa.

- Verificaciones dimensionales y físicos en base a comprobaciones experimentales en Molino a Bolas.

- **Solución de componentes internos con consultas interdisciplinarias :**

Cátedra de Tecnología de Diseño Industrial y Cátedra de Física II, en el Departamento de DI-FBA .Facultad de Ingeniería Aeronáutica, otros ingenieros.

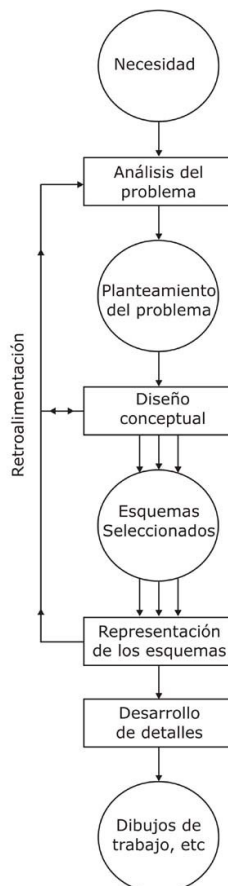
- Propuestas de vínculos mecánicos.
- Maquetización a escala.

- Solución Preliminar de engranajes en cámara de corte del triturador de plásticos.
- Solución preliminar de los componentes mecánicos en Molino a Bolas.
- Consulta a la empresa de Motorreductores “Mancuso SA”, se obtuvieron precios y planos dimensionales.
- Visita a la exposición de máquinas herramientas Emaqh, con el fin de relevar tendencias en diseño de máquinas.
- Planos preliminares de molino a bolas, del conjunto y de cada una de las piezas en donde se muestran los desarrollos de las chapas dobladas.
- Secuencia de armado de las partes en el molino de bolas, con verificaciones a través del ordenador para evitar interferencias entre las piezas durante el armado de las máquinas.
- Comprobaciones ergonómicas preliminares-ajustes antropométricos.
- Esquemas de ensamble y planos constructivos.

## Resultados esperados

Diseño de Sistema de equipamiento adaptable a diferentes escalas productivas, con los cuatro elementos definidos y con los componentes necesarios para el layout productivo. Búsqueda de soluciones en los aspectos formales, funcionales, ergonómicos, ambientales, de calidad, uso, técnico-productivos, tipológicos, significativos y de seguridad. Con su estudio de costos y variables productivas. Sistema validado a través de maquetización y modelización de los comportamientos. Con aprobación de asistentes involucrados en el tema.

## Metodología



### **Aportes al conocimiento**

- Contribuir a la construcción de respuestas de diseño específicas al problema de la pobreza, la contaminación, el tratamiento y reciclado ambientalmente adecuado de RSU.
- Atender a temas que requieren del enfoque interdisciplinario entre áreas ingenieriles, proyectuales y sociales.
- Innovar en soluciones para la generación de empleo.
- Aportar al reconocimiento y legitimación de dicha cadena productiva y sus ámbitos de trabajo como una industria.

### **Transferencia de resultados de investigación**

Al medio productivo por medio de la Secretaría de Extensión y de la Secretaría de Ciencia y Técnica y el Departamento de Diseño Industrial de la Facultad de Bellas Artes (FBA), UNLP.  
A los posibles destinatarios del sistema –ya mencionados– tales como municipios y cooperativas.