

PÉRDIDAS AZUCARADAS EN EL ÁREA DE ELABORACIÓN DEL INGENIO SAN CARLOS

Carlos Fernández Carvajal¹, Andrés Vodopivec Kuri².

Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos, Cantón Marcelino Maridueña, Ecuador.

1/cfernandez@isc.com.ec, 2/andres.vodopivec@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En el Área de Elaboración de la Fábrica, se desarrolló una investigación con el objeto de buscar las fuentes de pérdidas de azúcar y su incidencia sobre las indeterminadas principalmente.

Los puntos estudiados fueron:

- Ø Pérdidas por arrastre en condensadores barométricos.
- Ø Pérdidas en las aguas de lavado de los equipos de evaporación.
- Ø Pérdidas por regueros en Fábrica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Pérdidas por arrastre en condensadores barométricos

Desde un principio se determinó que para encontrar las pérdidas por arrastre en los condensadores barométricos era necesario calcular los flujos de agua que son descargadas por las columnas barométricas. Mediante balances de materia y energía en toda la sección de Evaporación y Tachos se encontraron los vapores desprendidos en los últimos efectos y en los evapo-cristalizadores de primera, segunda y tercera respectivamente. Como paso inicial se definieron los parámetros: Molienda, tonelaje de jugos, brix y pol de todas las corrientes, temperatura del agua del río (necesaria para condensar los vapores a los condensadores barométricos), y finalmente la temperatura de las aguas de descarga de los condensadores.

Todo aquello se pudo resumir en dos ecuaciones de relevancia, necesarias para determinar las pérdidas azucaradas, las cuales son:

$$\text{Sacos en Cuadros} = 2,43 \frac{\text{Ton. Agua a Canales}}{\text{TCM}} \times \frac{\text{TCM}}{\text{Lapso de Muestreo}} \times \left(\text{ppm} \times 0,00002 \frac{\text{Sacos}}{\text{ppm}} \times \text{SJM} \right) \quad \text{Ec. 1}$$

$$\text{Sacos en Tachos} = 1,52 \frac{\text{Ton. Agua a Canales}}{\text{TCM}} \times \frac{\text{TCM}}{\text{Lapso de Muestreo}} \times \left(\text{ppm} \times 0,00002 \frac{\text{Sacos}}{\text{ppm}} \times \text{SJM} \right) \quad \text{Ec. 2}$$

Donde por definición el valor de ppm se conoce como el valor diferencial entre muestreos ($\text{ppm}_1 - \text{ppm}_2$). Los puntos de muestreo fueron los canales de descarga de los condensadores.

Pérdidas en las aguas de lavado de los equipos de evaporación

Para determinar las pérdidas azucaradas en las aguas de lavado de los equipos de evaporación, se ingresó agua en los mismos y se la dejó hervir durante media hora aproximadamente. Posteriormente se tomó muestras de las aguas previo a ser descargadas

en los canales y mediante la ecuación Ec. 3 se calculó las pérdidas como sacos de azúcar recuperables.

$$\text{Sacos Recuperables} = \text{Vol. ocupado} \times \text{Densidad líquida} \times \left(\frac{\text{pol}}{100} \times \text{SJM} \right) \times \text{Conversión a sacos} \quad \text{Ec. 3}$$

Una vez calculados los sacos recuperables en los equipos se los relacionó con el ciclo de limpieza al cual están sujetos, para así determinar cuánto se recuperaría por semana y en una zafra.

Pérdidas en los regueros en Fábrica

Luego de una recopilación de todos los regueros en fábrica reportados por el Laboratorio Industrial, se procedió a calcular la masa total regada, como brix y pol, a partir de los volúmenes estipulados en los reportes diarios y del SJM ponderado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pérdidas por arrastre en condensadores barométricos

Los resultados de las pérdidas se muestran en el Gráfico 1 como sacos de azúcar por cada día de muestreo, mediante el cual se observa valores excesivamente altos y muy fluctuantes. En el Cuadro 1 se aprecia un resumen de los resultados mencionados.

Figura 1. Pérdidas por arrastre en condensadores barométricos como sacos de azúcar por día a partir de datos NO sesgados.



Cuadro 1. Resumen de resultados en pérdidas azucaradas por arrastre en condensadores a partir de datos NO sesgados.

