

“Auditoria del proceso de producción de sal en la Provincia de Guayas, con el objetivo de sugerir estándares de control”

Nathalia Pinos Ullauri¹, Jorge Fernández Ronquillo²

¹Auditor en Control de Gestión 2004

²Director de Tesis, Ingeniero Eléctrico, Escuela Superior Politécnica del Litoral 1985, Maestría en Administración de Empresas, ESPAE 1986, Profesor de la ESPOL desde 1984

RESUMEN

Este trabajo es una auditoria al proceso de producción de la sal en la provincia del Guayas, proceso que se comparará con un modelo mejorado obtenido a base de consultas con otras industrias en el mundo, para poder así sugerir mejoras y nuevos estándares de control.

El Capítulo I presenta una serie de generalidades de la sal, de los principales productores en el mundo, el consumo a nivel mundial, las normativas de calidad para consumo humano, las formas de cultivo y la extracción, etc.

El Capítulo II, describe en forma detallada y ordenada los procesos usuales de extracción y procesamiento de la sal que se realizan en las plantas de refinación de la Provincia del Guayas. Mientras que el Capítulo III describe el proceso de producción de sal de un modelo mejorado o sugerido, cada una de sus fases. De esta manera se logra realizar un análisis más profundo de las diferencias encontradas en los dos modelos, y se establecen los hallazgos de auditoria donde se definen la condición, el criterio, la causa y el efecto de cada una.

Posteriormente se detallan las áreas de mejora y reducción de costos según el análisis realizado.

En el Capítulo IV se exponen las conclusiones provenientes de cada uno de los hallazgos presentados en el Capítulo III, y además recomendaciones generales sobre la realización de este trabajo.

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos la sal ha sido utilizada como conservante y condimento en la preparación de alimentos, inclusive fue moneda de cambio, porque la sal tenía un valor muy alto en las civilizaciones antiguas.

En la actualidad, cada uno de los 6 mil millones de habitantes de la tierra consumen el producto en forma doméstica.

El objetivo del presente trabajo es investigar la situación y avance de las productoras de sal en otros países a nivel mundial, a fin de buscar parámetros

y crear un modelo mejorado o estándar del proceso de producción adecuado u óptimo de la sal, para poder compararlo con el modelo actual en la Provincia del Guayas, y de esta manera establecer la existencia de disconformidades entre los dos modelos, y sugerir mejoras para el modelo actual.

Las técnicas a aplicarse para la realización de este objetivo son análisis estadístico, descripción del proceso de producción de la sal en la Provincia del Guayas y a nivel mundial, y el establecimiento de hallazgos de auditoría.

CONTENIDO

GENERALIDADES, EXTRACCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA SAL

Los químicos de la Edad Media describen el agua del mar como un compendio de toneladas de metales preciosos.

El cloro y el sodio son los constituyentes primordiales del agua del mar y se encuentran en forma de cloruro de sodio que se conoce como la sal común.



FIGURA 1

MONTÍCULO DE SAL

La sal o Cloruro de Sodio es el compuesto químico NaCl . El agua de mar contiene un promedio de 2.9% de NaCl (por peso), lo cual es un suministro impresionante.

La sal es 60.663% cloruro elemental (Cl) y 39.337% sodio (Na)

El peso atómico del cloruro elemental es de 35.4527% y del sodio es 22.989768%.

Historia de la Sal

El término salario se deriva del vocablo latino “salarium”, que quiere decir paga, y aludía a la asignación de sal, que se entregaba a los soldados del ejército romano.

Se descubrió que la sal se origina por la evaporación del agua del mar. De esta manera existen dos ambientes de origen o formación de estratos de sal. En el ambiente marítimo por evaporación de los sales del agua del mar, o en la tierra firme por evaporación de las lagunas.

Mercado mundial de la sal

Más de 80 países de todo el mundo extraen este mineral, entre ellos en América del Norte, Estados Unidos, Canadá y México obtienen más de la cuarta parte del volumen del producto.



Fuente: Instituto de Sal de Estados Unidos

FIGURA 2

PARTICIPACIÓN DE LOS PRINCIPALES PRODUCTORES DE SAL EN EL MUNDO

Extracción y procesamiento de la sal

Análisis de las formas de cultivo de sal

En las distintas latitudes del mundo, las comunidades locales han buscado incontables formas para proveerse del recurso necesario de la sal.

Con respecto a los cultivos de sal existen tres formas: Lagunas profundas, las piscinas al pie del mar, minas de sal: líquidas y sólidas.

1.- Lagunas profundas.

