

## LA REVISIÓN AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA ARROCERA

Mario José Mantulak, Eugenio Rubén Cruz  
Facultad de Ingeniería – UNaM  
Juan Manuel de Rosas 325 – Oberá – Misiones – Argentina  
Teléfono: 054-03755-422169; Fax:054-03755-422170  
E-mail: [mantulak@fiobera.unam.edu.ar](mailto:mantulak@fiobera.unam.edu.ar), [cruz@fiobera.unam.edu.ar](mailto:cruz@fiobera.unam.edu.ar)

### RESUMEN

El trabajo tiene como ámbito de aplicación una planta industrial de molino de arroz de la provincia de Misiones. En ella se realiza una "Revisión ambiental" en el marco de las normas ISO 14000. Este proceso ha permitido analizar el conjunto de la organización, posibilitándole visualizar los estados de cada fase de su proceso productivo y flujos de interrelación entre ellas.

En la revisión se consideraron y evaluaron aquellos aspectos ambientales más significativos. En función de lo cual se establecieron propuestas alternativas para mejorar las condiciones de posicionamiento ambiental de la planta. Esta visión general de la situación ambiental, resulta fundamental para comenzar a trazar estrategias en función de las corrientes dominantes de un mercado cada vez más exigente en lo ambiental.

### PALABRAS CLAVE

Gestión ambiental – Revisión Ambiental Inicial – Aspectos ambientales – Industria arrocera

### INTRODUCCIÓN

Es a partir de la publicación, en el año 1992, de la Norma Británica BS 1750 sobre Sistemas de Gestión Ambiental, cuando el concepto de gestión del Medio Ambiente comienza a abordarse de forma sistemática. Concepto que a su vez a sido recogido por la Norma ISO 14000 desde el año 1996.

En la actualidad la internalización de los factores ambientales en los objetivos empresariales ha pasado a tener importantes repercusiones en los niveles de competitividad de las empresas, tanto del lado de la oferta, por mejoras de la productividad, como desde la demanda, por diferenciación y cualificación del producto.

En el caso del sector industrial, la nueva estrategia se inclina por fomentar una actuación de colaboración y por la promoción de acuerdos voluntarios u otras formas de auto-reglamentación, teniendo como objetivo incidir en la totalidad del proceso de producción, más allá de la corrección de procesos contaminantes y perturbaciones y, potenciando:

- La mejora de la gestión y control de los procesos de fabricación
- La mejora de la gestión de residuos
- El control ambiental de productos finales
- La participación de la opinión pública y los interlocutores sociales
- Una mejor estrategia y posicionamiento frente a sus competidores

La incipiente modificación de políticas industriales, en función de directrices emanadas de instancias internacionales (Agenda 21, Normas ISO, etc.), basada en una cada vez mayor utilización de instrumentos no normativos y desde un enfoque de colaboración, está empezando a tener una incidencia sobre el comportamiento de las industrias y la mentalidad de su empresariado. Aunque este proceso es todavía incipiente, y no generalizable al sector en su conjunto, refleja la tendencia de la industria a afrontar los problemas ambientales en forma integrada y activa, incorporando el medio ambiente a la gestión global de la empresa y dotándolo de valor estratégico.

### EL SITIO DE OPERACIONES

La Planta Industrial de "Molino de Arroz", en la que se desarrolla el trabajo, se encuentra situada en el Municipio de Posadas, en la provincia de Misiones, República Argentina. En ella se industrializa el arroz en sus variedades de "largo fino" y "fortuna". Se encuentra ubicada en un predio de unos 11.000 m<sup>2</sup>. De los cuales, aproximadamente unos 3.600 m<sup>2</sup> se encuentran cubiertos, correspondiendo ello a instalaciones de molino, secado, envasado, depósitos, silos, taller y administración.

El sitio de operaciones se compone de siete sectores principales:

- Sector de secanza para la línea de producción de grano “largo fino”.
- Sector de secanza para la línea de grano “fortuna”.
- Sector de almacenamiento de grano “largo fino”.
- Sector de almacenamiento de grano “fortuna”.
- Sector de Molino propiamente dicho.
- Sector de envasado.
- Sector de residuos.

