

## Caracterización ambiental del combinado industrial Hatuey (II parte)

### Environmental Characterization of combined industrial Hatuey (part II)

**MSc. Telvia Árias-Lafargue; Dr. Oscar Reyes-Yola**

Facultad Ingeniería Química. Universidad de Oriente. Ave Las Américas s/n. Santiago de Cuba. tal@fiq.uo.edu.cu

---

#### RESUMEN

Se caracterizaron ambientalmente los procesos de producción de cervezas y alcoholes en el combinado industrial Cervecería Hatuey – Cuba Ron, realizando un análisis crítico de la tecnología utilizada actualmente teniendo en cuenta que la vía más eficiente y eficaz de resolver los problemas de contaminación ambiental está asociada con la prevención. La caracterización abarcó también los procesos auxiliares imprescindibles para el desarrollo de los procesos productivos. Finalmente se presenta el análisis ambiental de un combinado sui géneris en Cuba por la variedad de surtidos que en este se elaboran y las características de su ubicación. El trabajo permitió determinar que los mayores impactos ambientales negativos y riesgos los genera la Cervecería "Hatuey" por lo que deben priorizarse allí las medidas de mitigación necesarias, siendo la contaminación atmosférica y la de las aguas las que más se manifiestan. Por otra parte se corroboró que la eliminación de la producción de aguardiente en la destilería de la empresa CUBA RON permitió disminuir considerablemente la carga contaminante referida a DBO5 o DQO, destinadas al río Yarayó aunque es necesario señalar que esto ha ocasionado algunas afectaciones de carácter productivo, y que aún se continúan descargando aguas residuales sin ningún tratamiento.

**Palabras claves:** Caracterización ambiental, Diagnóstico ambiental, Combinado Industrial Hatuey.

---

## **ABSTRACT**

Were characterized environmentally production processes of beers and spirits in the industry combined Hatuey Brewery - Cuba Ron, A critical analysis of the technology used currently considering the most efficient and effective way to solve environmental pollution problems associated with prevention. The characterization also included auxiliary processes essential to the development of production processes. Finally we present the environmental assessment of a sui generis combination in Cuba by the variety of sets that this is developed and the characteristics of their location. The work revealed that the major negative environmental impacts and risks are generated Brewery Hatuey so there should be prioritized necessary mitigation measures, with air pollution and water which is most manifest. Moreover, it was confirmed that the elimination of the production of rum at the distillery of the company allowed CUBA RON significantly reduce the pollutant load referring to BOD5, COD, for the river Yarayó although it should be noted that this has caused some affectations of productive , and still continue discharging wastewater without any treatment.

**Keywords:** environmental characterization, environmental analysis, Industrially Combined Hatuey.

---

## **INTRODUCCION**

El combinado industrial Cervecería Hatuey - Cuba Ron, fue construido hace más de 80 años para la fabricación de alcoholes, aguardiente, cervezas y maltinas de gran calidad. En la década del 70 se llevó a cabo la reconstrucción de la cervecería y desde el año 2008 dejó de producir aguardiente. Desde su fundación todos los residuales que genera sus procesos productivos son vertidos a la bahía santiaguera a través del río Yarayó contribuyendo a la baja calidad de las aguas de ambos cuerpos receptores.

Para la fabricación de bebidas en el combinado se utilizan tres plantas auxiliares: Tratamiento de Agua, Refrigeración y Producción de vapor, todas las cuales también fueron diagnosticadas ambientalmente para determinar las posibles afectaciones que generan al ambiente y la salud. Todo esto nos llevó a la realización del presente trabajo, cuyo objetivo es caracterizar la contaminación ambiental del combinado Cervecería Hatuey - Destilería Cuba Ron para determinar las áreas donde se producen los mayores impactos negativos, así como los principales riesgos.

## **FUNDAMENTO TEORICO**

Los procesos auxiliares contribuyen también a la contaminación del ambiente costero por el vertimiento de residuales líquidos al río Yarayó y la emisión de gases, entre las que se encuentran los gases de combustión y el dióxido de carbono. Además afectan la salud de los trabajadores por el nivel de ruido que en determinados casos se genera. Algunos de los problemas ambientales provocados

se deben al derroche de agua y el empleo de sustancias peligrosas como los aceites empleados en los diferentes talleres de mantenimiento. Sin embargo, la realización de un diagnóstico exhaustivo permitirá definir con claridad los procesos más riesgosos y más contaminantes, estableciéndose de ese modo donde debe centrarse la atención para la solución o la minimización de los mismos.

### **Diagnóstico ambiental de la planta de Tratamiento de Agua**

Resulta necesario garantizar la calidad de las aguas industriales demandadas en los diferentes procesos pues de ese modo, se garantiza la calidad de los productos elaborados. Esta planta cuenta con reactores, sedimentador, filtros de arena y carbón e intercambiadores iónicos cuya función es lograr el agua con las características óptimas para los distintos procesos productivos, sin embargo, sólo se encuentra en funcionamiento la columna de intercambio iónico, mientras que se clorina el agua en las piscinas. De ahí que se obtienen como residuales el agua de lavado y contralavado en los intercambiadores.

### **Diagnóstico ambiental de la planta de Refrigeración**

Esta planta está compuesta por dos compresores húngaros y un tanque de agua alcoholada. El gas refrigerante es el amoníaco que se almacena en una bala de 10 toneladas, cantidad suficiente para provocar una contaminación de envergadura en caso de algún desastre, aún cuando sólo son necesarias 4 toneladas. Por mal funcionamiento del sistema existen continuos escapes del gas que han provocado problemas de salud a varios trabajadores. La afectación es diaria, pues de sólo acercarse al área se puede percibir su presencia en el aire, aunque existen antecedentes de escape de magnitud considerable (2 ton), según informes reportados por el energético de la fábrica. La planta cuenta con una torre de enfriamiento con una purga constante y arrastre considerable que se puede apreciar con sólo pasar cerca de ella, además ésta tiene algas lo que implica el uso de biocidas para su eliminación.

### **Diagnóstico ambiental de la planta de Producción de vapor**

En el combinado trabajan 3 calderas: una de 5 ton.h<sup>-1</sup>, una de 10 ton.h<sup>-1</sup> y una de 12 ton.h<sup>-1</sup> de generación de vapor, todas queman petróleo crudo cubano para generar el vapor que necesitan los distintos procesos productivos. Como residuales se obtienen los gases de la combustión que son emitidos a la atmósfera, las purgas continuas y discontinuas que se realizan en las calderas y los derrames de petróleo. Según estudios realizados por el Grupo GADIC del Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA) de la Universidad de Oriente, la eficiencia de la combustión se encuentra en un 75,37%, con un sobre consumo de 10,25 kg/h de combustible por exceso de aire.

### **Otras plantas auxiliares**

El combinado industrial labora de manera continua por lo que en su composición cuenta con otras áreas que complementan los procesos productivos y de las que se ofrecen las características principales.

- **Talleres de mantenimiento**

Existen 2 talleres de mantenimiento mecánico, 2 de mantenimiento eléctrico y 1 taller de instrumentación. En ellos se emplean grasas y lubricantes que al desecharse son vertidos al alcantarillado, mezclándose así con el resto de las aguas residuales.

- **Comedores obreros**

También se cuenta con 2 comedores para los trabajadores de la entidad, en el de cervecería se elaboran los alimentos, no así en el de destilería que llevan la comida elaborada. De éstos se obtiene una gran cantidad de aguas residuales producto de la limpieza de los equipos y del lavado de todos los utensilios, las cuales se vierten al alcantarillado incrementando los residuales generados. Los residuales sólidos de la alimentación son recogidos para alimento animal.

- **Estación de limpieza**

En ésta se preparan las sustancias que se utilizan para la limpieza química y la desinfección de los equipos tecnológicos. En este caso los residuales líquidos generados son vertidos al alcantarillado sin ningún tratamiento.

