



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

T E S I S:
OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA
ENERGETICA EN UNA PLANTA
INDUSTRIALIZADA DE LECHE
“COGENERACIÓN”

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO
P R E S E N T A N:
DEL MORAL SÁNCHEZ YOANA ELVIRA
LÓPEZ JIMÉNEZ LUCIA

DIRECTOR DE TESIS: M en I. FRANCISCO MARTÍN MENDOZA MÉNDEZ





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA
JEFATURA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
QUÍMICA

OFICIO: FESZ/JCIQ/033/09

ASUNTO: Asignación de Jurado

ALUMNO: DEL MORAL SÁNCHEZ YOANA ELVIRA
PRESENTE

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

PRESIDENTE	I. Q. Miguel José Flores Galaz
VOCAL	M. en I. Francisco Martín Mendoza Méndez
SECRETARIO	M. en M. Genaro Altamirano García
SUPLENTE	I. Q. Dominga Ortiz Bautista
SUPLENTE	I. Q. Cuauhtemoc Lagos Chávez

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

México D. F., a 29 de Octubre de 2009

JEFA DE LA CARRERA





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

ZARAGOZA

**JEFATURA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
QUÍMICA**

OFICIO: FESZ/JCIQ/034/09

ASUNTO: Asignación de Jurado

ALUMNO: LÓPEZ JIMÉNEZ LUCIA

PRESENTE

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

PRESIDENTE	I. Q. Miguel José Flores Galaz
VOCAL	M. en I. Francisco Martín Mendoza Méndez
SECRETARIO	M. en M. Genaro Altamirano García
SUPLENTE	I. Q. Dominga Ortiz Bautista
SUPLENTE	I. Q. Cuauhtemoc Lagos Chávez

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

México D. F., a 29 de Octubre de 2009

JEFA DE LA CARRERA

I. B. Q. HILDA OLVERA DEL VALLE





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

ZARAGOZA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

ASUNTO: Revisión Oficial de
Tesis Profesional

AL JEFE DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA QUÍMICA
P R E S E N T E

Por medio del presente, hacemos de su conocimiento la aprobación al trabajo recepcional, desarrollado bajo mi asesoría por parte del alumno(a):

DEL MORAL SÁNCHEZ YOANA ELVIRA

pasante de la carrera de Ingeniería Química, bajo el título:

OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA PLANTA INDUSTRIALIZADA DE
LECHE "COGENERACIÓN"

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
México D. F., a 16 de Octubre de 2009

M. EN I. FRANCISCO MARTÍN MENDOZA MÉNDEZ

Director de Tesis

V. B. O.
I. B. Q. HILDA OLVERA DEL VALLE
JEFA DE LA CARRERA

c. c. p. Unidad de Administración Escolar
c. c. p. Interesado

NOTA: La impresión definitiva del trabajo, no se podrá efectuar hasta obtenida la aprobación por parte de los Sinodales para Examen Profesional.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

ZARAGOZA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

ASUNTO: Revisión Oficial de
Tesis Profesional

AL JEFE DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA QUÍMICA
P R E S E N T E

Por medio del presente, hacemos de su conocimiento la aprobación al trabajo recepcional, desarrollado bajo mi asesoría por parte del alumno(a):

LÓPEZ JIMÉNEZ LUCIA

pasante de la carrera de Ingeniería Química, bajo el título:

OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA PLANTA INDUSTRIALIZADA DE
LECHE "COGENERACIÓN"

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
México D. F., a 16 de Octubre de 2009


M. EN I. FRANCISCO MARTÍN MÉNDEZ MÉNDEZ
Director de Tesis

Vo. Bp.

I. B. Q. HILDA OLVERA DEL VALLE
JEFA DE LA CARRERA



c. c. p. Unidad de Administración Escolar
c. c. p. Interesado

NOTA: La impresión definitiva del trabajo, no se podrá efectuar hasta obtenida la aprobación por parte de los Sinodales para Examen Profesional.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por la oportunidad de superación que nos brindó, por los conocimientos y habilidades que estarán en nuestra vida profesional y personal.

Al Ing. Francisco Martín Mendoza Méndez, por su apoyo, orientación, el cariño y paciencia por sacar adelante este proyecto

Al Ing. Dominga Ortiz Bautista, por ser guía para la creación de este proyecto y su constante aliento.

Al Ing. Pedro Rodríguez González, por sus consejos, el tiempo dedicado y los constantes alientos de superación.

Al Ing. Arturo Sosa Reza, por la confianza, el cariño y el constante apoyo.

Al Ing. Jorge Luís Sastré de la Riva y su esposa Norma Cercle por su disposición, paciencia y las correctas palabras cuando se requerían.

A todas aquellas personas que confiaron en nosotras

GRACIAS.

Gracias

A Dios

Mi Madre Gloria Sánchez Flores

Y Hermanos

(Rosa, Laura y Gerardo)

Por el apoyo que me

Han dado, todo este tiempo

Y por estar conmigo cuando los he necesitado.

A mí cuñado Juan por sus consejos.

A Betuehel por su cariño y apoyo

A DIOS

**A Mis Padres Hermelinda Jiménez Castro y
Juan López Castañeda**

**A mis Hermanos: Alberto, Santiago, Martha, Adelina,
Esther, Isabel, Laura y Jorge**

**A mis Amigos: Ulises, Yanin, Emilia, Roberto, Karina,
Adriana, Arturo, David, Idalia (†), Ricardo, Laudeth,
Vianey, Gabriel, Carolina, etc.**

Al universo por conspirar en mi favor

INDICE. IX-XIII

RESUMEN. XIV

INTRODUCCIÓN.XV-XVI

CAP 1 COGENERACIÓN

1.1 Que es Cogeneración. 1-6
 1.2 Importancia de la Cogeneración a nivel Internacional. 6-8
 1.3 Importancia de la Cogeneración a nivel Nacional 9-19
 1.4 Importancia de la Cogeneración en la Industria Lechera. 19-20
 1.5 Aspectos que impulsan la Cogeneración en México. 20-23

CAP 2 SISTEMAS DE COGENERACIÓN

2.1 Termodinámica. 24-25
 2.2 Leyes de la Termodinámica. 26-27
 2.3 Esquemas de Cogeneración. 28-24
 2.4 Ventajas y Desventajas de cada sistema de Cogeneración. 44-46
 2.5 Consideraciones para la viabilidad de un proyecto de Cogeneración. .47-48

CAP 3 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

3.1 Eficiencia Energética. 49-56
 3.2 Diagnóstico Energético. 56-58
 3.3 Diagnóstico Energético de Primer Nivel. 58-60
 3.4 Diagnóstico Energético de Segundo Nivel. 61-63
 3.5 Diagnóstico Energético de Tercer Nivel. 64-65
 3.6 Diagnóstico Energético de Cuarto Nivel. 65

CAP 4 INDUSTRIA LECHERA

4.1 La Leche. 66-70
 4.2 Características Fisicoquímicas para la elaboración y manejo de la Leche.
 70-75
 4.3 Criterios Microbiológicos. 75-76

CAP 5 INFORMACIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL DE LECHE

5.1 Generalidades de la Planta Industrial de Leche.	77
5.2 Características de la Planta Industrial de Leche.	77-79
5.3 El proceso de reconstitución-pasteurización.	80-83
5.4 Normas de liberación en la Planta Industrial de Leche.	84
5.5 Registros anuales de Producción, así como los consumo de servicios auxiliares a partir del año 2006 al año 2008.	85-93

CAP 6 ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LA PLANTA INDUSTRIAL DE LECHE

6.1 Ahorro de Energía, principio fundamental.	94
6.2 Calor útil producido en una planta de Cogeneración.	94-95
6.3 Vapor de agua.	95-99
6.4 Índice de intensidad.	100
6.5 Energía eléctrica.	101
6.6 Relación Q/E.	102-103

CONCLUSIONES.	104-105
--------------------------------	---------

ANEXOS.	106-110
--------------------------	---------

BIBLIOGRAFÍA.	111-115
--------------------------------	---------

INDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES

CAP 1 COGENERACIÓN

Ilustración1- 1 Esquema General de Cogeneración3
 Ilustración1- 2 Sistema Convencional..... 4
 Ilustración 1-3 Distribución del Potencial de Cogeneración a nivel nacional ...10
 Ilustración 1-4 Evolución de la Cogeneración en México11
 Ilustración 1-5 Generación en GWh de los permisos Administrados vigentes .13
 Ilustración 1-6 Inversión estimada en millones de dólares de los permisos
 Administrados vigentes14

Tabla 1-1 Potencial de Cogeneración en países Europeos8
 Tabla 1-2 Potencialidad Técnica, Económica y Comercial de la Cogeneración
 en La Unión Europea 8
 Tabla 1-3 Potencial de Cogeneración en México10
 Tabla 1-4 Proyectos y capacidad en Cogeneración en México12
 Tabla 1-5 Industrias del sector alimenticio que cuentan ya con permiso para
 Cogeneración ó abastecimiento15