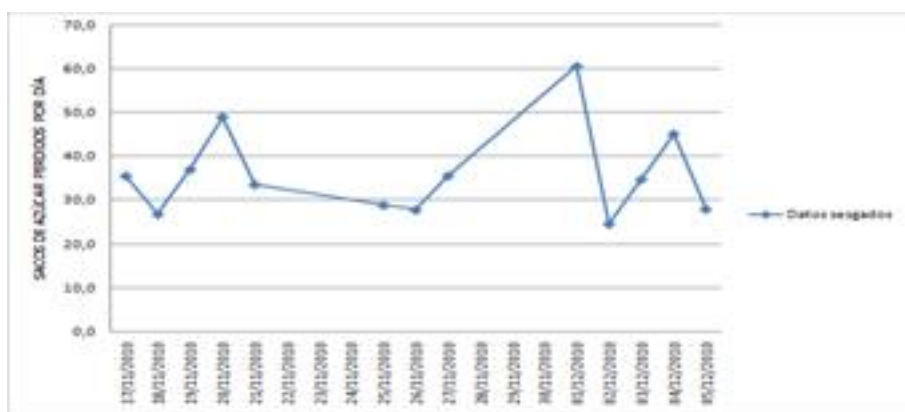
Pérdidas de azúcar promedio (sacos por día)	119,74
Desviación estándar	80,12
Coefficiente de variación (%)	66,91
Pérdidas pol determinadas % caña*	0,058
Pérdidas pol determinadas % pol caña*	0,487
Pérdidas pol determinadas % indeterminados fábrica*	23,75

* Valores calculados en base a promedios ponderados

Dado a que ésta magnitud de pérdidas por arrastre en condensadores barométrico no era correcto, se determinó que los picos azucarados en los muestreos concordaban con el lavado de los equipos de evaporación. Para sesgar éstos datos fue necesario realizar un tratamiento estadístico utilizado el “*Método Gráfico de Control de Shewart*” (X promedio + aS – Donde a es amplitud y S es la desviación estándar).

Posterior a éste tratamiento de datos se pudo obtener pérdidas consistentes las cuales se presentan en la Figura 2 y Cuadro 2.

Figura 2. Pérdidas por arrastre en condensadores barométricos como sacos de azúcar por día a partir de datos sesgados.



Cuadro 2. Resumen de resultados en pérdidas azucaradas por arrastre en condensadores a partir de datos sesgados.

Pérdidas de azúcar promedio (sacos por día)	35,86
Desviación estándar	10,55
Coefficiente de variación (%)	29,41
Pérdidas pol determinadas % caña*	0,018
Pérdidas pol determinadas % p ol caña*	0,165
Pérdidas pol determinadas % indeterminados fábrica*	7,01

* Valores calculados en base a promedios ponderados

Pérdidas en las aguas de lavado de los equipos de evaporación

Los resultados de las pruebas se encuentran resumidos en la Figura 3 y Cuadro 3, de los cuales es válido resaltar una recuperación de 6.313 sacos de azúcar en una zafra, contribuyendo al 6,5% de los indeterminados en Fábrica.

Figura 3. Sacos totales de azúcar recuperable en aguas de lavado por semana y en una Zafra.

Cuadro 3. Resumen de resultados en pérdidas por aguas de lavado en equipos de evaporación.

Pérdidas pol recuperables % caña	0,017
----------------------------------	-------

Equipos de Evaporación	Sacos de azúcar total recuperables SEMANAL	Sacos de azúcar total recuperables en ZAFRA
Cuadro	124,83	3370,33
C61	7,50	202,45
Pre-e vaporador	15,00	404,90
Tacho de Temple de Primera	76,63	2069,07
Tacho de Temple de Segunda	9,87	266,38
Total	233,82	6313,14

Pérdidas pol recuperables % pol caña	0,154
Pérdidas pol recuperables % indeterminados fábrica	6,521
Azúcar recuperable % Producción total de azúcar en Zafra 2010	0,184

Si se traduce el azúcar recuperable a dinero, se tiene un monto total de US\$ 221.000,00, utilizando un precio unitario de US\$ 35,00 por saco. Ya que las instalaciones actuales en la Fábrica no permiten recuperar éstas aguas, se necesita hacer una inversión de US\$ 19.000,00, siendo recuperados en 17 días de zafra, dejando en adelante ganancias.

Pérdidas en los regueros en Fábrica

Los resultados de los valores obtenidos a partir de los regueros se presentan en el Cuadro 4. Sin embargo, es válido recalcar que sólo el 56% de todos los regueros reportados por el Laboratorio Industrial estuvieron cuantificados.