Seguidamente se presenta una tabla que muestra los impactos ambientales y los riesgos más significativos de cada uno de los procesos auxiliares que fueron identificados a través del diagnóstico ambiental. En este caso, también se presenta la contaminación de las aguas y de la atmósfera como los mayores impactos generados coincidiendo con los problemas ambientales generales identificados en el mundo, el país, el territorio y las áreas de destilería y cervecería.

En cuanto a los riesgos se presenta la quemadura coincidiendo con los expuestos en los procesos de producción de alcoholes y cervezas y los daños respiratorios también presentes en cervecería. Sin embargo, en este caso aparecen como nuevos riesgos la explosión y la posible pérdida de vidas humanas por la existencia de una edificación con peligros de derrumbe.

Casi todos los impactos y los riesgos identificados en las plantas auxiliares obtuvieron valoraciones de alto y crítico lo que indica lo conflictivo que se presentan éstos, tanto para el ambiente como para la salud. Ver a continuación la tabla 1.

**Tabla 1**  
Planta auxiliares y edificio viejo

Actividad	Aspecto	Impacto ambiental	Carácter del impacto	Valoración del impacto	Total	Riesgo	Valoración del riesgo	Total
Planta de calderas	Escapes de vapor	Contaminación atmosférica	Negativo	Crítico (10)	70	Quemaduras	Alto (6)	44
	-----	-----	-----	-----		Explosión	Crítico (10)	
	Ruidos	Contaminación sonora	Negativo	Alto (6)		Sordera, estrés	Alto (6)	
Edificio viejo	Zona de derrumbe	--	--	--		Pérdidas humanas	Crítico (10)	
Estación de limpieza	Residuales líquidos	Contaminación de las aguas	Negativo	Crítico (10)		Quemaduras	Alto (6)	
Tratamiento de agua	Residuales líquidos	Contaminación de las aguas	Negativo	Leve (2)		----	-----	
Comedor	Residuales líquidos	Contaminación de las aguas	Negativo	Crítico (10)		-----	-----	
Carpintería	Residuales sólidos	Contaminación del suelo	Negativo	Leve (2)		----	-----	
	Residuales gaseosos	Contaminación atmosférica	Negativo	Crítico (10)		Daños respiratorios	Alto (6)	
Talleres mecánicos	Residuales líquidos	Contaminación de las aguas	Negativo	Crítico (10)		----	-----	
Taller eléctrico	Residuales líquidos	Contaminación de las aguas	Negativo	Crítico (10)	----	-----		

## Diagnóstico ambiental del Combinado Industrial

El diagnóstico del combinado abarca el de las dos industrias que lo conforman y se complementa con el manejo del agua. La Empresa de Acueducto y Alcantarillado es la que suministra el agua a todo el combinado a través de la estación de bombeo de Quintero. La capacidad de almacenamiento de agua en el combinado es de 4 736 m<sup>3</sup>, no disponiendo de suficientes medidores de flujo para medir el consumo de agua en cada planta del proceso, por lo que para analizar la situación existente, se deben hacer mediciones directas o estimados indirectos.

El diagnóstico ambiental posibilita identificar los impactos y riesgos en cada área del proceso tecnológico, facilitando la selección de procedimientos de tratamiento o reducción de las emisiones que se declaren.

El análisis efectuado del diagnóstico permite mostrar a la contaminación atmosférica y de las aguas como los impactos ambientales negativos que más se destacan en todos los procesos, alcanzando valoración en la mayoría de los casos de crítica. En cuanto a los riesgos, los más significativos son: la quemadura y los daños respiratorios, evaluándose siempre como alto o crítico.

La tabla 2 presenta un resumen con los resultados del diagnóstico realizado a los procesos del combinado industrial, los valores se obtienen por la suma de los valores asignados a la valoración de cada impacto o riesgo.

**Tabla 2**  
Resumen del diagnóstico realizado

ASPECTO	TOTAL IMPACTO	%	TOTAL RIESGO	%
Tratamiento de grano	10	3,31	26	12,20
Etapa en caliente	50	16,56	24	11,26
Etapa en frío	30	9,93	34	15,96
Refrigeración	10	3,31	10	4,69
Destilería	84 (24 SA)	27,81 (9,91)	39 (22 SA)	18,31 (11,22)
Envasado de cervezas y maltinas	42	13,90	30	14,08
Plantas auxiliares y Edificio Viejo	76	25,16	50	23,47
Total	302 (242 SA)	100	213 (196 SA)	100

Donde:

SA: sin aguardiente

Como se puede apreciar, los mayores impactos ambientales eran generados por la destilería (27,81%) y las plantas auxiliares junto al edificio viejo (25,16%), sin embargo, al eliminarse la producción de aguardiente, la destilería disminuyó éstos considerablemente (9,91%), permaneciendo las plantas auxiliares y sumándose la etapa en caliente de la producción de cervezas (16,56%).

A pesar de la disminución evidente del impacto por vertimiento de vinaza de destilería debe señalarse que resulta altamente impactante la eliminación de la producción de aguardiente desde el punto de vista económico y social ya que los trabajadores de esas áreas fueron reubicados, en esta ciudad siempre se elaboró este producto de gran demanda lo que implica que se incrementen los gastos de

transportación no sólo de la flema para elaborar alcoholes sino del propio aguardiente para la fabricación de rones en Santiago.

Los mayores riesgos los presentan las plantas auxiliares y el edificio viejo, que es un área que presenta peligro de derrumbe (23,47%). Sin embargo no debe menospreciarse los que se manifiestan en la destilería, que aunque han disminuido al reducir los productos que se obtienen en ella, siguen siendo muy importantes por la presencia de un almacén de productos inflamables próximo a un área de calderas.

Por tanto, la Cervecería Hatuey actualmente es la más impactante de las dos entidades que conforman el combinado industrial y sería la más riesgosa si no existiera un almacén de alcoholes en Destilería.

A continuación, en la tabla 3, se muestran las características de los residuales líquidos en diciembre del 2009 en momentos en que laboraba el combinado en su totalidad.

**Tabla 3**  
Características de los residuales líquidos del combinado en diciembre 2009

Parámetro	Norma	Salida combinado
pH (U)	6-9	7,97
CE ( $\mu$ s/cm)	3 500	932
Turbiedad (UTN)	-	<b>108</b>
Temperatura ( °C)	50	<b>75</b>
SST (mg/L)	-	<b>1 525</b>
NH4+ (mg/L)	20	1,130
PO43- (mg/L)	10	0,897
DBO (mg/L)	60	<b>118</b>
DQO (mg/L)	120	<b>350</b>
Coliformes Totales (NMP/100ml)	-	<b>Mayor de 110 000</b>
Coliformes Fecales (NMP/100ml)	-	<b>9 300</b>

Como se puede apreciar, en la actualidad el pH de la salida general del combinado es básico lo que demuestra que la no existencia de la vinaza de destilería hace que este indicador adopte la norma correspondiente de vertimiento. Sin embargo, aún se mantienen fuera de norma parámetros tan importantes como la DBO5, la DQO, la temperatura, los sólidos suspendidos y los coliformes, todo lo cual indica la necesidad de tomar medidas urgentes para revertir la situación.

La dirección del combinado ha tomado medidas para disminuir la contaminación, sin embargo ninguna impide la descarga de tierra de infusorio, levaduras, aguas de enfriamiento, de servicios auxiliares y de limpieza de equipos, que también afecta el ambiente. Debe señalarse el impacto negativo que representan las paradas imprevistas en los procesos productivos, tanto desde el punto de vista económico (pérdida de materias primas), energético (hay que volver a calentar los equipos) como en la generación de residuales (se desechan las producciones no terminadas).

La evaluación cualitativa y prevención del riesgo y de los problemas derivados del funcionamiento incorrecto de un sistema técnico cualquiera, resulta imprescindible para el mantenimiento de la vida y el ambiente.

Considerando todo lo analizado, debe centrarse la atención principal del trabajo en disminuir los residuales y los riesgos que se manifiestan durante la producción de cervezas y maltinas.

Además, existen otros riesgos que pueden influir o reforzar los riesgos industriales exacerbando sus impactos, como por ejemplo: intensas lluvias, sismo, incendio, explosión y contaminación química y biológica.

Las fuertes lluvias asociadas o no a huracanes pueden ocasionar inundaciones de más de 1,5 m de altura en toda el área porque además de encontrarse en una zona baja, el manto freático está muy cercano a la superficie del suelo (60 cm aproximadamente). Esto puede provocar afectaciones en el fluido eléctrico y las comunicaciones, aunque pudiera ocasionar además derrumbes parciales en algunos sitios si las lluvias son prolongadas, debido al mal estado técnico de las estructuras. Además el drenaje de las áreas residenciales que se encuentran en los alrededores y la canalización interna es muy deficiente, por lo que si las lluvias se asocian a fuertes vientos pueden provocar situaciones similares a huracanes.

El combinado estudiado es un objetivo que presenta ante un caso de sismo liquefacción media y deslizamiento insignificante, pero pueden aparecer derrumbes parciales o totales debido a las malas condiciones de las construcciones. Además pueden surgir incendios de gran magnitud, pues existe una destilería y otras áreas que poseen materiales de fácil combustión, las construcciones tienen elementos de carpintería de madera y materias primas susceptibles a intensos calores. Se cuenta con tres calderas que pueden explotar y causar pérdidas económicas y humanas si se considera que las mismas se encuentran muy próximas a los almacenes de alcoholes.

El combinado objeto de estudio tiene dos direcciones administrativas: una corporación y una dependencia de la Asociación de Cerveceros de Cuba y aún cuando pertenecen al mismo ministerio cada una de forma independiente busca variantes de solución a los problemas ambientales generados por sus producciones sin percatarse que la solución definitiva se hallará cuando logren integrarse.

Las medidas a tomar deben ser en forma de cambios físicos en las instalaciones, modificaciones de protocolos de operación o recomendaciones de estudios para evaluar con más detalle los problemas identificados.

Desde 1927 los residuales líquidos generados durante los procesos productivos se vierten al río Yarayó que desemboca en la bahía. Nunca ha existido sistema de tratamiento para ellos y muy pocos han sido recuperados con fines de alimentación animal. Todo esto ha provocado que por años se incremente la contaminación de los mencionados cuerpos de agua con la consiguiente disminución de su capacidad de auto depuración y por ende generando problemas ambientales tales como: cambio de coloración, turbiedad y concentración de oxígeno disuelto en las aguas del río, afectación al desarrollo turístico en la zona y disminución de la calidad de vida de la población aledaña. Esta situación hace que el vertimiento de residuales líquidos, así como las emisiones de gases, vapores y material particulado contribuyan a uno de los principales problemas ambientales identificados en el territorio santiaguero: la contaminación de la bahía, segunda en importancia de este país.

## **CONCLUSIONES**

El desarrollo del trabajo permitió llegar a las siguientes conclusiones:

1. Los mayores impactos generados por las plantas auxiliares son la contaminación de las aguas y de la atmósfera, pudiendo manifestarse como principales riesgos la quemadura y los daños respiratorios aún cuando aparecen la explosión y la posible pérdida de vidas humanas por la existencia de una edificación con peligros de derrumbe.
2. Las plantas auxiliares junto al edificio viejo son las responsables del 25,16% de los impactos que se manifiestan y del 23,47% de los riesgos que pudieran presentarse, los cuales siempre se evaluaron de altos o críticos.
3. El combinado industrial constituye un potencial foco de contaminación para la zona por el vertimiento de residuales líquidos, las emisiones de gases, vapores y material particulado.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Casals, Joaquín y col., "Análisis del riesgo en instalaciones industriales". Ediciones UPC. 2001.
2. Ceballos López, César., "Sustancias tóxicas. Su protección." Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba. 2003
3. Kolluru, Rao." Minimize EHS Risks and improve the botton line". 1995
4. Leopold, L.B y col., "A procedure for evaluating enviromental impact". 1971.

Recibido: Mayo 2012

Aprobado: Septiembre 2012

*MSc. Telvia Árias-Lafargue.* Facultad Ingeniería Química. Universidad de Oriente.  
Ave Las Américas s/n. Santiago de Cuba. tal@fiq.uo.edu.cu