En esta planta se procesan anualmente, en promedio, unas 10.000 toneladas de arroz en cáscara. De las cuales unas 3.000 toneladas de arroz en cáscara ingresan en estado verde, pasando luego por la etapa de secado. El resto de materia prima, unas 7.000 toneladas, ingresa en estado seco, con el porcentaje de humedad requerido para el procesamiento.

### UBICACIÓN DEL SITIO DE OPERACIONES CON RELACIÓN A SU ENTORNO

La industria está ubicada en una zona periurbana. En los alrededores de la misma se encuentran asentadas diversos tipos de viviendas, tratándose todas de construcciones bajas. En algunos casos los pobladores próximos al establecimiento están caracterizados como intrusos. Esta zona no cuenta con servicio de agua de red. Las calles alledañas, como así también los accesos a las instalaciones de la planta son del tipo terrado.

A unos 500 metros de la planta se encuentran las instalaciones de un club de recreación y esparcimiento. A unas tres cuadras de la planta se encuentra ubicada una escuela de nivel primario. Existe un curso de agua que se encuentra a unos 1.500 metros aproximadamente del emplazamiento industrial, en cuyos alrededores se encuentran ubicadas algunas fabricas artesanales de ladrillos.

### REQUISITOS LEGALES

#### Legislación Nacional

- Ley N° 25.675. Ley General del Ambiente.
- Código Alimentario Argentino
- Ley N° 19.587: Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo
- Ley N° 24557: Ley de Riesgos en el Trabajo

#### Legislación Provincial

- Ley N° 2267: Ley de radicación y habilitación industrial.
- Ley N° 3079 (No reglamentada): Ley de Evaluación de Impacto Ambiental

### MATERIA PRIMA E INSUMOS

Se exponen a continuación los aspectos más importantes relacionados con el proceso productivo en cuanto a materia prima e insumos se refiere. Los datos dados en tabla se refieren a valores promedio que se tienen durante los meses correspondientes a la zafra del arroz. Durante el resto del año algunas de estas cifras disminuyen notablemente.

ASPECTOS AMBIENTALES	CANTIDAD
Arroz en cáscara (promedio)	10.000 Tn / año
Energía eléctrica	55.000 Kwh. / mes
Combustible líquido – gasoil	3,3 m <sup>3</sup> / mes
Combustible – leña (bosque nativo e implantado)	60 m <sup>3</sup> / mes
Combustible – gas licuado(propano)	3.000 Kg / mes
Aceites	10 litros / mes
Agua (servicios y otros usos)	70 m <sup>3</sup> / mes

Tabla 1: Requerimientos de energía y materia prima de la planta

Con el propósito de establecer el grado de aprovechamiento del total de materia prima que ingresa con secado previo, se han identificado los diversos tipos de subproductos, como también la composición de los residuos generados en el proceso. Los resultados del análisis del aprovechamiento están dados en la Figura 1, en la cuál los datos consignados corresponden a valores promedio.

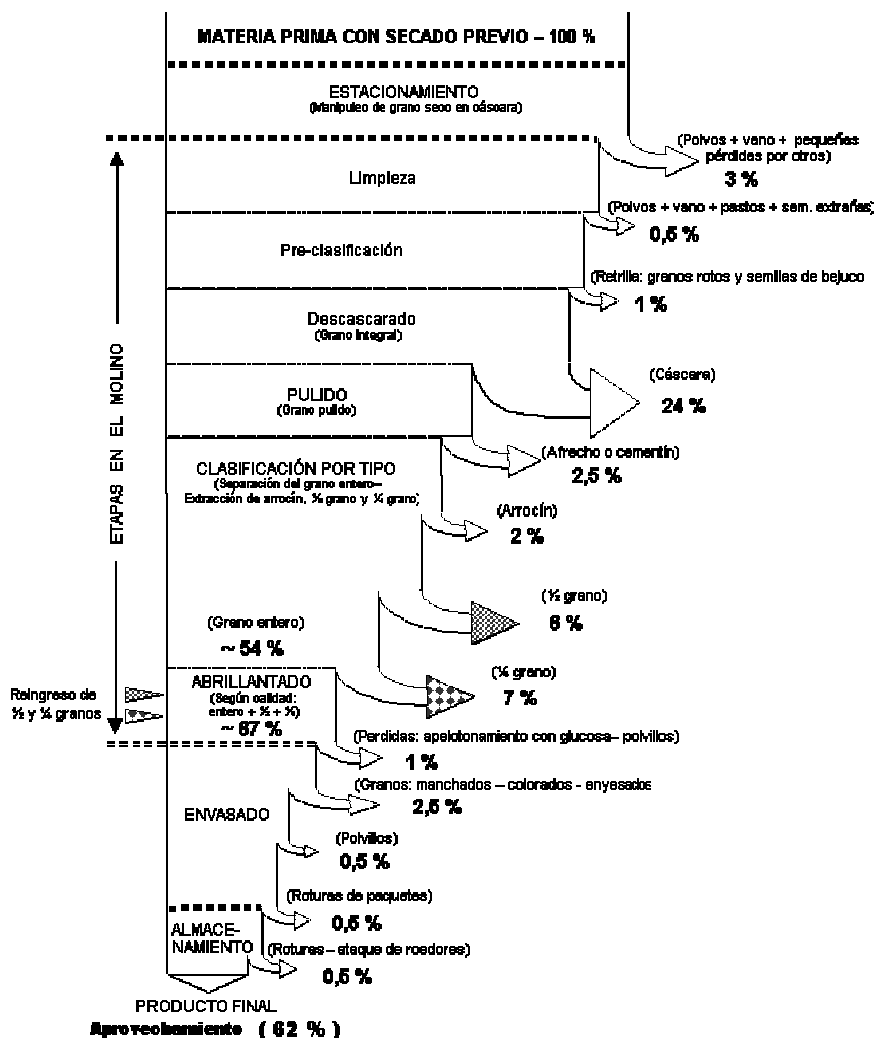


Figura 1: Aprovechamiento de materia prima con secado previo

## IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES

Para la identificación de los aspectos ambientales más significativos se consideraron los conceptos establecidos a través de IRAM-ISO 14001/14004 (1996), analizando cada una de las etapas del proceso productivo y considerando solamente aquellos aspectos relacionados con los objetivos del trabajo. En la tabla 2, se consignan los aspectos ambientales de algunas etapas del proceso relevadas.

Etapa	Aspectos ambientales	Descripción de aspectos ambientales
Tamizado	Producción de polvillo.	Generación permanente de polvillo, debido al proceso de tamizado.
	Generación de residuos sólidos.	Se generan residuos sólidos como consecuencia de la separación de las impurezas contenidas en la materia prima (pajas, cáscaras, tallos, etc.)
Secado	Producción de polvillo.	Se genera polvillo debido a pérdidas en los silos de secado y en el sistema de aspiración. Se observa además una importante fuga de polvillo en el ciclón situado al final de la línea de aspiración.
	Consumo de leña.	En la línea de producción de grano "fortuna" se utiliza en la etapa de secado, la combustión de leña para la generación de calor.
Molino	Polvillo	El polvillo proviene de los diferentes procesos dentro del molino, como ser transporte, limpieza, clasificación, descascarado y pulido.
	Ruido	El ruido proviene de los diferentes mecanismos y máquinas de los procesos transporte, limpieza, clasificación, descascarado, pulido y clasificación- mezcla.
	Residuos sólidos	Los residuos sólidos generados en las diferentes etapas del proceso dentro del molino son: cáscara, vanos, glucosa. El mayor volumen de estos residuos se genera en la etapa de descascarado. Los residuos generados en esta etapa son transportados hasta una tolva de almacenamiento.

Tabla 2: Identificación y descripción de aspectos ambientales

## GENERACIÓN DE RESIDUOS

Los residuos sólidos que se generan en la planta son en general, residuos provenientes de la materia prima. La generación de los mismos, en forma de polvillo, comienza con el ingreso de la materia prima a la planta, durante la etapa de descarga. En la etapa siguiente donde se realiza el tamizado para segregar todas las impurezas que trae consigo la materia prima (pajas, tallos, cáscaras, etc.), hay una producción permanente de polvillo que se dispersa al medio ambiente. En las etapas de secado y extracción de humedad, también se genera una gran cantidad de polvillo, pudiendo apreciarse pérdidas en el sistema de extracción y conducción, como así también en el ciclón, al cual se vinculan los extractores de los distintos silos. En la etapa de descargado del arroz, se tiene la mayor generación de residuos sólidos (cáscaras), estos mediante extractores son evacuados desde las instalaciones del “sector de Molino”, a dos tolvas elevadas, situadas en el exterior. La situación crítica en el sector de tolvas, se presenta en el momento de la descarga de las mismas en el camión de transporte de residuos, generando ello una gran cantidad de polvillo, ocasionando molestias a los pobladores de las cercanías de la empresa.

El tratamiento y disposición de estos residuos provenientes del procesamiento de materia prima no presenta dificultades, los mismos son totalmente orgánicos y muy requeridos para su utilización como abono y alimento de aves de corral y cerdos. El transporte de estos residuos (cáscaras y polvillo) está a cargo de terceros, quienes se encargan de su distribución. Los mismos son utilizados principalmente como abono.

En la etapa de envasado, y como resultado del deshecho de envolturas y bolsas de diferentes tipos de material plástico, se generan residuos. Los mismos son quemados al aire libre en una zona determinada del predio de la empresa.

## IMPACTOS AMBIENTALES

En este punto se evalúa el impacto ambiental, en función del grado de manifestación de carácter cualitativo del efecto, el cual es denotado como importancia del impacto. La importancia del impacto es entonces definible como, un atributo cualitativo del impacto ambiental, que es definible en función de la alteración del factor y de las características del efecto producido (extensión, persistencia, reversibilidad, etc.).

Se ha utilizado una adaptación del método establecido por Conesa Fernández-Vitora (1997), en el que cada casilla de cruce estará ocupada por la valoración correspondiente a siete cifras, las que son sintetizadas en una cantidad que representa la **importancia absoluta** ( $I_{abs}$ ), en función de los otros símbolos. Estando la misma definida como:

$$I_{abs} = [ 3 I + 2 E + M + P + R ]$$

Donde:

$I_{abs}$ : importancia absoluta  
**I**: intensidad  
**E**: extensión  
**M**: momento  
**P**: persistencia  
**R**: reversibilidad

El valor de la importancia absoluta ( $I_{abs}$ ) se establece mediante la asignación de un valor a cada uno de los atributos presentes en la expresión anterior, adoptándose dichos valores de la tabla 3, que ha sido adaptada de Conesa Fernández-Vitora (1997).

NATURALEZA		INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)		PERSISTENCIA (P) (Permanencia del efecto)	
– Impacto beneficioso	+ 1	– Baja	1	– Fugaz	1
– Impacto perjudicial	- 1	– Media	2	– Temporal	2
		– Alta	4	– Pertinaz	4
		– Muy alta	8	– Permanente	8
		– Total	16		
EXTENSION (E) (Área de influencia)		MOMENTO (M) (Plazo de manifestación)		REVERSIBILIDAD (R)	
– Puntual	1	– Largo plazo	1	– Corto plazo	1
– Parcial	2	– Medio plazo	2	– Medio plazo	2
– Extensa	4	– Inmediato	4	– Irreversible	16
– Total	8	– Crítico	8	– Irrecuperable	32
– Crítica	12				

Tabla 3: Valores para cada atributo establecido en la Importancia Absoluta ( $I_{abs}$ )

La importancia establecida según la fórmula anterior, corresponde a lo que hemos denominado  $I_{abs}$  (importancia absoluta), pudiendo tomar valores entre 8 y 112. A los fines de nuestro estudio, realizaremos una adaptación de la escala para obtener importancias de los impactos en un rango de 0 a 10, positivos o negativos, utilizando para ello la fórmula especificada por Echevarría Ateca (1999):

$$I_{imp} = S \times \left[ \frac{I_{abs} - I_{min}}{I_{máx} - I_{min}} \right] \times 10$$

Donde:

$I_{imp}$ : importancia del impacto  
 $I_{abs}$ : importancia absoluta  
 $I_{min}$ : mínimo valor que puede tomar la importancia (8)  
 $I_{máx}$ : máximo valor que puede tomar la importancia (112)  
**S**: signo del efecto del impacto (+ ó -)

La relación para asignar valores de Importancia del Impacto ( $I_{Imp}$ ) en función de valores correspondientes a Importancia Absoluta ( $I_{Abs}$ ) está expresada a continuación en la tabla 4.

$I_{Imp}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$I_{Abs}$	0 - 9	10 - 24	25 - 35	36 - 45	46 - 55	56 - 65	66 - 75	76 - 85	86 - 95	96 - 105	106 - 112

Tabla 4: Relación entre Importancia del Impacto( $I_{Imp}$ ) e Importancia Absoluta( $I_{Abs}$ )

En la tabla 5, se expone una síntesis de la evaluación de aquellos aspectos ambientales que tienen asociados los mayores impactos ambientales, consignándose brevemente el efecto ocasionado por cada impacto. Se han considerado los efectos en el ambiente interno y externo de la planta (Livellara, 1987), debidas fundamentalmente a condiciones de higiene y seguridad laboral (Vaquero y Ceña, 1999), y que ocasionan perturbaciones en los trabajadores y en la población de los alrededores.

Aspecto ambiental	Impacto	Etapas del proceso	S	I	E	M	P	R	$I_{Abs.}$	$I_{Imp}$
Producción de polvillo	Perturbación respiratoria en operarios	Descarga materia prima	-1	2	2	2	8	16	36	-3
Producción de polvillo	Perturbación respiratoria en operarios	Tamizado	-1	2	2	2	8	16	36	-3
Producción de polvillo	Molestias a pobladores circundantes	Secado	-1	2	4	2	8	16	40	-3
Producción de polvillo	Perturbación respiratoria en operarios	Estacionado materia prima	-1	4	2	2	8	16	40	-3
Producción de polvillo	Perturbación respiratoria en operarios	Molino	-1	4	2	2	8	16	40	-3
	Molestias a pobladores circundantes		-1	2	4	2	8	16	40	-3
Ruido	Perturbación auditiva en operarios		-1	2	1	1	8	16	33	-2

Tabla 5: Asignación de la Importancia del impacto a cada aspecto ambiental

### MEDIDAS RECOMENDADAS

En este punto se consignan las recomendaciones establecidas solamente para aquellos aspectos ambientales que poseen una Importancia del Impacto ( $I_{Imp}$ ) con valores asignados de -2 y -3.

Aspecto ambiental	Etapas del proceso	Medidas recomendadas
Producción de polvillo	Tamizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debería asegurarse el uso de elementos de protección personal (mascarillas respiratorias de graduación adecuada).</li> <li>• Podrían implementarse charlas de concientización hacia el personal, respecto de la necesidad de utilizar los elementos de protección personal.</li> <li>• Debería analizarse el rendimiento del sistema de aspiración:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar eficiencia del ciclón</li> <li>- Cambiar las uniones rígidas de conductos del sistema de aspiración por uniones más flexibles.</li> </ul> </li> </ul>
Producción de polvillo	Secado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debería analizarse el rendimiento del sistema de aspiración:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar eficiencia del ciclón</li> </ul> </li> </ul>
Producción de polvillo	Estacionamiento de materia prima (Recinto cerrado)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correspondería mejorar el sistema de ventilación de aire en el interior del recinto cerrado del sector de Almacenamiento de grano "fortuna":               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación de un sistema de ventilación forzada</li> </ul> </li> <li>• Debería asegurarse el uso de elementos de protección personal (mascarillas respiratorias de graduación adecuada).</li> </ul>
Producción de polvillo	Molino (Sector de Molino)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correspondería mejorar el sistema de ventilación de aire en el interior del recinto cerrado del "sector de Molino":               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación de un sistema de ventilación forzada</li> <li>- Cambiar las uniones de conductos del sistema de aspiración por uniones flexibles y herméticas.</li> </ul> </li> <li>• Debería asegurarse el uso elementos de protección personal (mascarillas respiratorias de graduación adecuada).</li> </ul>
Producción de polvillo	Molino (Sector de Tolva de residuos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sería recomendable mejorar la eficiencia del sistema de aspiración:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar eficiencia del ciclón que se encuentra en el sector de "Tolva de residuos".</li> <li>- Colocar una manga en la "Tolva de residuos" para disminuir la fuga de polvillo que se produce durante el vaciamiento de la misma.</li> </ul> </li> </ul>
Ruido	Molino (Sector de Molino)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debería utilizarse elementos de protección personal (protección auditiva)</li> </ul>

Tabla 6: Medidas recomendadas para atenuar el impacto asociado a cada aspecto ambiental.

## CONCLUSIONES

El trabajo ha permitido en primera instancia determinar la actuación de la industria desde el punto de vista de la gestión ambiental, abordando una temática tan prioritaria como la relación de un proceso productivo con su entorno, considerando por un lado la interrelación del ser humano con la actividad como parte integrante del ambiente de trabajo, y por otro la influencia que ejerce la actividad sobre la población circundante.

Se han identificado y evaluado los aspectos ambientales más significativos de cada etapa del proceso productivo, obteniéndose además, una valoración de los mismos de acuerdo a la importancia del impacto que provocan. Ello ha permitido identificar las etapas más críticas del proceso tanto en lo ambiental como en lo referente a los riesgos laborales.

El diagnóstico de situación de la empresa ha posibilitado efectuar una serie de recomendaciones tendientes a obtener una mejor relación con su entorno y lograr mejorar las condiciones de trabajo del personal. Esto no incluye solamente actividades de mantenimiento y/o de mejoramiento de equipos y elementos del proceso productivo, sino también se han formulado además, una serie de medidas de gestión tendientes a potenciar el desempeño de la actividad en materia ambiental.

El trabajo además ha permitido una mejor comprensión e interpretación de procedimientos y acciones relacionados a procesos de actuación encuadrados en el contexto de la gestión ambiental, como así también, la evaluación de condiciones laborales consideradas críticas en materia de higiene y seguridad en el trabajo. Ello ha contribuido al sostenimiento en general de la relación existente entre la Universidad Nacional de Misiones y los sectores productivos de la región, y en particular, ha permitido establecer un vínculo entre la Facultad de Ingeniería y una empresa productora de la zona a través del análisis y evaluación de su proceso industrial desde la perspectiva ambiental.

## REFERENCIAS

- Conesa Fernández-Vitora V. (1997). Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, 3ª edición, pp. 88-96. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Echeverría Ateca J. (1999). Evaluación de Impacto Ambiental, 1ª edición, pp. 121-128. CDR Imprenta, Antofagasta, Chile.
- Livellara C. A. (1987). Medicina, Higiene y Seguridad en el Trabajo, 1ª edición. Editorial Astrea, Buenos Aires, Argentina.
- Norma IRAM-ISO 14001, (1996). Sistemas de Gestión Ambiental-Especificaciones y Directivas para su Uso, 1ª edición, pp. 10-18. Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires, Argentina.
- Norma IRAM-ISO 14004, (1996). Sistemas de Gestión Ambiental-Directivas Generales sobre Principios, Sistemas y Técnicas de Apoyo, 1ª edición, pp. 10-16. Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires, Argentina.
- Vaquero J. L. y Ceña R. (1999). Prevención de Riesgos Laborales: Seguridad, Higiene y Ergonomía, 1ª edición. Ediciones Pirámide S.A., Madrid, España.

## ABSTRACT

This paper deals with an environmental revision of an industrial plant of rice milling against ISO 14000 standards. The study allowed the analysis of the entire organisation which made it possible to visualise the state of each phase of the productive process and the flows of interrelationship among one another.

The most significant environmental aspects were considered and assessed. As a result, alternative proposals were made to improve the conditions of the plant's environmental stand. This general view of the environmental situation is crucial to start outlining strategies in agreement with current policies of a market with more and more environmental demands.

## KEYWORDS

Environmental management - Initial environmental revision - Environmental aspects – Rice industry