El cultivo de la sal por medio de lagunas profundas consiste en extraer el agua de la parte más profunda de la laguna y colocarla en diques artificiales, para que luego de un periodo determinado ésta se evapore por medio de acción solar y pueda de esta manera producirse la sal.

2.- Piscinas al pie del mar.

El agua de mar es conducida a unas piscinas de unos 60cm de profundidad con fondo de barro y fuertes muros de contención alrededor. El agua fluye lentamente por estas piscinas y se va evaporando con la influencia del sol y del viento. Es favorable la presencia de mucho sol, poca humedad y un ligero viento.

A continuación podemos observar una vista aérea de las llamadas piscinas de sal.



FIGURA 3
VISTA AÉREA DE LAS PISCINAS DE SAL

3.- Minas de Sal: Líquidas o Sólidas.

Minas Líquidas:

Minas Líquidas se refiere a la extracción de la salmuera por medio de bombas que se sumergen en el mar. Estas minas líquidas pueden considerarse como lagunas profundas donde se realiza el mismo proceso de extracción de la salmuera.

Minas Sólidas:

Minas Sólidas se refiere a que el proceso comienza con el rastrillaje y extracción de la sal del suelo de la salina por medio de cuchillas especialmente diseñadas que despegan la sal del piso, luego se procede a cosecharla y depositarla en camiones para su debido traslado. A continuación interviene el proceso de lavado de la sal, por inmersión, para lograr remover todas las impurezas con un mínimo de pérdidas, luego de esto la sal es apilada y finalmente almacenada.

DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE EXTRACCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA SAL EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS

Las fases del proceso reproducción de sal en la Provincia del Guayas son las siguientes:

Preparación de las piscinas evaporadoras, Llenado y Selección del agua.

Las piscinas evaporadoras tienen aproximadamente 60cm de profundidad con fondo de barro, y se encuentran conectadas en serie, luego se bombea el agua del mar, mediante un canal se alimentan las piscinas evaporadoras, en las que se sedimentan las impurezas.

Salmuera

Al evaporarse el agua, lo restante es la salmuera, que luego se canaliza y se envía a otra piscina, donde se evapora tanto que comienza a precipitarse el carbonato y sulfato cálcico. Luego se alimenta las piscinas cristalizadoras; donde se comienza a cristalizar la sal por la acción solar. La sal así obtenida se llama sal en grano y se encuentra en bloques.

Cosecha, lavada y apilada de la sal

Las cosechadoras mecánicas anualmente entran en el cristalizador y recogen la sal gruesa, que por lo general tiene más de 15 centímetros de espesor.



FIGURA 4
COSECHADORAS MECÁNICAS

Luego la sal pasa a una lavadora de sal que elimina las impurezas superficiales y luego es apilada en montículos de 10-15 metros de altura aproximadamente.

Transporte y Apilamiento

La sal usualmente es trasladada en camiones, a las plantas refinadoras.

Proceso de Refinación

La refinación de sal, tanto para consumo humano como para uso industrial y agropecuario, comienza con un nuevo proceso de lavado y centrifugado para eliminar todas las impurezas.

La lavadora de sal consiste en un filtro que limpia la sal extrayendo las partículas de tierra o cualquier otra sustancia extraña.

Luego la sal lavada pasa a una centrifugadora que separa partículas sólidas o líquidas con diferentes densidades en un recipiente cilíndrico, de esta manera se elimina totalmente las impurezas.

Luego es trasladada a los secadores de sal que consisten en hacer circular una gran cantidad de aire calentado previamente con gas propano a muy altas temperaturas (140°C), en consecuencia se reduce la humedad de la sal en grano a menos de 0,1 % y se eliminan las bacterias halófilas.

A continuación se procede a depositar la sal en los enfriadores rotatorios de sal, y luego a los molinos donde es molida y clasificada.

EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE EXTRACCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA SAL EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS

Las diferencias encontradas han permitido establecer hallazgos de auditoría, en los procesos, entre los más importantes se encuentran:

Precipitación de Compuestos

CONDICIÓN

En el modelo actual el carbonato cálcico y el sulfato cálcico se precipitan en la misma piscina cuando la salmuera alcanza los 9 grados de concentración

CRITERIO

En el modelo mejorado el carbonato cálcico y el sulfato cálcico se precipitan en dos piscinas o estanques, cuando la salmuera alcanza los 9 y 12 grados de concentración respectivamente.

CAUSA

En el modelo actual no se había establecido que la precipitación de estos compuestos debería darse por separado.

EFECTO

La salmuera no es tan concentrada y pura luego de la precipitación de los compuestos.

Lavada de la Sal

CONDICIÓN

La sal es lavada por una lavadora de sal por inmersión en un tornillo sinfín inclinado, sobre el lecho de una malla desaguadora, donde se rocía la sal con agua pura del mar, para eliminar las impurezas superficiales.

CRITERIO

En el modelo mejorado la sal es lavada por medio de centrifugadoras, que separan las partículas sólidas en suspensión.

CAUSA

En el modelo actual se da esta situación como una limpieza ligera, ya que en el proceso de refinamiento la sal entra en un proceso de lavado y centrifugado.

EFECTO

La sal tiene que ser ingresada nuevamente en una lavadora de sal en el proceso de refinamiento, lo que se hubiera evitado si en un principio se hubiera lavado por medio de centrifugadoras.

Proceso de Producción de Sal

CONDICIÓN

La sal se introduce en molinos de rodillo, que consisten, en dos rodillos que giran uno en sentido contrario del otro. Se puede graduar la medida del grano que se desea obtener.

CRITERIO

La sal en grano, pasa a un módulo tipo caldero en serpentina, donde se sigue el siguiente proceso:

- Se la mezcla con agua para disolverla
- Se calienta el evaporador a través de un serpentín secundario que transfiere calor al módulo
- El líquido gira y se mantiene en movimiento con unas aspas helicoidales que se encuentran en el fondo del módulo.
- Existen filtros que limpian el líquido a medida que éste circula por el serpentín principal
- A medida que se evapora el líquido, la sal se seca, se cristaliza y se granula en forma homogénea

CAUSA

Este nuevo proceso que reemplaza de manera eficiente al proceso de molienda no ha sido utilizado aún en nuestro país por el alto costo que representa la adquisición de esta maquinaria.

EFECTO

El proceso de molienda produce una sal más húmeda y de buena calidad, pero el uso del módulo tipo caldero produciría una sal más seca y de excelente calidad, que estaría orientada hacia un mercado más selecto.

Tamices

CONDICIÓN

La sal luego de ser molida, pasa por unos tamices, que son unos cedazos de malla, que permiten clasificar la sal, para luego procesarla. Estos tamices tienen dimensiones variables.

CRITERIO

En el modelo mejorado la sal debe pasar por un tamiz de 0.841 mm de abertura y por lo menos el 25% de la misma debe pasar a través de un tamiz de 0.212 mm de abertura según la NTE INEN 57.

CAUSA

No se ha establecido las dimensiones de los tamices

EFECTO

La sal en grano no es siempre del mismo tamaño, es decir no es uniforme, ya que no se toma en cuenta el tamaño del tamiz

Empaquetado

CONDICIÓN

La sal es empacada en fundas de polietileno selladas, o en sacos de polipropileno, con un "lining" o forro interior de polietileno como barrera contra la humedad.

Las cantidades que se empacan y distribuyen son las detalladas en la siguiente tabla.

**TABLA I
PRESENTACIÓN DE LOS EMPAQUES DE LA SAL REFINADA**

| CANTIDAD EMPACADA | MATERIAL DEL EMPAQUE | PRESENTACIÓN |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 50 kg | Polipropileno laminado | Saco |
| 2 Kg | Polietileno | Paca x 25 |
| 1 kg | Polietileno | Paca x 50 |
| 500 g | Polietileno | Paca x 50 |

CRITERIO

Con respecto al material de empaque de la sal el modelo actual se encuentra conforme al modelo mejorado, mientras que en la cantidad que se empaca y distribuye el modelo mejorado sugiere una variedad del producto que el modelo actual no posee, tal como se muestra en la siguiente tabla.

**TABLA II.
CANTIDAD Y PRESENTACIÓN DEL EMPAQUE DE ACUERDO AL MODELO MEJORADO**

| CANTIDAD EMPACADA | MATERIAL DEL EMPAQUE | PRESENTACION |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 50 kg | Polipropileno laminado | Saco |
| 3 kg | Polietileno | Paca x 15 |
| 2 Kg | Polietileno | Paca x 25 |
| 1 kg | Polietileno | Paca x 50 |
| 500 g | Polietileno | Paca x 50 |
| 100 g | Salero en polietileno | Caja x 24 |
| 750 g | Salero en polietileno | Caja x 12 |
| 1 g | Sobre | Bolsa x 500 |

CAUSA

No se había establecido la posibilidad de empacar fundas de 3 kg, ni tampoco empacar la sal en saleros o sobres.

EFFECTO

La sal producida no llega a todos los sectores, el producto en estas presentaciones adicionales serían dirigidas a un mercado más selectivo como aerolíneas, restaurantes, hoteles, cafeterías, entre otros.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones son las siguientes:

1. Los compuestos carbonato y sulfato cálcico se precipitan en la piscina evaporadora que se encuentra con una salmuera que inicia con un nivel de concentración de 9 grados y termina con 12 grados. Se lo hace por costumbre y no se ha analizado todavía la posibilidad de que la salmuera se encuentre más concentrada ni que la precipitación sea por separado y a distintos grados de concentración.
2. Los bloques de sal son procesados en una lavadora continua de sal previo a la etapa posterior de limpieza por centrifugación, para poder librarla de las impurezas. No se hace uso de técnicas mejoradas como la doble centrifugación, que es más eficiente porque limpia la sal sin necesidad de un lavado previo en la planta.
3. En el modelo actual la sal se tritura en unos molinos donde se gradúa manualmente la medida del grano, esta fase es correcta, sin embargo no debería ser la única porque existen otros procesos en donde se obtiene sal de mejor calidad.
4. La sal pasa por unos tamices de dimensiones variables, no se ha establecido una normativa sobre el tamaño de la abertura de los tamices a ser utilizados, de esta manera la sal que se obtiene en grano no es del mismo tamaño y no conserva uniformidad.
5. La sal es empacada en fundas selladas de polietileno, y éstas luego empacadas en sacos de polipropileno con forro interior de polietileno contra la humedad. Los materiales de empacado se encuentran de acuerdo a los estándares de calidad propuestos en el modelo mejorado. Los tamaños en cambio son muy restringidos.
6. Existen algunas fases críticas dentro del modelo actual, las cuales deben ser mejoradas para lograr un proceso eficiente de producción de sal.

RECOMENDACIONES

1. Se debe lograr que la precipitación de los compuestos se efectúe en dos piscinas separadas una de la otra, cuyo nivel de concentración sea 9 y 12 grados respectivamente, para que la salmuera sea más concentrada, y en la siguiente fase del proceso de la sal no se demore mucho tiempo la cristalización, puesto que en el modelo actual en la misma piscina se precipitan los dos compuestos y la salmuera resultante no se encuentra suficientemente concentrada.
- 2 Purificar la sal utilizando centrifugadoras que son más eficientes en la tarea de extraer las impurezas, porque apartan todos los sólidos en suspensión. El uso de la lavadora como se da en el modelo actual, se considera insuficiente, porque depende de la capacidad de retención de los filtros.

3. Si la implementación de la centrifugadora es poco rentable para la planta refinadora, y se debe mantener la lavadora de sal en el proceso de refinamiento, es importante implementar un mejor control y mantenimiento de la lavadora.
4. La moledura de la sal puede ser reemplazada por un módulo tipo caldero en serpentina, donde la sal se la mezcla con agua para disolverla, y se calienta el evaporador a través de un serpentín secundario que transfiere calor al módulo, y el líquido al girar constantemente se evapora, se seca y cristaliza y se granula de manera homogénea. Este nuevo proceso es más eficiente porque produce una sal más seca y de excelente calidad, pero no ha sido utilizado en el país por el costo del módulo y su implementación al proceso de refinamiento.
5. La sal debe pasar por un tamiz de 0.841 mm de abertura y al menos el 25% de la misma debe pasar por un tamiz de 0.212 mm de abertura según la NTE INEN 57.
6. La cantidad empacada y distribuida debe ser de presentación variada, se recomienda empacar fundas de 3 kg, y también en saleros de 100g o 750 g y sobres de 1 g, con el fin de llegar con el producto a un mercado más selecto.

REFERENCIAS

Tesis

1. N. Pinos, "Auditoria al proceso de producción de sal en la Provincia del Guayas con el objetivo de sugerir estándares de control" (Tesis, Instituto de Ciencias Matemáticas, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2004)
2. OCEANO/CENTRUM, Enciclopedia de la Auditoria, Editorial McGraw Hill, España.
3. BIBLIOTECA DE AUDITORIA Y FINANZAS DEL SECTOR PÚBLICO "ILAFIC", Auditoria Integrada, Tomo 9, Bogotá, 1984
4. ESTUDIO REALIZADO A PLANTA REFINADORA DE SAL EN GUAYAS, GUAYAQUIL, 28 DE ABRIL 2003
5. 2004, Mercado de Sal en Colombia
www.upme.gov.co/mineria/EstudiosyAnálisisSectoriales/MercadoSALColombia20031021.pdf, Colombia
6. 2004, Minas de Sal en Zipaquirá
www.Colombia.com/turismo/sitio/zipaquirá/index.asp, Colombia
7. 2004, Generalidades de la sal
www.revistainterforum.com/espanol/articulos/012503Naturalmente_sal.html, España
8. 2004, www.sañudo.com