Cuadro 4 Resumen de resultados en pérdidas por regueros en fábrica.

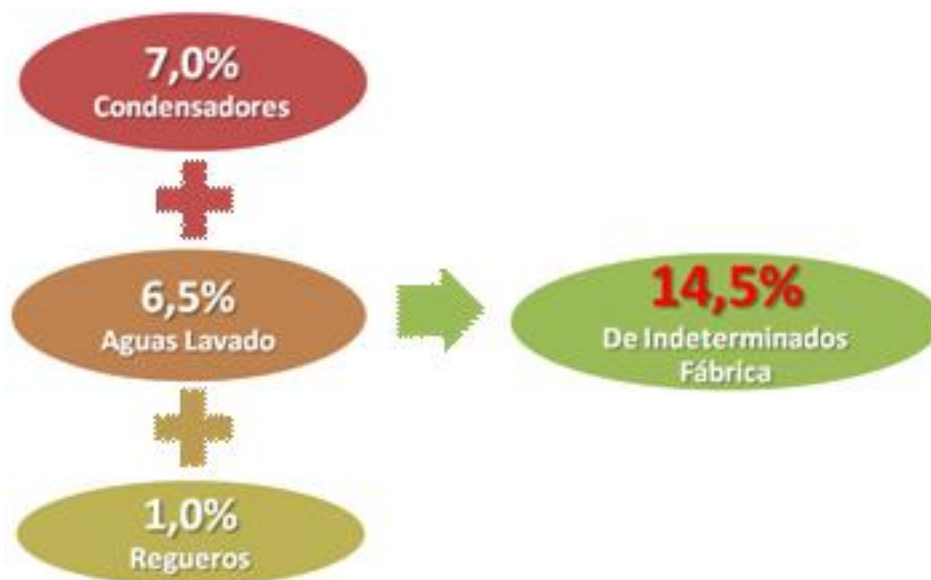
Pérdidas por regueros % caña	0,003
Pérdidas por regueros % pol caña	0,023
Pérdidas por regueros % indeterminados fábrica	0,961

Resultados generales

Como Sacos de Azúcar



Aporte de indeterminadas en Fábrica



CONCLUSIONES

Luego de lo expuesto se concluyó lo siguiente:

- ž Se observa que el principal aporte de pérdidas azucaradas se encuentran por el arrastre en condensadores barométricos. Para lo cual se adquirirá un muestreador continuo que permita analizar dichas pérdidas en cada condensador y determinar la factibilidad de cambiar los separadores de arrastre.
- ž En cuanto a las aguas de lavado de los equipos de evaporación, se aprecia que tienen un aporte muy cercano en pérdidas a las presentadas en condensadores barométricos. Demostrándose su excelente rentabilidad en cuanto a la recuperación de la inversión.
- ž Para solucionar las pérdidas por regueros, se realizó una presentación al personal de cada área de Elaboración, con el fin de concienciar los efectos económicos y resolver problemas operativos que los estaban generando.
- ž Como conclusión general, todo lo expuesto tiene como fin generar una semilla que sirva como inicio hacia un programa de determinación de los indeterminados no sólo en el área de elaboración, sino en una Fábrica de Azúcar.

AGRADECIMIENTOS

Se le agradece a todo el Departamento de Fábrica, liderado por el Ing. Manuel Aguilar, en especial al Ing. José López y a los supervisores de elaboración por la ayuda, aporte y experiencia, lo cual fue imprescindible para el desarrollo de los estudios realizados. De

igual manera al Laboratorio Industrial por su iniciativa y motivación en los trabajos de análisis y registro de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Hugot, E. 1986. Handbook of Cane Sugar Engineering. P. 494-626. In: Evaporation. 3rd Edition. Elsevier Science Publishers B.V. USA.
- [2] Rein, P. 2007. Cane Sugar Engineering. P. 269-338. In: Evaporation; Condenser and Vacuum Equipments. Verlag Dr. Albert Bartens KG. Germany.
- [3] Ocon, J.; Tojo, G. Problemas de Ingeniería Química: Operaciones Básicas. Tomo I. P. 161-215. In: Evaporación. Editorial Aguilar. España.
- [4] Echeverri, V. 2005. Control de los Evaporadores de los Laboratorios de Procesos Productivos de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. P. 38-39; 77-84. In: Modelado. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia.