

■ Antecedentes

Harinera de Tamaulipas, S.A. de C.V., es una empresa perteneciente al grupo Industrial Maseca, S.A. de C.V. cuyo giro empresarial es el de procesar maíz para fabricar harina. Comenzó sus actividades en el año de 1975 y se encuentra ubicada en la carretera Tampico-Mante, Km. 16 en Altamira, Tamaulipas.

En esta planta laboran 184 trabajadores de los cuales 92 están destinados al área de producción; de éstos 75 son obreros y 17 son personal de confianza. En la empresa se laboran 3 turnos todos los días de la semana, con la consideración de que un día al mes se destina para mantenimiento.

La harina fabricada se vende en dos presentaciones, por saco y en paquete.

Descripción del proceso para la obtención de harina a partir de grano de maíz.

La tecnología instalada en esta planta está diseñada para producir harina de maíz en dos presentaciones:

- Paquetes de 1 Kg.
- Sacos de 20 Kg.

La obtención de la harina de maíz se lleva a cabo mediante las siguientes fases de proceso:

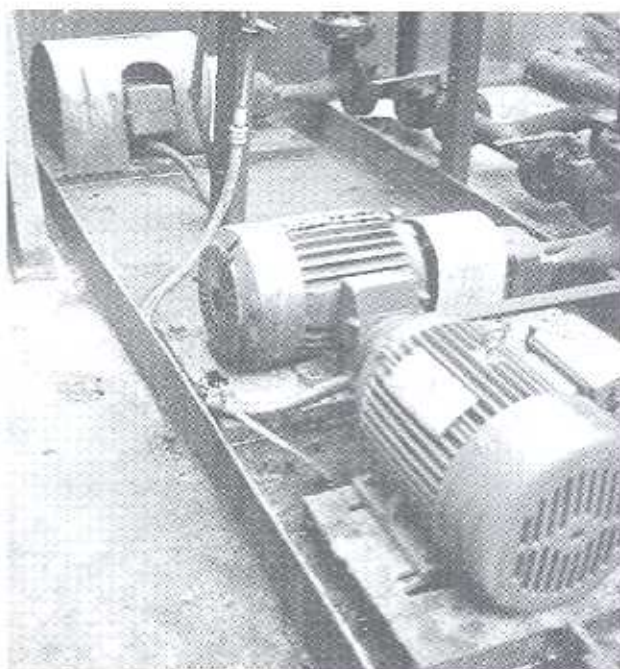
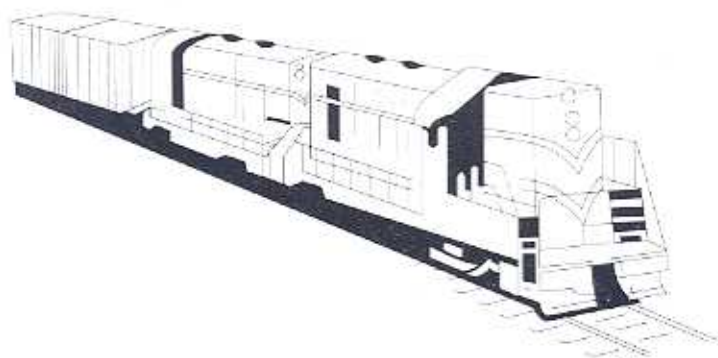
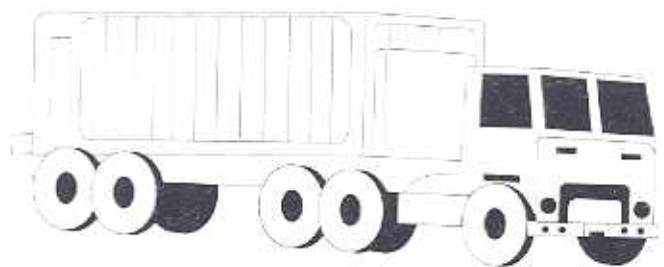
1. Fase de recepción y almacenaje

Se recibe el grano de maíz en camiones y furgones, descargándose a una banda que lo transporta a una bodega, la cual contiene 26 tolvas, cayendo por gravedad a un gusano que lo deposita en un elevador para ser llevado al limpiador.

2. Fase de cribado y pesado

El grano es recibido en esta fase para separarlo de cualquier materia ajena al proceso, de tal manera que el grano ya limpio llega a una tolva con capacidad de dos toneladas que alimenta a una báscula de 4 toneladas donde el producto se pesa.

Mediante bandas se transporta el grano limpio hacia dos tolvas que dosifican el grano de maíz al macerador.



3. Fase de maceración

Para poder integrar agua al grano de maíz, se suministra vapor al macerador mediante válvulas distribuidas uniformemente en él hasta mantener una temperatura entre 90° y 100 °C.

El macerador está provisto en su interior de un tornillo sinfín de velocidad variable, con el que se controla el tiempo de residencia del grano de maíz de acuerdo con su dureza. El grano entra al macerador con una humedad aproximada de 12% y debe salir con una humedad del 34 al 36%.

Al ser extraído del macerador, el grano de maíz -denominado ahora nixtamal- se hace pasar por un separador para eliminar parte del agua, cayendo el nixtamal por gravedad a una tina de lavado manteniéndose a una temperatura entre 60° y 70°C, inyectando vapor y agregando agua de reposición para lavar el nixtamal.

Saliendo de la tina de lavado, el nixtamal es bombeado con agua a otro separador, donde el agua cae a la tina de lavado y el nixtamal a un silo de reposo.

4. Fase de molienda, deshidratación y enfriamiento

Del silo de reposo se controla manualmente la dosificación del nixtamal al molino e integrado a una corriente con aire y gases generados en una cámara de combustión, después que se agrega el nixtamal molido a esta corriente para evaporar el agua que contiene (secado), es succionado por un ventilador y enviado a dos ciclones en serie con otro ventilador intermedio para separar la harina del vapor, del aire y de los gases de combustión, así como para ser enfriada, la cual a continuación es transportada a la fase de cernido.



5. Fase de cernido y empaque

La harina se hace pasar por cernidores para seleccionar el tamaño de partícula deseado; los granos gruesos son enviados a la tolva de un remolador y después se envía a la corriente que se localiza entre los dos ciclones.

Este paso se repite hasta que las partículas han alcanzado el tamaño requerido y a continuación se empaqa en sacos o paquetes.

Los parámetros más importantes a controlar en el proceso son el tipo de grano de maíz, el rendimiento de la harina (cantidad de humedad), color de la harina y la capacidad de producción.

Diagrama de bloques:



■ Características energéticas:

El proceso de fabricación es continuo, la empresa tiene contratada la tarifa HM y su producción mensual son 66,240 horas hombre.

Harinera de Tamaulipas, S.A. de C.V., tuvo una erogación de \$ 1,698,365.20 durante el periodo en el que se realizó el diagnóstico energético por concepto de compra de energéticos primarios (energía eléctrica en alta tensión y gas natural). Esta empresa presentó, para ese mismo lapso, los siguientes valores:

Demanda Máxima kW	Consumo de Energía kWh/año	Facturación Eléctrica \$/Año	Factor de Potencia %	Costo Promedio del kWh \$/kWh
1,111	7,115,724	1,267,248	96.29	0.178

Los datos de producción de Harinera de Tamaulipas, S.A. de C.V., así como sus índices energéticos de producción son:

Producción total Kg./mes	Consumo específico mensual kWh/Kg.	Consumo específico mensual (Mcal/Kg.)
5,787,347	0.10246	0.470427

■ Diagnóstico energético

Con apoyo financiero del FIDE, se realizó un diagnóstico energético en Harinera de Tamaulipas, S.A. de C.V., orientado a determinar los potenciales de ahorro de energía eléctrica en la planta.

Las áreas más prominentes de oportunidad de ahorro de energía eléctrica que se detectaron fueron las siguientes:

- Automatización de los procesos de maceración y deshidratación

El 48% del consumo total de energía eléctrica en la planta se consume en los molinos.



El control de los parámetros de operación en la maceración es manual, lo cual origina importantes variaciones en la calidad de cocimiento del grano de maíz.

Este 48% de consumo depende de los siguientes factores:

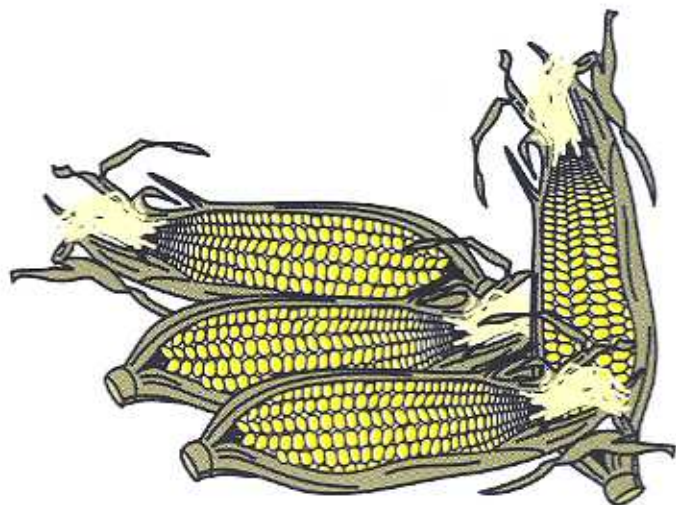
- Flujo de alimentación de nixtamal
- Calidad de maceración
- Estado físico de martillos y metates
- Separación entre martillos y metates

Cuando el grano de maíz llega al molino muy cocido, se apelmaza en los metates y martillos, provocando mayor consumo de energía por atascamiento. Por el contrario, si se alimenta con grano muy duro, se produce mayor desgaste en los metates y martillos incrementando su separación, lo cual reduce la eficiencia en la molienda, aumentando el consumo de energía en los remoladores.

Se propuso automatizar los procesos de maceración y deshidratación, (aprovechando el diseño) para implementar un sistema de supervisión operativa de molinos, con el fin de identificar y mantener las condiciones óptimas de funcionamiento, desde el punto de vista de producción, consumo de energía y costo de mantenimiento; con esta medida se incrementa en un 13.3% la producción con un favorable beneficio económico.

- Optimización del sistema de alumbrado

Las lámparas utilizadas en sus instalaciones son de baja eficiencia, por lo que se está consumiendo más energía eléctrica por la escasa iluminación proporcionada.

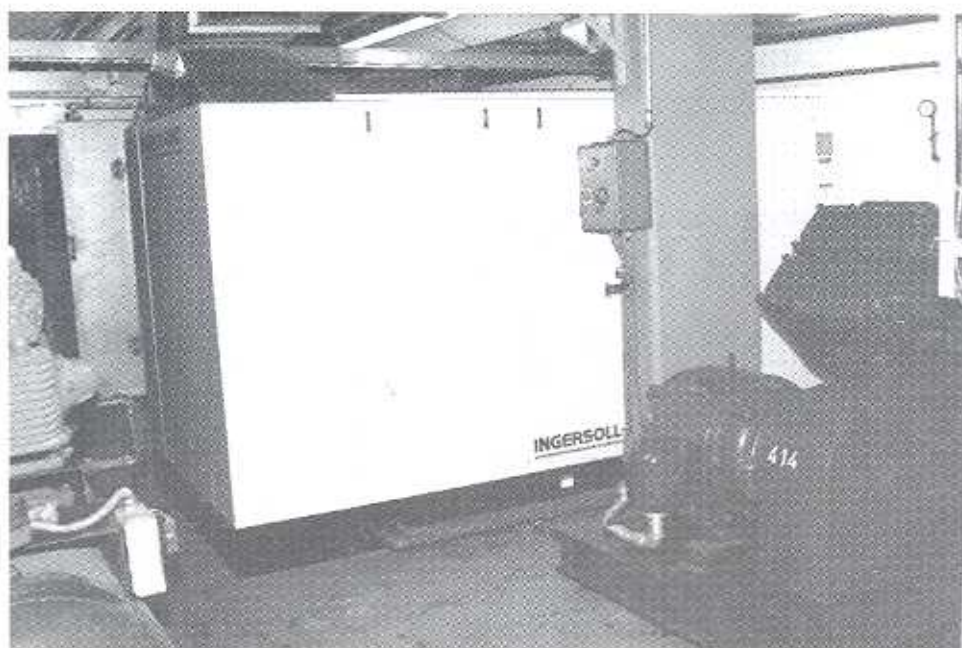


En los luminarios que utilizan difusores plásticos, se notó que éstos tienen baja eficiencia lumínica, así como los gabinetes.

Los niveles de iluminación están por debajo de los mínimos recomendados para las actividades que se desarrollan en el establecimiento.

Se propuso instalar luminarios de 2X32 W fluorescentes con lámparas tipo T-8 con gabinetes de acabado poliéster de alta reflectancia difusa, logrando un incremento mínimo del 35% en los niveles de iluminación en los planos de trabajo. Asimismo, sustituir lámparas de vapor de mercurio por lámparas de vapor de sodio de alta presión de menor capacidad y con similar flujo luminoso. En algunas áreas se propuso montar lámparas fluorescentes compactas en lugar de alumbrado incandescente.





- Sustitución paulatina de motores

Con base en las mediciones del comportamiento de los motores más importantes en planta, en cuanto a su consumo de energía eléctrica, se observó que existe un desbalanceo de fases en corriente, para los motores de ambos remoladores del molino de la unidad 1, así como de los ventiladores de los circuitos primario y secundario, en las dos líneas.

También se observó que algunos motores están sobredimensionados, lo cual se puede adjudicar a un criterio de sobrediseño y/o a la naturaleza de las cargas.

Se propuso implementar un programa de sustitución paulatina de motores por equipo nuevo convencional de alta eficiencia, reduciendo en lo posible el sobredimensionamiento; eliminar en la medida de sus posibilidades las prácticas de reparación de motores eléctricos, así como desarrollar un proyecto de actualización eléctrica de la planta.

Específicamente se analizó, mediante una evaluación técnico-económica, la conveniencia de sustituir un motor de 200 HP, dos motores de 150 HP en dos líneas de producción, así como dos motores de 15 HP de dos ventiladores, por motores eléctricos de alta eficiencia.

- Recuperación de calor de desecho en la descarga de los ciclones de los circuitos primarios

Por la descarga de gases en los ciclones de los circuitos primarios, se desechan al ambiente 2,253.2 Mcal/h en forma de vapor de agua sobrecalentado a presión atmosférica, más 663.5 Mcal/h como gases secos de combustión, lo cual representa una pérdida de energía equivalente al 55% del consumo total de gas natural de la planta. La baja calidad de esta energía implica la necesidad de utilizar una bomba de calor para su recuperación, lo cual es poco atractivo en la actual situación económica. La única alternativa a mediano plazo es la recuperación directa de calor, la cual está limitada a 264.5 Mcal/h, de acuerdo con los

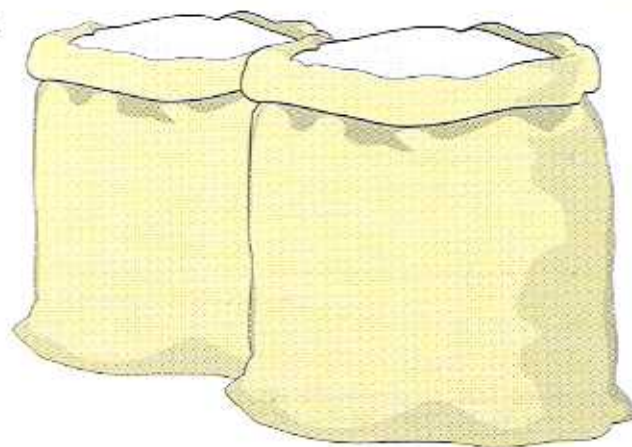
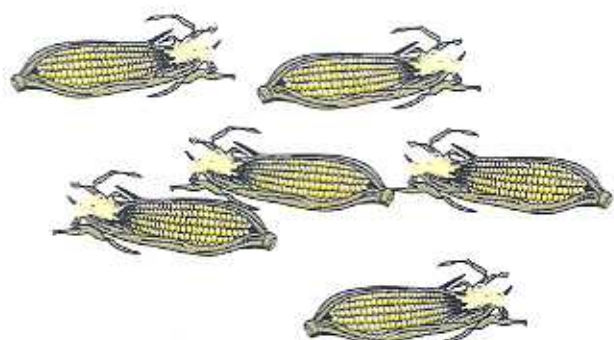
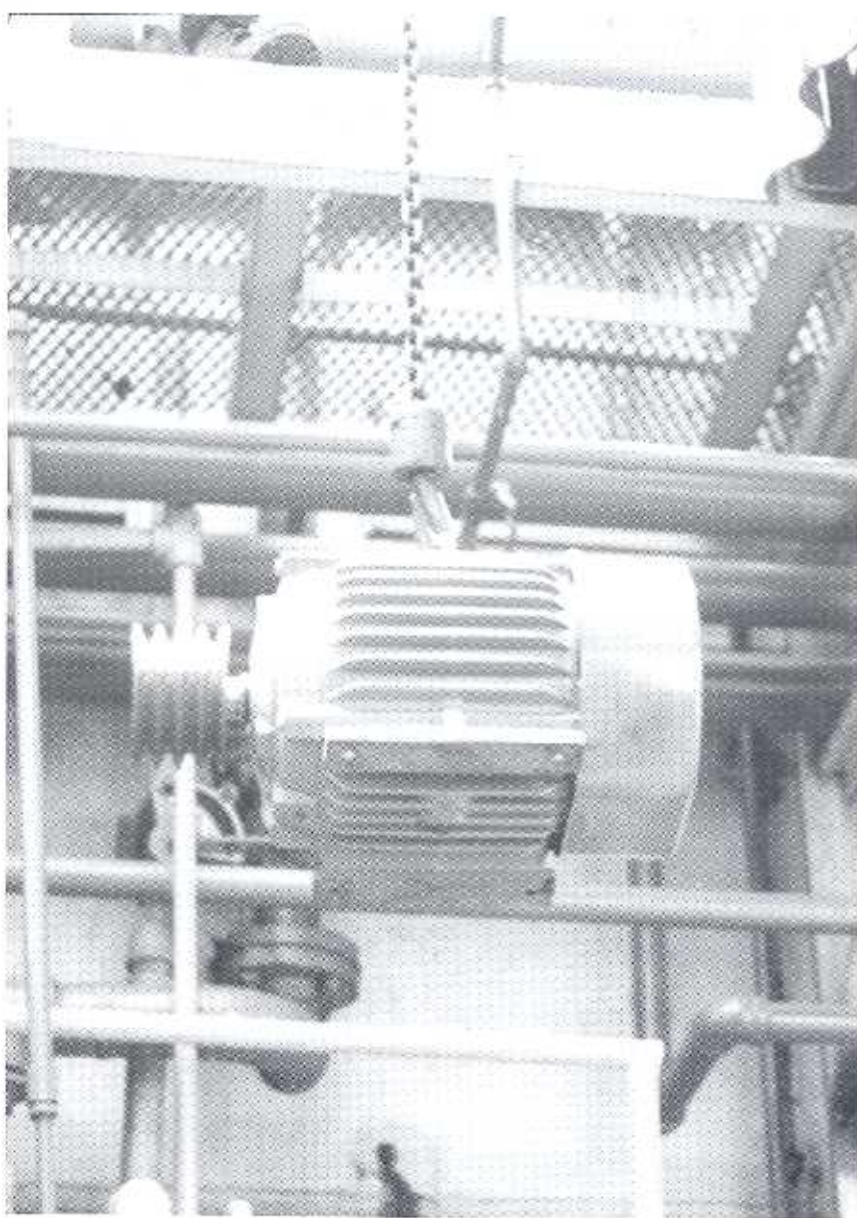


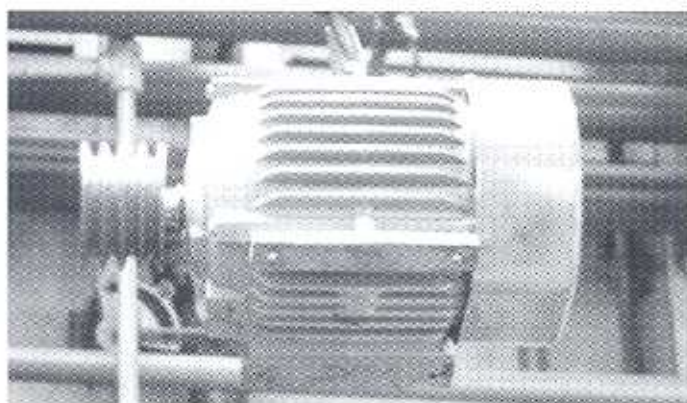
niveles de temperatura de dicha descarga, por lo que se propuso instalar un precalentador de aire de combustión en la descarga de gases del ciclón del circuito primario de cada unidad.

- Incremento de eficiencia en calderas

Las calderas están operando con una eficiencia del 62.9% resaltando la pérdida por escape de gases secos como la más sobresaliente. Esta pérdida puede deberse a un exceso de aire superior al 15%, o bien a una temperatura de gases de escape superior a 243°C para este caso.

El desmesurado volumen de aire actualmente manejado es de 66% y la temperatura de gases supera los 300°C por lo que se concluye que el equipo presenta problemas de transferencia de calor, debidos a incrustación por el lado de agua o ensuciamiento por el lado de gases, así como que es operado con un exceso de aire superior al recomendado. Se propuso ajustar la carburación de los quemadores y hacer una limpieza exhaustiva de los fluxes.





Entre las áreas más impactantes de oportunidad de ahorro de energía eléctrica se encuentran las siguientes medidas:

POTENCIALES DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA EN LA EMPRESA HARINERA DE TAMAULIPAS, S.A. DE C.V.

No.	CONCEPTO	AHORROS				Ahorro en Facturación \$/año	Porcentaje de ahorro en facturación eléctrica %	Inversión (\$) (IVA incluido)	Periodo de recuperación (años)
		kW	%	kWh/año	% de				
1	Automatización de los procesos de maceración y deshidratación	56.35	4.94	388,128	5.76	110,696.10	8.73	512,000.00	0.16
2	Optimización del sistema de iluminación	17.96	1.60	129,372	1.92	36,605.00	2.88	31,467.00	0.66
3	Sustitución de un motor de 200 HP en línea II por otro de alta eficiencia	14.09	1.29	110,187	1.55	30,762.22	2.43	64,642.50	2.10
4	Sustitución de un motor de 150 HP en línea I, por otro de alta eficiencia	15.03	1.35	122,991	1.73	34,094.35	2.70	48,859.25	1.43
5	Sustitución de un motor de 150 HP en línea II, por otro de alta eficiencia	16.38	1.47	135,122	1.90	35,190.68	2.77	48,859.25	1.39
6	Sustitución de un motor de 15 HP del ventilador de horno en línea I por otro de alta eficiencia	1.30	0.12	9,267	0.13	2,629.26	0.21	4,379.20	1.66
7	Sustitución de un motor de 15 HP del ventilador de horno en línea II por otro de alta eficiencia	1.30	0.12	9,267	0.13	2,629.26	0.21	4,379.20	1.66
Total		122.41	11.04	904,334	12.71	252,606.87	19.93	714,586.4	2.83

1/ Periodo de recuperación considerando el beneficio económico por un incremento en la producción del 13%

2/ Periodo de recuperación considerando solamente el ahorro en facturación eléctrica