CAP 2 SISTEMAS DE COGENERACIÓN

Tabla 2- 1 Industrias que emplean elevados calores de proceso28
 Tabla 2- 2 Rendimiento de las turbinas35
 Tabla 2- 3 Ventajas y desventajas de cada Sistema de Cogeneración44
 Tabla 2- 4 Relación entre energía eléctrica y energía térmica en los principales
 Sectores industriales45
 Tabla 2- 5 Opciones de sistemas de Cogeneración para las diferentes
 Industrias46

Esquema 2- 1 Sistema superior 29
 Esquema 2- 2 Sistema inferior con turbina de vapor30
 Esquema 2- 3 Ciclo Ranking31
 Esquema 2- 4 Sistema con turbina de vapor23
 Esquema 2- 5 Sistema en ciclo combinado38
 Esquema 2- 6 Sistema de una micro-turbina41

CAP 3 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Ilustración 3- 1 Efecto del exceso de aire sobre el % CO252
 Ilustración 3- 2 Perspectiva de incremento de generación mundial53
 Ilustración 3- 3 Diagnóstico de primer nivel60
 Ilustración 3- 4 Diagnóstico de segundo nivel62

Tabla 3- 1 Acciones en eficiencia energética	50
Tabla 3- 2 Consumo primario de energía por tipo de fuente	54
Tabla 3- 3 Comparación entre diagnósticos de primer y segundo nivel	63

CAP 4 INDUSTRIA LECHERA

CAP 5 INFORMACIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL DE LECHE

Tabla 5- 1 Jornadas Laborales	77
Tabla 5- 2 Lista de equipos industriales	78
Tabla 5- 3 Zonas del intercambiador de calor	81
Tabla 5- 4 Características organolépticas	84
Tabla 5- 5 Características fisicoquímicas de la Leche	84
Tabla 5- 6 Características Bacteriológicas de la Leche	84
Tabla 5- 7 Producción mensual de Leche	85
Tabla 5- 8 Consumos de Energía Eléctrica durante el año 2006	86
Tabla 5- 9 Consumos de energía eléctrica durante el año 2007	87
Tabla 5- 10 Consumo de energía eléctrica durante el año 2008	88
Tabla 5- 11 Consumos de agua de los años 2006, 2007 y 2008	89
Tabla 5- 12 Consumos mensuales de Diesel durante los años 2006, 2007 y 2008	91
Tabla 5- 13 Producción de vapor mensual para los años 2006, 2007 y 2008 ..	92
Esquema 5- 1 Reconstitución de la Leche	79
Esquema 5- 2 Distribución general del proceso y servicios auxiliares	83
Esquema 5- 3 Distribución del agua	90
Esquema 5- 4 Distribución general de vapor	93
Grafica 1 Producción anual de Leche	85
Grafica 2 Consumo de energía anual 2006	86
Grafica 3 Consumo de energía anual 2007	87
Grafica 4 Consumo de energía anual 2008	88
Grafica 5 Consumo anual de agua para los años 2006, 2007 y 2008	89
Grafica 6 Consumo de diesel anual para los años 2006, 2007 y 2008	91
Grafica 7 Producción anual de vapor durante los años 2006, 2007 y 2008	92

CAP 6 ANÁLISIS Y RESULTADOS

Grafica 8	Producción de Leche y vapor para el año 2006	.....96
Grafica 9	Producción de Leche y vapor durante el año 2007	.....96
Grafica 10	Producción de Leche y vapor durante el año 2008	.....97
Grafica 11	Producción de vapor y consumo de diesel en el año 2006	.....98
Grafica 12	Producción de vapor y consumo de Diesel en el año 2007	.....98
Grafica 13	Producción de vapor y consumo de Diesel en el año 2008	.....99
Grafica 14	Índice de intensidad	.....100
Grafica 15	Consumo de energía eléctrica total	.....101
Tabla 6- 1	Relación Q/E en el año 2006	.....102
Tabla 6- 2	Relación Q/E para el año 2007	.....103
Tabla 6- 3	Relación Q/E para el año 2008	.....103

RESUMEN.

El presente trabajo tiene la finalidad de establecer la oportunidad de eficiencia energética en una Industria Lechera, empleando el diagnóstico energético y con la disposición de datos que nos refieren la producción de Leche, vapor, así como de los consumos eléctricos, de agua y de combustible de un periodo que comprende los años de 2006, 2007 y 2008 respectivamente. Dichos registros son mensuales y posteriormente arrojarán la viabilidad de establecer un sistema de cogeneración.

Para ello en el Capítulo 1 se abordará información relevante sobre cogeneración introduciremos una breve reseña histórica de los inicios del término, pasando a la situación actual a nivel nacional e internacional, así como las causas más importantes para su fomento en los diversos sectores industriales y en especial la situación en la que se encuentra el sector alimenticio.

En el Capítulo 2 se aborda los principios fundamentales en que se basa la Cogeneración, estos son La primera y segunda Ley de la Termodinámica. Enseguida nos introduciremos a la clasificación de los esquemas de cogeneración, sus características más importantes, así como desventajas y ventajas de cada esquema. Concluyendo con la viabilidad de cada esquema según sea el caso de estudio.

Para el Capítulo 3 se establece la importancia de la eficiencia energética así como del diagnóstico energético, sus principales características, lineamientos a seguir y los diferentes tipos de diagnósticos que pueden presentarse.

Como se indicó con anterioridad la oportunidad de eficiencia energética se realizó en particular a una Planta Industrial de Leche, por ello en el Capítulo 4 se presenta una breve información sobre las principales características fisicoquímicas de la leche, los principales lineamientos químicos, microbiológicos, etc., para su producción y manejo.

El Capítulo 5 incluye datos informativos, técnicos y de proceso generales de la Planta Industrial de Leche, como son horas laborales, una descripción de su proceso y lo más importante sus consumos de energéticos, combustibles, etc., así como la generación de vapor.

Teniendo como base los conceptos fundamentales y un mejor panorama sobre Cogeneración, en el Capítulo 6 se analizará el comportamiento de los consumos con las respectivas producciones para justificar la tecnología más idónea que satisfaga los requerimientos térmicos como eléctricos indispensables para la operación de la planta industrial de Leche.

INTRODUCCIÓN

México es un país con una producción significativa de petróleo y gas natural, a demás de tener reservas importantes de hidrocarburos, su producción de bienes y servicios se basa en el consumo de combustibles fósiles no renovables, como el petróleo y el carbón. Sin embargo, considerando la preocupación justificada por el medio ambiente y la disponibilidad de energías renovables, es importante desarrollar un nuevo modelo energético basado en el ahorro, en el uso eficiente de energía y en enfatizar el uso de energías alternativas.

Si consideramos que en la mayor parte de la industria y una parte de las construcciones destinadas a servicios, hay dos insumos centrales: la energía térmica y la eléctrica, la oportunidad de implantar sistemas de cogeneración es alta.

El objetivo de todos los procesos de cogeneración es ahorrar combustible y en consecuencia, emisiones de gases de efectos nocivos. Si bien, en general, todas las plantas de cogeneración bien diseñadas aportan estos ahorros, su capacidad de ahorrar puede ser muy diferente en función de su tamaño y sobre todo de lo ajustado de su diseño a la demanda de calor.

La tecnología de Cogeneración puede diseñarse para satisfacer cualquiera de las cinco condiciones siguientes:

- ◆ Satisfacción al 100% de requerimientos eléctricos
- ◆ Satisfacción parcial de requerimientos eléctricos
- ◆ Satisfacción al 100% de requerimientos térmicos
- ◆ Satisfacción parcial de requerimientos térmicos
- ◆ Satisfacción al 100% de requerimiento eléctricos y térmicos

Actualmente México cuenta con un marco regulatorio que favorece la participación de los particulares en el sector eléctrico (Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, publicado en el "Diario Oficial de la Federación") y en especial en la cogeneración. Además, se lleva a cabo una labor continua de promoción y difusión de la tecnología de la cogeneración en todos los sectores económicos del país.

Si los proyectos de cogeneración resultan rentables y se dispone de capital para la inversión, ya sea con recursos propios o con financiamientos, internos o externos, no existirá razón alguna que impida que los sistemas de cogeneración se desarrollen en nuestro país.

Si nos limitamos al sector productor de Leche tenemos amplias posibilidades para implementar tecnologías limpias, ya que además de la Cogeneración como herramienta alterna para la generación y obtención de energía, también se encuentra la de bio-combustibles (biomasa) a partir de los desechos de los animales, con ello logramos una mejor eficiencia energética, se generan bajos niveles de contaminación y menos cantidad de desperdicios de energía.

