

“Gestión Ambiental en una Planta de Co-Generación a partir de biomasa forestal”

Reis, Hugo Daniel^a ; Mantulak, Mario José^b ; Kolodziej, Sebastián Federico^c

^a *PINDO SA, Puerto Esperanza, Misiones, Argentina.*

^b *Laboratorio GTEA, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones, Oberá, Misiones, Argentina.*

^c *Laboratorio Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones, Oberá, Misiones, Argentina*

e-mails: hugoreis@pindosa.com.ar, mantulak@fio.unam.edu.ar, kolodz@fio.unam.edu.ar

Resumen

El sector de la industria maderera es la actividad productiva de mayor impacto socio-económico de la zona del Alto Paraná Misionero. Materia prima disponible, la tradición forestal y la infraestructura adecuada se combinan para favorecer el crecimiento de estas industrias. En ese marco, la alta demanda de energía eléctrica, el uso de vapor para los procesos de secado, y la alta disponibilidad de biomasa residual asociada a los aserraderos, brindan un contexto ideal para acometer proyectos de co-generación de energía eléctrica y vapor, asociados a la industria maderera. El presente trabajo aborda una revisión ambiental inicial en una planta de co-generación de energía eléctrica y vapor, asociada a una industria maderera mediana de la zona Norte de Misiones. Se identificaron los aspectos ambientales relevantes y se analizaron acciones de gestión ambiental, delineando un Plan de Gestión Ambiental para la empresa. Paralelamente se identificaron los aspectos de higiene y seguridad laboral, proponiéndose también los programas correspondientes.

Palabras Clave: *Gestión Ambiental, Revisión Ambiental Inicial, Planta de Co-generación, Biomasa Forestal*

1. Introducción

Todas las organizaciones, como consecuencia de su actividad, repercuten sobre el medio ambiente, generando, en mayor o menor medida, un impacto ambiental. La condición presente de una empresa respecto al medio ambiente, puede ser establecida por medio de una revisión ambiental inicial que, mediante un proceso determinado, posibilita a la organización, desde la óptica ambiental, analizarse a sí misma y observarse en cuanto se refiere a su situación actual [1]. Las instituciones exitosas en el ámbito internacional han incorporado los aspectos ambientales como agentes críticos del éxito y el logro de ventajas competitivas sostenibles, [2]. En nuestro país, un número significativo de pequeñas y medianas empresas, parece haber comenzado a identificar que una mejor gestión ambiental puede estar íntimamente relacionada con la mejora general de sus prácticas productivas y con una disminución en sus costos operacionales [3].

En tal sentido, la implantación de un sistema de gestión ambiental permite a la organización identificar aquellos aspectos ambientales derivados de su actividad que puedan tener un impacto sobre el medio ambiente y, en consecuencia, establecer las acciones pertinentes para actuar sobre

ellos y minimizar su impacto, [4]. Al mismo tiempo, las empresas que poseen un sistema de gestión ambiental tendrán como ventaja la reducción de los costos operacionales y una minimización de los residuos generados, aumentando el lucro de sus procesos, [5].

En muchas industrias de base foresto industrial, los residuos de biomasa son gestionados como un problema de disposición de desechos, en lugar de subproducto útil para su empleo energético e incorporación a la matriz energética local o regional [6].

En la zona norte de la Provincia de Misiones, por la alta disponibilidad de materia prima, la generación de energía renovable a partir de biomasa forestal aparece como alternativa al consumo de combustibles fósiles. El poder calorífico de la misma depende mucho de su tipología y de su contenido de humedad. Su aprovechamiento energético no contribuye al aumento de los gases de efecto invernadero, dado que el balance de emisiones de CO₂ a la atmósfera puede considerarse neutro.

La promoción realizada desde el gobierno nacional para los proyectos de generación de energía a partir de fuentes renovables, mediante el Programa RenovAr, colabora con el auge de este tipo de emprendimientos. El Programa RenovAr tiene como objetivo incentivar la diversificación de la matriz energética nacional, mediante la incorporación de energía generada de fuentes renovables al Sistema Argentino de Interconexión [7].

En el presente trabajo, desde la descripción del proceso de cogeneración de energía eléctrica y vapor, se analizan los aspectos ambientales involucrados, con la metodología de la revisión ambiental inicial, para luego delinear las acciones de gestión correspondientes a cada temática.

2. Metodología

La metodología adoptada para el trabajo utilizó como base la Revisión Ambiental Inicial [1], con una descripción general de la empresa y del proceso industrial, contemplando todas sus etapas, y del respectivo marco legal. Se identificaron, describieron y valoraron los aspectos ambientales para cada etapa del proceso productivo, describiéndose los efectos negativos asociados. En función de lo relevado, se delinearón las bases para un Plan de Gestión Ambiental, abarcando todo el proceso descripto.

Para todo el desarrollo del trabajo se realizaron entrevistas personales o electrónicas con los diferentes actores internos identificados en la empresa, con visitas a la planta, durante las distintas etapas del proyecto, con el apoyo de la consulta bibliográfica pertinente, y de las memorias de dos audiencias públicas efectuadas por la empresa al respecto del proyecto en años anteriores [8].

3. Revisión ambiental inicial

Descripción general de la empresa

La empresa objeto del estudio posee un aserradero de madera de especies implantadas en el Municipio de Puerto Esperanza, Departamento Iguazú, con el cual se procesan alrededor de 12000 tn mensuales de rollizos, generando aproximadamente la mitad de ese volumen en subproductos

residuales del proceso, como ser astilla (chip), aserrín, virutas y corteza, los cuáles se destinan a la planta de cogeneración de energía y vapor para secado de la madera. El proceso productivo se basa en la utilización de la combustión de biomasa forestal, (chip pulpa y chip corteza) en una caldera para generar vapor de alta presión, que pueda mover una turbina de generación eléctrica y luego ser utilizado para alimentar las cámaras de secado de madera. La industria en su conjunto consume aproximadamente el 50% de la energía eléctrica generada, destinándose el resto a la venta a la red nacional.

Identificación de los aspectos ambientales

Uso de la biomasa como combustible. La biomasa utilizada proviene del proceso de aserrado de madera de origen legal, y de reforestaciones con especies de rápido crecimiento. Es un recurso renovable que con su crecimiento contribuye a la fijación de los gases de efecto invernadero. Las cenizas generadas en el proceso pueden ser gestionadas utilizándolas como aporte de nutrientes al campo, en los rodales forestales cosechados [9]-[11].

Uso del agua. Por un lado, el agua utilizada en las torres de enfriamiento, que proviene por bombeo desde el Arroyo Yará, y es transportada por un sistema de tuberías hasta la planta, donde se somete a un proceso de clarificación y extracción de sólidos en suspensión. En la refrigeración de la turbina y el generador se llega a un consumo máximo de 1.400 m³/h, de los cuales se debe reponer hasta 2% por pérdidas, es decir 672 m³/día. Por otra parte, el agua de calderas, proveniente de un pozo perforado existente en el predio, debidamente registrados ante el Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables. Esta agua se somete a purificación, para desmineralización mediante una planta de ósmosis inversa y EDI. Se estima en 25 m³/h el consumo de la caldera, de la cual se debe reponer aproximadamente 3%, es decir 18 m³/día, ya que el resto retorna por condensación del vapor producido.

Efluentes gaseosos. Las emisiones gaseosas están constituidas básicamente por CO₂, vapor de agua, CO, NO_x y material particulado, que salen por la chimenea de la caldera. El material particulado es controlado por medio de un sistema multiciclónico de control de emisiones. Las emisiones máximas por chimenea, según datos del fabricante, no superan los siguientes niveles: CO = 250 mg/Nm³; Nox = 600 mg/Nm³ y material particulado = 350 mg/Nm³.

Efluentes líquidos. El filtrado por retroceso en el circuito de las torres de enfriamiento genera un primer efluente compuesto de agua con partículas en suspensión, vertido a los desagües fluviales, y del cual se desconocen los volúmenes diarios y sus características físico-químicas. En segundo lugar, el agua de planta de osmosis inversa y EDI, proveniente de la desmineralización y purificación del agua de los pozos perforados, para su uso en caldera. Los primeros análisis de carácter preliminar determinaron un volumen diario desagotado de 500 litros/día con un PH 8,4 y temperatura de 22 °C. Las purgas de caldera también son tenidas en cuenta, con un volumen diario no superior a los 150 litros de desagote. Por último, también como efluente líquido, el aceite de lubricación de turbina, un aceite provisto por el fabricante de la turbina, con un uso estimado sin recambio hasta las 15000 hs. Actualmente está en un tercio de su vida útil. La cantidad total de aceite de recambio es de 400 lts.

Efluentes sólidos. Las cenizas de hogar quedan depositadas en piso del mismo luego de la combustión, y las cenizas finas en suspensión son arrastradas por los gases de combustión hacia la salida por chimenea. La producción de cenizas alcanza alrededor del 4% del peso seco del combustible consumido en el quemador, de los cuales, la bibliografía cita que, en operación normal, el 35% corresponde a partículas en suspensión que salen por chimenea y son capturados en el filtro multiciclónico, y el 65% corresponde a las cenizas recogidas en el cenicero [9]. Este dato debe ser confirmado en operación normal en el caso de estudio.

Ruido. La contaminación acústica de la planta durante proceso normal se produce por fricción de rodamientos y venteos normales de vapor de agua en distintas partes del proceso. Las mediciones efectuadas en situación normal sitúan la intensidad por debajo de los 85 dB. En proceso anormal, en ocasión de arranque y puesta a punto de caldera, durante un tiempo acotado de no más de 30 minutos, el venteo de caldera genera una intensidad cercana a los 140 dB. Esta situación es ocasional, pero ocurre cada vez que deba pararse la generación por el motivo que sea, por lo cual debe tenerse en cuenta.

Aspectos ambientales y proceso

Las principales etapas del proceso se relacionan con los aspectos ambientales asociados, según la **Tabla N°1**.

Tabla N°1. Etapas del proceso de cogeneración de energía y aspectos ambientales asociados

Proceso	Uso de agua	Efluentes gaseosos	Efluentes líquidos	Residuos sólidos	Generación de ruido
Recepción de Biomasa				X	X
Caldera	X	X	X	X	X
Turbina y generador	X		X		X
Circuito de agua	X		X		
Distribución de vapor					X

Significación de los aspectos ambientales

Los impactos han sido evaluados en base a los siguientes criterios: relevancia (importancia social que reviste el impacto), gravedad (valor de gravedad que se percibe del impacto no controlado), probabilidad (estimación de la frecuencia con que puede ocurrir), duración (relacionado a la permanencia del impacto en el tiempo) y reversibilidad (en cuanto a la posibilidad de revertir sus efectos). Estos criterios generan un valor numérico que, mediante su producto matemático, resultan en un Valor de Significación (VS) para cada aspecto, los cuáles se presentan en la **Tabla N°2**.

Tabla N°2. Valor de Significancia (VS) de los Aspectos Ambientales

Aspectos ambientales	Relevancia	Gravedad	Probabilidad	Duración	Reversibilidad	VS
Agua para vapor	3	2	2	2	1	24
Agua para enfriamiento	3	2	2	2	1	24
Efluentes gaseosos de la caldera	3	3	3	3	1	81
Agua de purga de las calderas	3	3	3	1	1	27
Agua de purga de enfriamiento	3	3	3	1	1	27
Limpieza de filtros	2	2	2	2	1	16
Pérdida de Biomasa	2	3	3	2	1	36
Cenizas	2	2	5	4	2	160
Ruidos	2	4	4	1	1	32

Arbitrariamente se estableció que todos los valores que superen el 10% del VS máximo serían considerados significativos. El VS máximo fue de 160, para los aspectos relacionados a los efluentes gaseosos de la caldera. Así, el 10% de este valor es el límite por sobre el cual los demás valores serán considerados significativos. Con lo cual, la mayoría de los aspectos ambientales analizados tienen significancia en nuestro análisis.

Análisis de los principales aspectos ambientales identificados

De los seis aspectos señalados, tres de ellos (pérdida de biomasa, ruido y efluentes líquidos) fueron señalados por los vecinos en las rondas de reuniones mantenidas con la empresa y las autoridades locales. A continuación, se analizan puntualmente los principales aspectos.