CAPÍTULO 1 COGENERACIÓN

La cogeneración nos permite lograr mejores oportunidades en cuanto al ahorro de energía y en la mayoría de los casos incluso cambiar el tipo de combustible empleado por gas natural beneficiando con esto al medio ambiente, una mejor eficiencia para nuestros combustibles y un sistema de respaldo de energía para nuestro proceso.

1.1 QUE ES COGENERACIÓN.

1.1.1 ANTECEDENTES.

La más vieja forma de combinación de producción de calor y potencia es la smokejack¹ (también conocida como la chimenea de Jack o la chimenea voladora), la cual fue originalmente desarrollada en el Tíbet para mover las ruedas de oración durante las ceremonias religiosas. Este dispositivo se introdujo a Europa con la captura de esclavos Tártaros a inicios del siglo XIV, en general, el uso de la smokejack entregaba aproximadamente 1 dog-power. Los perros fue una raza comúnmente usada para mover asadores y otros aparatos que requerían movimiento rotatorio, además de niños, esclavos y sirvientes. Franklin comentó que la smokejack podría también ser movida por el tiro natural de los gases de la chimenea, bajo ciertas circunstancias, una idea recientemente promovida en la generación de potencia, usando un gran tiro de chimenea natural para los gases de la turbina.

En 1832, Charles Busby usó la smokejack para mover una bomba y así circular agua a través de tuberías, logrando calentar y enfriar el aire en el interior de edificios. Hacia finales del siglo XIX, la smokejack se desarrolló en su forma moderna de turbinas de aire caliente, aún hoy en día, las turbinas de gas son tecnológicamente descendientes de las turbinas de aire caliente; y el turbocompresor es un ejemplo de esta aplicación moderna.

Una variación interesante de la cogeneración involucra el uso de aire comprimido para distribuir potencia hacia las áreas urbanas, también era empleada como una fuente de potencia, ya que varias ciudades al final de la primera mitad del siglo XIX tenían sistemas de compañías suministradoras de aire comprimido. Por ejemplo, simples motores a base de aire podían ser instalados para accionar una gran variedad de equipo. Se tiene conocimiento de que al menos una compañía textil utilizaba la salida de aire de sus motores de la maquina de hilar para dar ventilación a los operadores, ya que la expansión del aire que pasaba a través del motor suministraba algunos grados fríos.

Los grandes motores de vapor, requerían también de grandes calderas para generar el propio, por lo cual Desaugliers en 1720 adaptó un uso para la industria. James Watt duplicó la eficiencia del motor de vapor con la introducción de un condensador por separación en la década de 1760, pero evitó el uso de vapor a alta presión debido a la inherente peligrosidad. Uno de los vendedores de Watt en 1776 descubrió el mercado potencial del azúcar; mediante un simple fuego hervía el azúcar y suministraba la potencia para el molino, con lo cual tomo la ventaja en las fábricas que él construyó, ya que usaba una caldera simple para generar vapor y así mover sus motores, además de calentar las construcciones, aunque no empleaban la cogeneración como actualmente la entendemos.

En 1784, un cervecero de Oxford, Sutton Thomas Wood, obtuvo una patente para el uso del desperdicio de vapor de un proceso industrial; accionar un motor de

¹ Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE)

vapor y emplear el vapor expulsado o agua caliente de dicho sistema, para el calentamiento o manufactura, logrando con esto la primera patente conocida de cogeneración.

No obstante la contribución de Watt en el desarrollo del motor de vapor, su preferencia por la seguridad en el uso de vapor de baja presión, resultó en grandes e ineficientes motores. Sólo después de que sus patentes expiraron, otros inventores como Richard Trevithick en Inglaterra y Oliver Evans de Filadelfia, fueron capaces de diseñar y construir un motor de vapor a alta presión, el cual fue mucho más eficiente (y por lo mismo, más peligroso) y más pequeño que sus predecesores de baja presión. Más aún, la alta eficiencia hizo posible operar los motores económicamente sin un condensador, ya que al vapor expulsado se le daba un uso rápidamente.

Sorprendentemente, en uno de los más grandes trabajos de termodinámica fue el de Sadi Carnot en 1824; declaraba concretamente que la eficiencia en los motores que funcionaban con calor era estrictamente una función de la diferencia de temperaturas a lo largo del motor.

La década de 1870 marca el arribo de las nuevas tecnologías al mercado de la energía en Europa y América. La propagación del uso de vapor en la Guerra Civil Americana capacitó a toda una generación de ingenieros, quienes propiciaron un enorme crecimiento en la generación de potencia de vapor en las últimas décadas del siglo XIX, incluyendo el nacimiento de la industria eléctrica y la invención de la turbina de vapor en Inglaterra, los cuales propiciaron la expansión del mercado de la generación combinada de potencia y calor. Está también fue una era en la cual se veía la desregulación de la cogeneración, ya que era una situación injusta para las otras empresas eléctricas públicas.

Se debe enfatizar que la cogeneración recibe su impulso técnico más importante en los años ochenta, consiste básicamente en la aplicación de las turbinas utilizadas en la aviación comercial, con pequeñas modificaciones se adaptan a tierra y se acoplan a generadores eléctricos que las transforman por primera vez, en grupos turbogeneradores industriales. Al mismo tiempo se desarrollan nuevos materiales de alta resistencia mecánica para la fabricación de alabes de turbinas y se emplean materiales cerámicos de alta resistencia térmica en la construcción de cámaras de combustión. También se logran rendimientos en las turbinas de gas de hasta 35% y se mejora los ciclos termodinámicos tradicionales, es importante resaltar el desarrollo de las calderas de recuperación con presiones múltiples así como el inicio de una tecnología de gasificación de combustibles, el desarrollo de la fabricación de sistemas de cogeneración tipo paquete y la introducción de un tipo combinado sin olvidar que en todos los desarrollos se incluyen el uso de tecnologías limpias.

1.1.2 DEFINICION DE COGENERACION.

La palabra Cogeneración² fue inventada hasta finales de la década de 1970, y se define al termino Cogeneración como la producción secuencial de energía mecánica, eléctrica y de energía térmica (vapor, agua y/o gases calientes) aprovechable en los procesos industriales a partir de una misma fuente de energía primaria, requeridas por el usuario para la producción de sus productos y servicios, de forma eficiente y de calidad, obteniendo así un máximo aprovechamiento del combustible.

Esquema general de cogeneración.

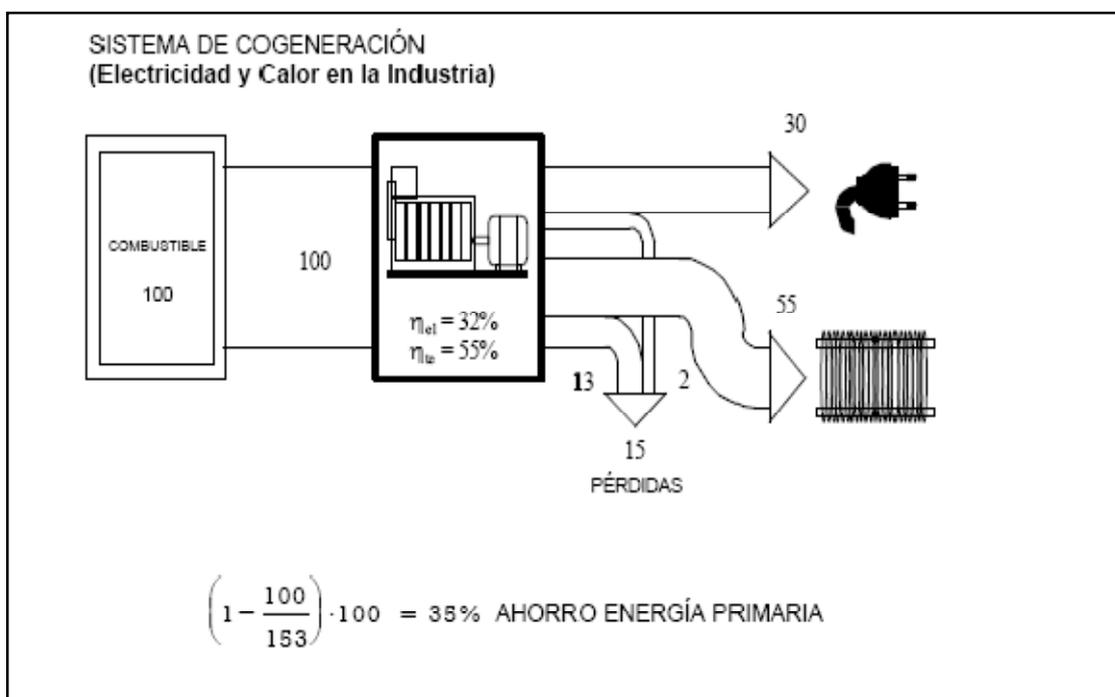


Ilustración 1-1 Esquema General de Cogeneración

² "Definición de Cogeneración" Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía

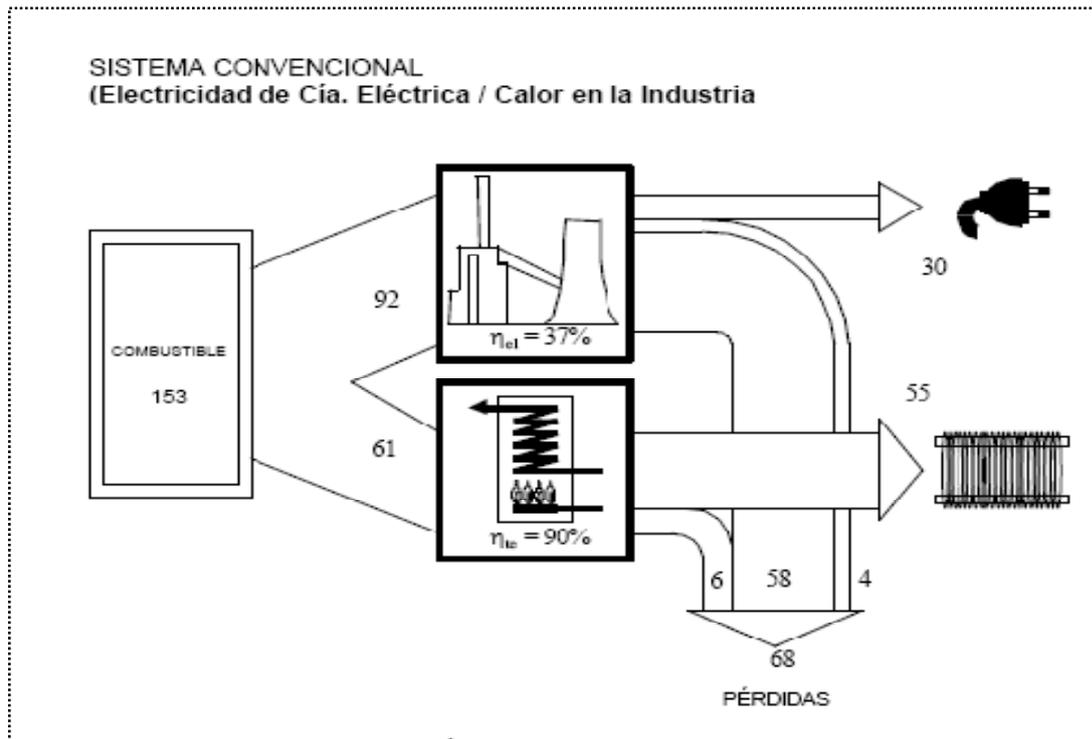


Ilustración 1-2 Sistema Convencional

Hoy, resulta una alternativa como método de conservación de energía para la industria, acorde con las políticas de globalización económica regional y a la política internacional orientada a lograr un desarrollo sustentable ya que el propósito principal de la cogeneración es el lograr un mejor aprovechamiento de los combustibles primarios, lo cual significa un ahorro en costos de energía, (menor dependencia de la red de CFE). Tener una fuente alterna de suministro de energía, permite disminuir o eliminar los altos costos por pérdida de producción debidos a la interrupción en el suministro de energía eléctrica.

Un sistema de suministro de energía térmica y eléctrica sin cogeneración de un usuario en general representa un total de perdidas de 107 unidades de combustible. En cambio un sistema de cogeneración para el usuario representa un total de perdidas de 42 unidades de combustible y un ahorro del combustible de 31%.

La Cogeneración representa para la empresa y su mercado una ventaja competitiva actualmente, ya que comprende al menos cuatro procesos termodinámicos distintos, de combinación, producción de calor y potencia: El primero, mediante aire; el segundo, con vapor; el tercero, mediante calor rechazado en un proceso de combustión, como un motor de combustión interna; y el cuarto involucra procesos termodinámicos, como los encontrados en una celda de combustible. Aunque cada proceso es distinto, éstos son usados en forma

combinada para maximizar la producción de energía en un sistema termodinámico.

La Eficiencia Térmica promedio de un Sistema de Cogeneración, fluctúa en los rangos de un 70% a un 80%, situación que comparada con la eficiencia de una planta termoeléctrica convencional de ciclo abierto, cuyos rangos de eficiencia fluctúan entre un 30% a un 33%, implica de hecho un ahorro substancial en el uso de combustible, algunos combustibles que se pueden usar en el proyecto de cogeneración son los siguientes:

- ◆ Combustibles convencionales como: Gas natural, diesel, combustóleo, etc
- ◆ Otros combustibles derivados de los procesos productivos, como: hidrógeno, alcohol, biocombustibles, biomasa, etc.
- ◆ Energía térmica derivada de los procesos productivos, como: gases calientes, vapor, etc

No obstante el gas natural, es el combustible de mayor utilización en los Sistemas actuales de Cogeneración, ya que tiene como ventaja primordial, el generar "energía limpia"; y producir la energía eléctrica con una alta eficiencia en turbinas, diseñadas con las más avanzadas tecnologías.

Además de esto en el sistema de cogeneración se tiene calidad, debido a que cuenta con la energía, las características y especificaciones requeridas por el usuario:

- ◆ Eléctrica: voltaje, corriente, frecuencia
- ◆ Térmica: temperatura, presión, flujo

Se utiliza a la red eléctrica como sistema de respaldo en caso de mantenimiento o falla y para el porteo a otras instalaciones en caso de excedentes.

Conviene destacar que la cogeneración aporta en la mayoría de los casos la sustitución de combustibles derivados del petróleo por gas natural, carbón o residuos combustibles, con el importante efecto diversificador y de reducción de la dependencia de derivados de petróleo.

El ahorro de energía primaria que representa tiene un efecto directo en el menor impacto ambiental que ello conlleva. Esta reducción es particularmente importante en lo que a CO_2 y SO_2 se refiere, ya que estos son directamente proporcionales a la cantidad y composición de combustible quemado. Una reducción del 30% al 50% de ahorro de energía primaria representa una reducción similar en lo que a la emisión de estos componentes se refiere (particularmente CO_2).

La penetración del gas natural y su implantación en sistemas de Cogeneración ha dado lugar a la práctica desaparición de las emisiones de SO_2 asociadas al tipo de combustible.

En lo que a NO_x, CO e Hidrocarburos, estos dependen directamente de las condiciones de combustión y están fuertemente afectados por la temperatura, relación aire-combustible o tiempo de residencia. Las actuales tecnologías de Cogeneración plantean soluciones que minimizan los impactos asociados a estos componentes.

1.2 IMPORTANCIA DE LA COGENERACION A NIVEL INTERNACIONAL.

El consumo de electricidad per cápita en los países en desarrollo debe aumentar si se requiere lograr un progreso real en los frentes sociales y económicos. Sin embargo, para mantener las demandas crecientes de energía la mayoría de estos países tienen que enfrentar obstáculos muy severos. Estos obstáculos incluyen:

- ◆ Mejorar las eficiencias institucionales y tecnológicas de los sectores energéticos a niveles semejantes a los de los países industrializados.
- ◆ Establecer tarifas adecuadas y control de los impactos ambientales adversos en las fuentes de energía.
- ◆ Financiamiento de las inversiones requeridas para satisfacer la demanda.

Es por ello que la cogeneración, puede contribuir a disminuir las restricciones encontradas para expandir en forma constante el suministro de energía en los países en desarrollo.

Un estudio realizado por el Banco Mundial en 1990³ indica que el uso de la electricidad en los países en desarrollo va a crecer a una tasa aproximada de 7% durante la década de los 90. Con base en esto, la capacidad de generación instalada, aumentara de 471 GW en 1990 a 855 GW a finales de 1999. La planeación de las proyecciones por parte de los países en desarrollo sugiere que de los 384 GW que se van a agregar durante la década, el carbón con 172 GW (45%) y la hidroeléctrica con 137 GW (36%) serán las principales fuentes de energía primaria.

Si la expansión en el Tercer Mundo no se puede sostener bajo las prácticas actuales. Hay algunos enfoques que se consideran necesarios para evitar que la electricidad frustre el desarrollo económico de los países más pobres del mundo de estos podemos mencionar los siguientes:

- a) La carga de inversión asociada a las facilidades energéticas en los países en desarrollo no puede seguir siendo soportada únicamente por los gobiernos. Es necesaria la participación del sector privado en la inversión.

³ "Capital expenditure for electric Power in the Developing countries in" the 1990's by E.A. Moore and g. Smith, Energy Series Paper No.21 The World Bank.

- b) Las eficiencias técnicas e institucionales de las operaciones del servicio eléctrico en estos países deben mejorarse para acercarse más a los niveles de los países industrializados. Esta meta incluye programas para reducir los requerimientos de generación del sistema mejorando la eficiencia en el suministro, el uso y estimulando la conservación.
- c) Las tarifas deben fijarse de tal forma que reflejen el costo económico del suministro; cubrir los costos de operación y el servicio de deuda; contribuir en forma adecuada a las necesidades de inversión y producir utilidades razonables sobre la inversión, es decir las tarifas como mínimo habrán de aproximarse a los costos marginales a largo plazo del suministro de energía. Unas tarifas que cubran los costos reales del suministro incentivarán a los consumidores a racionalizar el uso de la electricidad.
- d) La planeación del sistema energético debe incluir la evaluación de los impactos ambientales de las operaciones y la expansión además deben incluir medidas para restringir estos impactos dentro de los estándares ambientales aceptados internacionalmente.

Se puede demostrar que la cogeneración entra muy bien dentro de los principios del desarrollo energético sustentable.

Por sus amplias ventajas, la cogeneración ha despertado el interés de empresas y gobiernos, los que ha llevado a su rápido desarrollo en muchos países.

En los Estados Unidos Americanos, con el fomento de la Public Utility Regulatory Policy Act (PURPA) de 1978, en el año 2000 ya había en operación 65900 MWe.⁴ Mientras que en España desde la promulgación de la Ley de Conservación de Energía en el año 1980, se logró aumentar de 694 a 5912 MWe para el año de 1999.

En Italia en el año de 1994, los MWe aumentaron de 5660 a 10482 en el año 2001. Cabe hacer mención de que en Europa los niveles más altos de aprovechamiento de la cogeneración se presentan en Dinamarca, con el 35% y en el resto del mundo, los países con mayor capacidad instalada son los Estados Unidos Americanos y China (27712 MWe).

El potencial en la Unión Europea, representa grandes montos de inversión, así como la oportunidad de preservar los recursos energéticos, mitigar las emisiones de los gases y desarrollar tecnologías.

⁴ MWe = megawatts eléctricos

En la siguiente tabla se muestran las estimaciones que sobre estos rubros se tiene para el año 2010

Potencial de Cogeneración técnico para 2020 en países Europeos(MWe)

País	Industrial	Pequeña y gran escala	Total
Alemania	7876,7	34474,9	42351,6
Francia	4223,7	6392,7	10616,4
Inglaterra	3653	10958,9	14611,9
Italia	3310,5	1141,6	4452,1
Holanda	2397,3	4794,5	7191,8
Suecia	2397,3	4452,1	6849,4
España	2168,9	0	2168,9
Finlandia	1712,3	1369,9	3082,2
Bélgica	1027,4	3082,2	4109,6
Austria	684,9	3310,5	3995,4
Portugal	570,8	0	570,8
Dinamarca	342,5	1826,5	2169
Irlanda	228,3	342,5	570,8
Grecia	228,3	0	228,3
Luxemburgo	114,2	114,2	228,4
Total (U.E)	30936,1	72260,5	103196,6

Datos de Projected Costs of Generating Electricity Update 1998

Tabla 1-1 Potencial de Cogeneración en países Europeos

Potencialidad técnica económica y comercial de la Cogeneración en la Unión Europea

Actividad	Estimación
Participación media en la generación total	10%
Participación media esperada para el 2010	18%
Capacidad Instalada	65-70000 MWe
Capacidad Instalada esperada el 2010	130000
Capacidad adicional	60-65000
Inversión adicional	50-60 billones de euros
Inversión anual media esperada en Cogeneración	5 billones de euros por año

Tabla 1-2 Potencialidad Técnica, Económica y Comercial de la Cogeneración en la Unión Europea

Fuente: Who is who in European Cogeneration 2000- 2001

1.3 IMPORTANCIA DE LA COGENERACION A NIVEL NACIONAL

1.3.1 ASPECTOS IMPORTANTES DE LA COGENERACION EN MÉXICO.

En contraste con el rápido crecimiento de la cogeneración en muchos países, en México ha sido relativamente lento. Desde el primer intento de desarrollo a finales de los años setenta y pasando por la reforma de 1992, se estima⁵ que en 2002 operaban 1132.3 MWe en la industria privada. Pero también reporta 27986 MW por autoabastecimiento, así que los datos no son claros respecto a cuánto del autoabastecimiento es por cogeneración y cuánto convencional.

Sin embargo, desde que se modificó la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica en 1992 y se abrió el mercado eléctrico a la participación de los particulares en las modalidades de productor independiente, autoabastecimiento, cogeneración, importación y exportación, ha crecido a un ritmo promedio anual muy bajo, con una participación en la capacidad nacional de 0.54% en 1995 y 2.74% en 2002⁶.

Si la cogeneración ofrece a la industria beneficios de ahorro en la producción eléctrica, inversión, infraestructura, consumo de energía y emisiones contaminantes, la pregunta es ¿por qué han dado pobres resultados en México?.

El debate que es tan complejo, debiera regirse por lo que se quiera hacer con esa técnica en el ámbito nacional (empresas públicas, preservación del recurso energético y del medio ambiente) y en el privado (trasladar segmentos del mercado del proveedor público a privado, abrir nuevas oportunidades de negocios particulares a expensas de las empresas públicas, o como lo mencionan los argumentos oficiales, dar mayor competitividad a estos sectores, modernizarlos y aliviando la carga financiera del gobierno al trasladar la obligación de invertir en particulares).

El nivel de aprovechamiento de ese potencial depende de la viabilidad financiera del proyecto de cogeneración, un elemento importante lo constituye el precio del combustible, pero mucho más el precio y la cantidad de excedentes eléctricos que se puedan vender. El costo del gas mediante un análisis incremental entre costos convencionales y por cogeneración puede cancelar una parte importante del incremento del costo debido a los precios, pero no a la incertidumbre de su disponibilidad.

De acuerdo con el único dato oficial el cual fue publicado por la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) hoy denominada CONUEE (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía) el potencial de Cogeneración del País era en 1997 de 17,229 MW, lo que representa un ahorro anual potencial de energía primaria de 138.15 millones de barriles equivalentes de petróleo.

⁵ Comisión Reguladora de Energía (CRE a 2002), con base en permisos otorgados y cuyo estatus está en operación.

⁶ Estimación propia con base en los permisos por la CRE para la modalidad de cogeneración otorgadas en 1995 y 2.74% con datos del 2002.

De acuerdo con el documento de la CONAE el potencial de Cogeneración (1995) por sector se encuentra dividido de la siguiente forma:

POTENCIAL DE COGENERACION EN MEXICO

Sector	Combustible Adicional(MW)	Sin Combustible Adicional(MW)	Promedio	%	Número de Empresas	
Industrial	Químico	1,037	1,943	1,49	12	213
	Alimenticio	755	1,416	1,086	9	426
	Siderúrgico	740	1,388	1,064	9	83
	Celulosa y papel	712	1,335	1,024	9	109
	Cementerero	629	1,179	904	8	124
	Manufacturero	455	853	654	5	420
	Vidrio	335	628	482	4	108
	Minero	320	600	460	4	68
	Hulero	100	188	144	1	16
	Textil	69	130	100	1	95
	Automotriz	48	90	69	1	38
	PEMEX		5,2	9,75	7,475	62	1,7
Petroquímica		1,613	3,026	2,32	19	0
Refinación *		786	1,469	1,126	9	0
Comercial		2,399	4,495	3,446	29	0
		773	1,453	1,113	9	0
T o t a l		8,372	15,698	12,034	100	0

Tabla 1-3 Potencial de Cogeneración en México⁷

⁷ "Acciones de la CONAE para la Promoción de la Cogeneración en México 2006"
http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1916_potencial_nacional

DISTRIBUCION DEL POTENCIAL DE COGENERACION A NIVEL NACIONAL

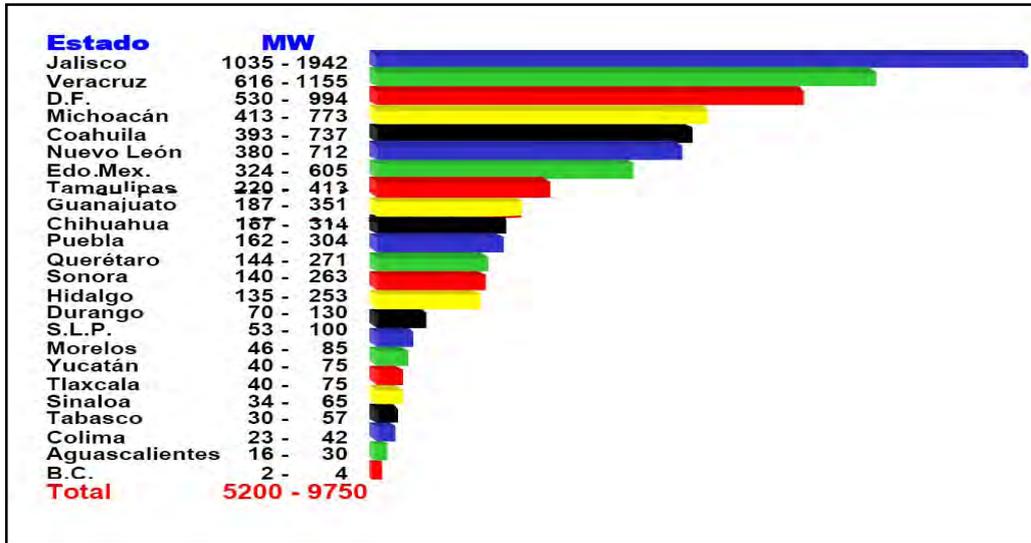


Ilustración1- 3 Distribución del Potencial de Cogeneración a nivel nacional

Evolución de la Cogeneración en México

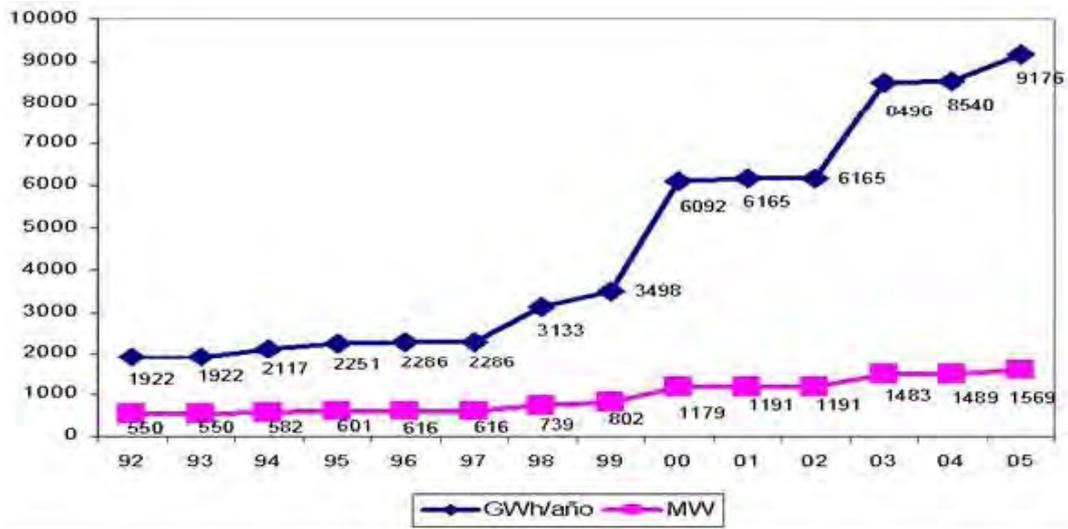


Ilustración 1-4 Evolución de la Cogeneración en México

FUENTE: CONUEE (Antes CONAE) Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la energía

El potencial estimado por CONAE en 2005 y revisado en 2007 es de 15,698 MW⁸; en la actualidad, sólo se generan 1569 MWe en esquemas de cogeneración, esto es, el 10% del potencial existente.

Proyectos y capacidad en Cogeneración en México						
Sector	Número de Proyectos	%	Capacidad MW	%	Generación GWh/ año	%
Alimentos	3	10	20	1	77	1
Farmacéutico	1	3	7	0	41	1
Municipal	1	3	7	1	58	1
Papelero	8	28	84	6	446	6
Petrolero	1	3	306	21	1971	25
Petroquímico	6	21	641	45	2646	33
Químico	5	17	46	3	2646	4
Textil	3	10	32	2	144	2
Varios	1	3	284	20	2265	28
Total	29	98	1427	99	10294	101
Potencia promedio de plantas de Cogeneración = 50MWe						
No. De plantas operando entre 2 y 20 MWe =28						
No. De plantas operadas por desarrolladores = 15 (50%)						

Tabla 1-4 Proyectos y capacidad en Cogeneración en México

⁸ Véase

<http://www.energia.inf.cu/iee-mep/WWW/www.conae.gob.mx/eventos/cogeneracion.html> y http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1916_potencial_nacional

La siguiente grafica proporciona los niveles en GWh para las diferentes modalidades como son Autoabastecimiento, cogeneración, importación y exportación en México (permisos administrados al 10 de septiembre de 2008)

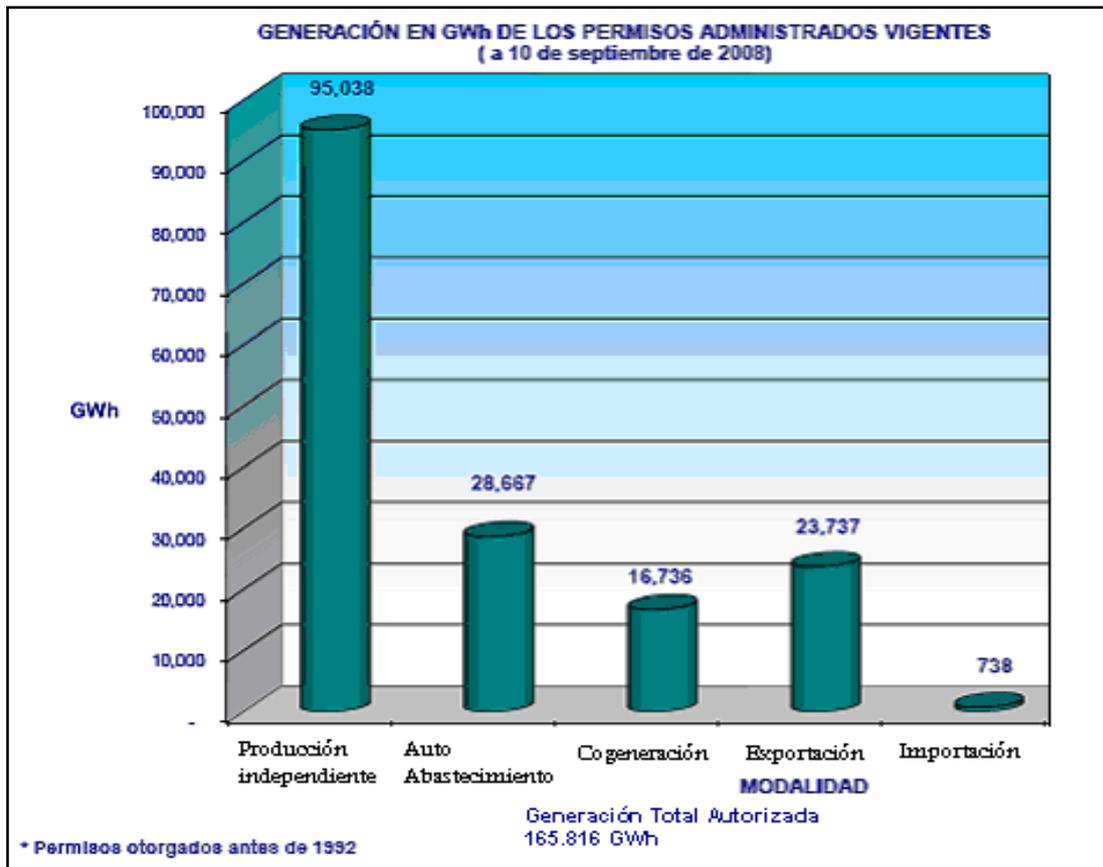
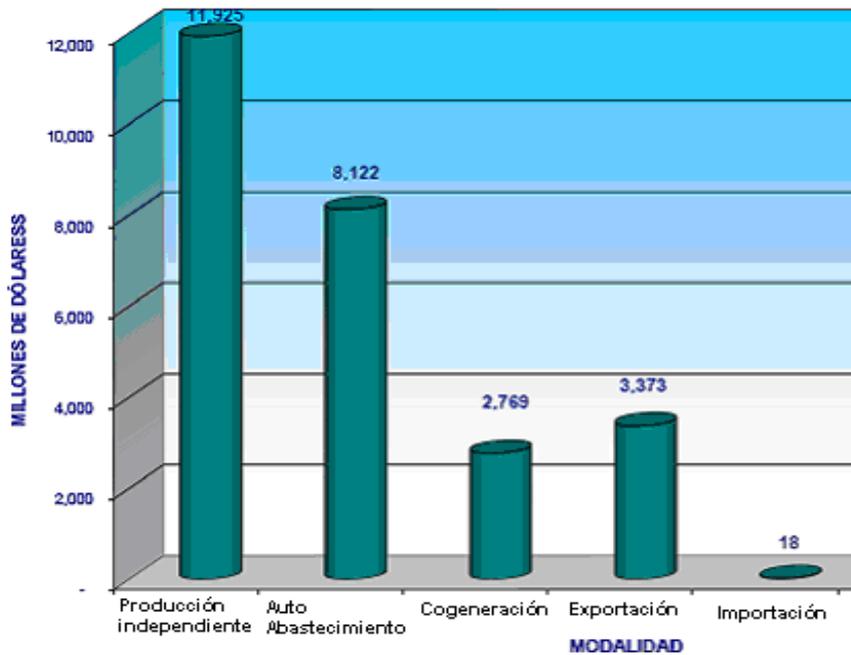


Ilustración 1-5 Generación en GWh de los permisos Administrados vigentes. Comisión reguladora de energía.

Es importante señalar el montos de las inversiones que se destinan para el rubro de autoabastecimiento, cogeneración importación y exportación. La siguiente tabla refleja el equivalente en dólares para cada rubro.

INVERSIÓN ESTIMADA EN MILLONES DE DOLARES DE LOS PERMISOS ADMINISTRADOS VIGENTES (a 10 de septiembre de 2008)



Inversión total estimada: 26,621 millones de dólares

* Permisos otorgados antes de 1992

Ilustración 1-6 Inversión estimada en millones de dólares de los permisos administrados vigentes. Comisión reguladora de energía.

El siguiente listado muestra la situación del sector alimenticio que ya cuentan con un permiso para cogeneración y/o autoabastecimiento, la tecnología aplicada y el tipo de combustible empleado⁹.

PERMISIONARIO	MODALIDAD	ENERGETICO PRIMARIO	TIPO DE PLANTA (TECNOLOGÍA)
FERSINSA GIST-BROCADES, S. A. DE C. V.	COG.	GAS NATURAL	TURBINA DE GAS
ALMIDONES MEXICANOS, S. A. DE C. V.	COG.	GAS NATURAL	TURBINA DE GAS
ACEITERA LA JUNTA, S. A. DE C. V.	COG.	GAS NATURAL	TURBINA DE GAS
CPINGREDIENTES, S. A. DE C. V. (ANTES COMPAÑIA PROVEEDORA DE INGREDIENTES)	AUT.	GAS NATURAL	T. GAS Y T. VAPOR
BIMBO DEL NOROESTE, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
CERVECERIA CUAUHTEMOC-MOCTEZUMA, S. A. DE C. V., PLANTA ORIZABA	AUT.	AGUA Y GAS NATURAL	T. HIDRAULICA Y T. VAPOR
INDUSTRIAL ACEITERA, S. A. DE C. V.	AUT.	GAS NATURAL	TURBINA DE VAPOR
MICASE, S. A. DE C. V.	AUT.	GAS NATURAL	TURBINA DE GAS
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA MAZATLAN	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA IRAPUATO	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA CHIHUAHUA	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA MARINELA VILLAHERMOSA	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA COECILLO	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA PUEBLA	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
NESTLE MEXICO, S. A. DE C. V.	AUT.	GAS NATURAL	COMBUSTION INTERNA
BARCEL, S. A. DE C. V., PLANTA LERMA	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
TIA ROSA, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA SUANDY	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
CONSERVAS LA COSTEÑA, S. A. DE C. V. Y JUGOMEX, S. A. DE C. V.	COG.	BIOGAS Y GAS NATURAL	COMBUSTION INTERNA

⁹ Fuente: Comisión Reguladora de Energía

CADBURY ADAMS MEXICO, S. DE R. L. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
PRODUCTOS MARINELA, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA TIJUANA	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
CERVECERIA DEL PACIFICO, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
GRUPO GAMESA, S. DE R. L. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
TABLEX MILLER, S. DE R. L. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
SABRITAS, S. DE R. L. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
MARINDUSTRIAS, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
YOLI DE ACAPULCO, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
MANANTIALES LA ASUNCION, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V. PLANTA YUCATAN	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
GANADERIA INTEGRAL SK, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
SUPERMERCADOS INTERNACIONALES HEB, S. A. DE C. V. PLANTA MONTERREY, NUEVO LEON	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V. PLANTA GONZALEZ GALLO	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BII NEE STIPA ENERGIA EOLICA, S. A. DE C. V.	AUT.	VIENTO	EOLOELECTRICA
MOLINOS AZTECA, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
MOLINOS AZTECA, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
MOLINOS AZTECA, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
CERVECERIA CUAUHEMOC MOCTEZUMA, S. A. DE C. V., PLANTA NAVOJOA	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
CERVECERIA CUAUHEMOC MOCTEZUMA, S. A. DE C. V., PLANTA TECATE	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA BIMBO DE BAJA CALIFORNIA	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA MARINELA DE OCCIDENTE	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTWONDER AZCAPOTZALCO	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA

BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA MARINELA DE BAJA CALIFORNIA	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA OCOTAN	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA VERACRUZ	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BARCEL, S. A. DE C. V., PLANTA RICOLINO SAN LUIS POTOSI	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
NESTLE MEXICO, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BEBIDAS PURIFICADAS DE MICHOACAN, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA BIMBO AZCAPOTZALCO	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA MIMOSAS 118	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
BIMBO, S. A. DE C. V., PLANTA MIMOSAS 117	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
INDUSTRIA REFRESQUERA PENINSULAR, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
EMBOTELLADORA DEL CARIBE, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
MEGA EMPACK, S. A. DE C. V., PLANTA II	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
GRUPO GAMESA, S. DE R. L. DE C. V., PLANTA CELAYA	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
SIGMA ALIMENTOS CENTRO, S. A. DE C. V.	AUT.	DIESEL	COMBUSTION INTERNA
CERVECERIA MODELO, S. A. DE C. V.*	U.P.C.	GAS NATURAL	TURBINA DE VAPOR
COMPAÑIA CERVECERA DE ZACATECAS, S. A. DE C. V.	U.P.C.	COMBUSTOLEO	TURBINA DE VAPOR

Tabla 1-5 Industrias del sector alimenticio que cuentan ya con permiso para Cogeneración ó abastecimiento

Al contrario de los Estados Unidos Americanos, España e Italia, en donde se conoce el costo por capacidad instalada y no solo del combustible en el precio de compra de los excedentes eléctricos; en México no se han generado incentivos para su desarrollo, esto se debe seguramente a problemas de orden político y refleja la visión dominante en la reglamentación, dentro del cual se planeó el desarrollo del autoabastecimiento, ya sea por cogeneración o por otros métodos, de donde se presentan las siguientes limitaciones:

- ◆ La aparición con casi seis años de retraso respecto a la apertura del mercado eléctrico y el acceso a la transmisión.
- ◆ La imposición del despacho, que sujeta el nivel de producción industrial a la demanda eléctrica.
- ◆ Vacío en el manejo para los excedentes térmicos.

La importancia que le conceden algunos países a esta técnica queda demostrada en la formación de asociaciones y grupos de trabajo para su desarrollo y promoción. Un ejemplo es el Grupo Europeo de Cogeneración (GEC), cuyo objetivo es realizar tareas de promoción en la Unión Europea (UE). Sus miembros incluyen más de 190 compañías de electricidad y autoridades de 30 países. Su actividad prioritaria es investigar el nivel de desarrollo en la UE para dar a conocer su situación a esta comunidad. Estas organizaciones explican los beneficios, reúnen información sobre la situación actual de la cogeneración en las industrias eléctricas locales para un mercado estratégico y difunden la información a todos los miembros mediante publicaciones especializadas.

Por otra parte, los Estados Unidos Americanos, mediante el U.S. Department of Energy y la Office of Distributed Energy and Electric Reliability, promueve¹⁰ un programa que busca alcanzar los 92 GWe en 2010 a través de:

- a) El incremento de difusión de la cogeneración, iniciativas regionales, congresos, seminarios y actividades educativas y de promoción.
- b) La eliminación de las barreras regulatorias, institucionales, técnicas, de análisis y recomendaciones sobre prácticas de interconexión, tarifas, costos de instalación, opciones de financiamiento y lecciones aprendidas; clasificación de estructuras eléctricas; normatividad del cuidado del aire; escenarios de precios; estrategias federales impositivas para fomentar la adopción de la cogeneración; incentivos fiscales para la adopción de tecnologías para el uso eficiente de la energía.
- c) El desarrollo de mercado y tecnologías de la cogeneración junto con el análisis de las oportunidades para acceder a nichos de mercado para la cogeneración; estimación de la capacidad instalada de cogeneración.

¹⁰ CHP Partners' Meeting, Washintong, DC, abril, 2003

En México las expectativas podría ser similares, solo que las inversiones representarían erogaciones importantes que saldrían del país (18917 mdd en 20 años), ya que de los montos de inversión del equipo de cogeneración es el principal siendo que en el país no se diseña y se fabrica muy poco. A esto debe añadirse la oportunidad de preservar los recursos energéticos, mitigar las emisiones e iniciar el desarrollo de tecnologías propias y comercializarlas dentro y fuera del país.

1.4 IMPORTANCIA DE LA COGENERACIÓN EN LA INDUSTRIA LECHERA

La industria lechera en México

- ◆ México tiene el 15º lugar en producción de leche a nivel mundial
- ◆ Su producción anual en 2007 fue de 10,183,000,000 litros
- ◆ Su consumo total en el mismo año: 15,660,327,000 litros
- ◆ Consumo per cápita anual: 144.87 litros
- ◆ México es el segundo importador de leche en el mundo después de China
- ◆ El primer exportador de leche en polvo en el mundo es Nueva Zelanda

Coahuila, Guadalajara, Aguascalientes, Tabasco y Chiapas, son algunos de los principales estados productores de leche.