Generación de Cenizas (VS=160). Las cenizas generadas son conocidas en cuanto a cantidad, no así aún en cuanto a su composición química. Al momento de su disposición están a temperatura ambiente, lo cual facilita su manipulación. A la fecha de relevamiento están siendo acumuladas en un espacio adaptado a tal fin en la planta, y desde dónde están siendo transportadas a un establecimiento agrícola vecino, en el cual están siendo ensayadas en mezcla de compostaje. Si bien este tipo de disposición está aún en etapa experimental, se estima que podrá absorber toda la ceniza generada en la caldera. Un aspecto importante a analizar en el caso de las cenizas es el componente que sale de la chimenea como material particulado, cuya proporción mayoritaria se estima es captada por los filtros, pero esto requiere ser confirmado por análisis específicos. El impacto esperable de este aspecto es la contaminación de suelo, agua y aire por disposición inadecuada.

Efluentes gaseosos de la caldera (VS=81). La cantidad generada es mínima y se estima acorde con la capacidad de soporte del ambiente. Es preciso determinar adecuadamente la composición química, ya que hasta ahora solo constan datos del fabricante en situaciones teóricas. El impacto probable tiene que ver con la calidad del aire, agua y suelo del paisaje cercano, y la calidad de vida del vecindario, en cuanto a sus aspectos sanitarios.

Pérdida de biomasa (aserrín, viruta, chip) durante el proceso, partículas en suspensión (VS=36). El traslado de biomasa desde su lugar de generación hasta su depósito en los silos, mediante cintas elevadas, genera la volatilidad de partículas, casi frecuentemente. Estas partículas de biomasa de distinto tipo se acumulan en toda la industria aledaña, llegando inclusive a la zona residencial vecina. Es el primer aspecto señalado por la comunidad vecina a la planta en las audiencias públicas y merece especial atención en la gestión. El impacto esperado tiene que ver con la alteración de la calidad de vida del vecindario, en sus aspectos de salud y visuales, y las condiciones saludables para los trabajadores de la planta.

Ruido (VS=32). El principal componente de este aspecto está relacionado a las puestas en marcha ocasionales, que producen niveles elevados por fuera de los rangos tolerados. Es el segundo aspecto problemático mencionado por el vecindario. El impacto esperado tiene que ver con la calidad de vida del vecindario y la salud de los trabajadores de la planta.

Agua de Purga (Caldera y Torre de Enfriamiento) (VS=27). Los efluentes líquidos generados en este proceso surgen también en los reclamos del vecindario. Hasta el momento, estos efluentes son liberados a la vía de desagüe pluvial público. Se desconoce actualmente las condiciones físico-químicas al momento de vertido, y las cantidades vertidas. El impacto principal que puede esperarse es la alteración de la calidad del agua superficial y la contaminación de suelos.

Consumo de agua para caldera y torre de enfriamiento (VS=24). Si bien la provisión de agua está asegurada por el pozo perforado y la toma del arroyo vecino, aún se desconocen variables tan importantes como el consumo diario de estas fuentes, relacionadas con la reposición de pérdidas del proceso. Tampoco se conoce el caudal medio del arroyo y la capacidad de la napa subterránea. El probable impacto está relacionado con el agotamiento del recurso hídrico.

Informe de la Revisión Ambiental

El proceso de Revisión Ambiental Inicial ha permitido identificar los siguientes aspectos generales:

- La empresa no posee un área específica de gestión ambiental
- Se conoce suficientemente la legislación que aplica, pero aún no se está actuando en cuanto a la temática ambiental
- Los aspectos ambientales analizados no presentan impactos esperados de magnitud, principalmente debido a las características del proceso y a la tecnología de punta utilizada
- No existen registros de cantidades de insumos utilizados ni efluentes generados
- No existe monitoreo de las características de los efluentes
- Existe un organigrama claro, con descripción de puesto adecuado
- Existe Plan de Contingencia ante emergencias de seguridad

- La empresa cuenta con un servicio de higiene y seguridad adecuado y acorde al proceso

Dentro del proceso bajo control no surgen aspectos críticos, sin embargo, se han detectado claramente tres etapas del mismo que merecen atención especial (partículas de biomasa en suspensión en el aire, el ruido y los efluentes líquidos vertidos a los desagües pluviales) coincidentes con las cuestiones que más preocupan a los vecinos. El resultado de la Revisión Ambiental Inicial, sumado a los emergentes recabados de las reuniones que se mantuvo con la comunidad permiten establecer las bases de un Plan de Gestión Ambiental.

4. Plan de Gestión Ambiental

El Plan de Gestión Ambiental debe contener propuestas de control, mitigación y monitoreo de impactos ambientales y sociales, teniendo en cuenta los factores socio-ambientales afectados, las acciones generadoras de los impactos, las medidas y acciones mitigadoras a aplicar, y los responsables del cumplimiento. En función de los resultados de la revisión ambiental, del análisis de la normativa vigente y de los procesos de consulta y relevamiento de inquietudes de la comunidad, se plantean las siguientes medidas a implementar, definidas por el plazo de trabajo.

Medidas de Corto Plazo

Implementación en el corriente año, con efectos inmediato.

- Definir la Política Ambiental de la Empresa
- Establecer los Objetivos y Metas Ambientales
- Definir dentro del Organigrama un Responsable Ambiental, con descripción de puesto acorde a las responsabilidades ambientales que emanan de esta revisión y de las que pudieran surgir a futuro.
- Desarrollar un Plan de Comunicación Social, con información sobre el proyecto y sus impactos, mediante audiencias públicas y reuniones en los barrios aledaños. Se deberá brindar la información suficiente del funcionamiento de la planta, de manera que pueda ser incorporada como un elemento que forme parte de la cotidianidad del vecindario.
- Establecer un Plan de Monitoreo Ambiental, que tenga en cuenta la identificación y relevamiento de los puntos de generación de residuos y efluentes del proceso.
- Definir Procedimiento para el manejo de las cenizas. Caracterizar las mismas y definir su utilidad como fertilizante en usos agrícolas.
- Mejoras en el perímetro del predio de la industria. Arbolado, mantenimiento de veredas y manejo de las aguas pluviales.
- Implementar un Sistema de Gestión Ambiental.

Medidas de Mediano Plazo

Implementación en los próximos dos años.

- Implementación de mejoras de procesos. Etapas Transporte de Biomasa. Procedimiento de reinicio de calderas.
- Implementación de un Sistema de Tratamiento de Aguas, incluyendo recuperación, reutilización y tratamiento antes del vertido.
- Implementación de un Sistema de Minimización de Ruidos, partiendo del relevamiento de niveles de inmisión en el interior de la planta y zonas aledañas, según distancias, horarios y tipos de residencias [12]. El Sistema deberá considerar la instalación de una envolvente acústica modular para toda la planta.
- Diseño de un sistema de recolección de agua pluvial, aprovechando la gran superficie techada existente, con el objetivo de minimizar el bombeo de agua de arroyo y del pozo perforado.

Programas Ambientales

Para contribuir al cumplimiento de los objetivos y metas ambientales que se establezcan se pueden formular programas específicos. Los programas de gestión ambiental constituyen una descripción documentada de los medios que la empresa destina a lograr los objetivos y metas ambientales definidas [4]. A continuación, se proponen a modo de ejemplo dos programas, con metas, indicadores, actividades y responsables, que pretenden incorporar las medidas señaladas en el punto anterior.

Programa de Relevamiento de Proceso

Meta: relevar puntos de conflicto en todo el proceso productivo, consistentes en fuentes de emisiones, por ejemplo, pérdidas de vapor o agua, fuentes de ruidos en operación normal, fuga de biomasa.

Indicador: Mapa de Proceso con puntos de conflictos y efluentes.

Actividades: confección de planilla de chequeo-relevamiento a campo, elaboración de mapa de proceso

Responsable: Operador de Planta.

Programa de Relevamiento de Efluentes

Meta: Conocer en un mes cantidad y calidad de efluentes gaseosos, líquidos y sólidos generados.

Actividades: medición, análisis y registros de efluentes.

Indicador: Listado de efluentes con dato de tipo, cantidad por período de tiempo, punto de origen, características físico-químicas y disposición actual.

Responsable: Operador de Tratamiento de Aguas.

5. Conclusiones

Los aspectos ambientales más relevantes por sus valores de significancia obtenidos, corresponden a la generación de cenizas, los efluentes gaseosos, las partículas sólidas en el aire (biomasa en suspensión), el ruido, las aguas de purgas de los diferentes procesos y el consumo de agua de la planta. Si bien ninguno de ellos alcanza valores críticos, tres de ellos (el ruido, las partículas de biomasa en suspensión y los efluentes líquidos vertidos) fueron detectados como muy preocupantes por los vecinos de la comunidad.

Durante el trabajo fue posible desarrollar adecuadamente la Revisión Ambiental Inicial, recolectando la información necesaria y realizando además hallazgos relacionados a necesidades de mejor información, que con continuidad de la práctica pueden desarrollarse y subsanarse. Uno de los beneficios adicionales más valorados fue la necesidad de ordenamiento de la información, principalmente en cuanto a la vasta normativa existente en la materia.

El proceso de revisión permitió identificar adecuadamente los aspectos ambientales, analizarlos y proponer acciones de gestión correspondientes para los aspectos identificados.

La metodología planteada permite definir adecuadamente los impactos esperables, la posibilidad de gestionar las responsabilidades, y los procedimientos necesarios.

6. Referencias

- [1]. Mantulak, Mario J. La Revisión Ambiental Inicial en la Industria de la Madera. 157 pgs. Impreso. Misiones, Argentina. Ed. Universitaria-UNAM. 2005.
- [2]. Huerta, Elized; García, Jesús. Estrategias de gestión ambiental: Una perspectiva de las organizaciones modernas. Pgs. 15-30. Clío América. Ene-Jun 2009, Año 3 N5. Disp. en:<http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/cliomerica/article/view/379>
- [3]. Bercovich, Néstor; López, Andrés. Políticas para mejorar la gestión ambiental en las pymes argentinas y promover su oferta de bienes y servicios ambientales. CEPAL. Proyecto 01/38. GTZ. Naciones Unidas. 66 pgs. Chile. 2005.
- [4]. Ihobe S. A. Identificación y evaluación de aspectos ambientales. 20 pgs. Ed. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Depto Medio Ambiente, Planificación territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco. 2009.
- [5]. Copperfield von Agner, Thompson. Eco-eficiencia baseada nos principios da produção mas limpa para uma madeireira. Dissertação de Mestrado. 80 pgs. Progr. De Pos-Graduação en Eng. da Produção. Univ. Tecnológica Federal do Paraná. 2006. Brasil.
- [6]. Secretaría de Energía. Energías Renovables 2008. Energía Biomasa. 11 pgs. Secretaría de Energía. Ministerio de Planificación. Bs As. Argentina. 2008.
- [7]. MGRAS. Ministerio de Energía y Minería. Banco Mundial. Programa RenovAr. Marco de Gestión de Riesgo Ambiental y Social. 2018. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/estudios-y-publicaciones>. Acc. en mayo 2018.
- [8]. Informe Resumen de Audiencias Públicas. Material Inédito. Archivo del autor. Año 2007 y año 2015.
- [9]. Omil Ignacio, Beatriz. Gestión de cenizas como fertilizante y enmendante de plantaciones jóvenes de Pinus radiata. Tesis Doctoral. 326 pgs. Universidad de Santiago de Compostela, Escuela Politécnica Superior de Lugo.

España. 2007.

- [10] Martínez Lozano, Sergio. Evaluación de la biomasa como recurso energético renovable en Cataluña. Tesis Doctoral. 285 pgs. Universidad de Girona. Laboratorio de Ingeniería Química y Ambiental. España. 2009.
- [11] Guillén Escribá, Carla. Efectos de la aplicación de cenizas de caldera de biomasa en el modelo jerárquico de agregación de un suelo forestal bajo condiciones oceánicas. Memoria de Proyecto Final de Carrera. 111 pgs. Universidad Autónoma de Barcelona. Licenciatura de Ciencias Ambientales. España. 2013.
- [12] Notario, Esther. Estudio de Impacto Ambiental de una planta de Cogeneración en Papelera Guizpuzcoana de Zicuñaga S. A. 154 pgs. NOVOTEC. España. 2007.