México es un país deficitario en un 40 por ciento de leche, por lo tanto es importador, sobre todo de leche en polvo. Producimos más leche fluida, ya que no disponemos de secadores.

En este sentido, una de las demandas constantes de los productores es el apoyo al precio, porque indudablemente el precio al que ellos producen su litro de leche no les resulta ya competitivo, rentable considerando el costo de los insumos a decir de ellos.

Aumentar la producción y satisfacer la demanda nacional de leche de vaca a través de estrategias y con ayuda de nuevas tecnologías que permitan un ahorro o mejor uso de sus energéticos y de combustibles se aumentaría la productividad de las industrias lecheras garantizando calidad y mayor promoción del consumo de la leche y derivados lácteos nacionales.

México tiene acuerdos de cooperación internacional en materia de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) con Japón, España, Italia, Dinamarca, Países Bajos, Austria, Francia, Canadá, Alemania y Portugal.

Se estima que México tiene un potencial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de 81 millones de toneladas de CO₂ anuales para el período 2008-2012 (Instituto Nacional de Ecología, 2005).

A pesar del gran potencial de México con relación a la implementación tecnologías limpias a la fecha se tienen autorizados únicamente 148 proyectos, concentrados principalmente en el manejo de desechos animales (84 en granjas porcícolas y 44 en establos lecheros) y registrados casi en su totalidad a nombre de empresas extranjeras.

1.5. ASPECTOS QUE IMPULSAN LA COGENERACIÓN EN MÉXICO

En México, dada la importancia que se le ha atribuido a la cogeneración en los ámbitos legislativo, gubernamental, comercial y académico, se pueden identificar tres tendencias o etapas de desarrollo de la cogeneración, con base en la importancia e impulso que desde el gobierno se le ha dado:

- a) En el periodo 1990-1995, una política basada solo en dos de los cuatro fundamentos que propiciaron este fenómeno: a) reducción de los impactos ambientales, b) aprovechamiento de potenciales eléctricos basándose en energías renovables, c) técnicas de generación más eficientes y d) reducción de la dependencia energética del exterior. Situación manifiesta por las reformas de 1991 y 1992, y promovida con intensidad.
- b) Para el período 1996-1999 se descarta como política de desarrollo o apoyo al sector eléctrico nacional el impulso de energías renovables y técnicas de generación más eficientes, quedando a nivel de medidas de ahorro de energía. Y con esto se pasa a la segunda etapa de las tendencias internacionales.
- c) A partir de 1999, y durante la actual administración, la desintegración vertical y la privatización de la industria eléctrica, que se refleja en la reducción en el impulso a las energías renovables, la política de apertura y privatización de los mercados del gas natural.

Por otra parte, diversos organismos institucionales se han dedicado a analizar la problemática de la cogeneración en México y a promover su entendimiento, difusión y desarrollo en una forma más rápida y eficiente.

En el presente 2009 la CONUEE¹¹ aborda el tema desde el punto de vista de la promoción y asesoría técnica a las industrias. Los principales aspectos que consideran son: a) concebir y promover estrategias y acciones, así como coordinar y concertar dichas acciones, b) preparar, coordinar y evaluar los programas nacionales de ahorro de energía, c) promover, fomentar y difundir estudios relacionados con la utilización de energía, así como la investigación, desarrollo y difusión de tecnología para el ahorro, uso racional y eficiente de la energía.

¹¹ Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía antes CONAE

En México se ofrecen varios tipos de apoyos financieros, ya que al tratarse de un cambio tecnológico para modernizar la planta industrial, optimizar el uso de combustibles, mejora la productividad industrial, y combate las emisiones contaminantes, puede impulsarse desde el campo financiero con programas de fomento y apoyo a las plantas industriales.

Pese a la intención de fomentar cambios y mejoras tecnológicas en México, el éxito de estos programas ha sido modesto, entre ellos podemos mencionar:

- ◆ Nacional Financiera tiene como objetivos fundamentales coadyuvar a la preservación de la planta de empleo y el crecimiento económico, mediante: PROMIN: Programa Único de Financiamiento a la Modernización Industrial. Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEXT).
- ◆ En México se ofrecen varios tipos de financiamiento que pueden fomentar el desarrollo de la cogeneración: a) proyectos de inversión, b) adquisición de bienes de capital (maquinaria y equipo).
- ◆ CONACYT tiene varios programas de financiamiento como: FIDETEC: Fondo de investigación y Desarrollo para la Modernización Tecnológica. FORCCYTEC: Fondo para el Fortalecimiento de las Capacidades Científicas y Tecnológicas Estratégicas. PMT: Programa de Modernización Tecnológica. Todos estos programas ofrecen financiamiento, siempre y cuando la empresa genere divisas. La tasa de interés de referencia es la TIIE para la moneda nacional y LIBOR para la extranjera, más el margen que establezca el intermediario financiero. El plazo se determina en función de las necesidades del proyecto, hasta un máximo de 20 años, con el periodo de gracia que requiera. El monto máximo de los créditos en moneda nacional se calcula con base en el tamaño de la empresa y de ese modo se otorga para: La micro: hasta 1.7 millones. La pequeña: hasta 17 millones. La mediana: hasta 40 millones. La grande: a partir de las características del proyecto.

1.5.1 REQUISITOS INDISPENSABLES PARA EL DESARROLLO DE LA COGENERACIÓN

- ◆ Establecer reglas para calificar como Cogenerador para entonces operar bajo las reglas específicas de este sector, las cuales deberán quedar establecidas con base a un índice mínimo de eficiencia en la utilización de energía primaria y que se compruebe el vínculo a un proceso productivo (Únicamente Cogeneración).
- ◆ Establecer reglas para calificar como Auto Abastecedor para entonces operar bajo las reglas específicas de este sector. Estas reglas de calificación deberán de estar establecidas con base a que se compruebe el vínculo a usuarios finales (Únicamente Auto Abastecimiento)

- ◆ Que los excedentes no estén sujetos a despacho (Únicamente Cogeneración)
- ◆ Que no exista limite para la venta de energía adicional generada, en los casos en que se compruebe que se califica como Cogenerador en los términos de eficiencia global preestablecidos (Únicamente Cogeneración)
- ◆ Que se reconozca el pago de energía firme al precio evitado del nodo (Capacidad)
- ◆ Que se permita el porteo de energía a través de las líneas de transmisión.
- ◆ Que se establezcan tarifas proporcionales al tamaño del proyecto, para el pago del trámite de permisos, eliminándose dicho pago para proyectos menores a 3MW.
- ◆ Que se generen incentivos fiscales que promuevan este tipo de inversiones, (por lo menos a un nivel similar al establecido en los países que son socios comerciales de México)
- ◆ Que se liberen los aranceles de importación para todos los equipos destinados a proyectos de Cogeneración y Auto Abastecimiento.

Dentro de los desarrollos tecnológicos que están siendo aplicados en todo el mundo y que han ocurrido en esta última década se pueden mencionar: El acceso a las turbinas aeroderivadas; el aumento de eficiencia de las turbinas de gas de un 23 a un 35% y la tendencia a futuro para llevar a estas unidades a eficiencias directas de 55% y la aplicación de ciclos avanzados; la fabricación modular y los nuevos esquemas para facilidad de mantenimiento; los nuevos materiales y procesos de diseño que dan mayor confiabilidad y mayor economía en estos desarrollos y los procesos de gasificación de desechos agro-industriales, carbones de baja calidad y residuos del proceso petrolero.

Estas nuevas tecnologías permiten adicionalmente promover la micro generación, en este sistema existen equipos desde 25 kW que han sido aplicados exitosamente en Europa y también los Estados Unidos Americanos en el sector servicios.

Por otra parte, la tecnología de cogeneración con motores de combustión interna que en México no se han aprovechado, pueden llevar a desarrollos exitosos para la industria manufacturera, de auto partes y el sector servicios en establecimientos grandes. En otros países la cogeneración con gasificación ha logrado crear miles de empleos, ha incrementado la productividad y el aprovechamiento agrícola al crear agro-industria autosuficiente energéticamente, sobre todo en los sectores de industrialización de cereales, hortalizas y de productos frutales.

1.5.2 IMPEDIMENTOS PARA EL DESARROLLO DE LA COGENERACIÓN Y EL AUTOABASTECIMIENTO

Existen diferentes barreras que se presentan ante las medidas acordadas para mejorar el desarrollo de la cogeneración y el autoabastecimiento; pueden ser disminuidas a través de la formulación de políticas, de mecanismos financieros y de un desarrollo de programas de acción creativos. Las barreras no se limitan únicamente a un problema de costos, sino a la falta de información al consumidor, la falta de inversión de capital, la venta de la energía por debajo de su costo y los riesgos que enfrentan los fabricantes.

Por otra parte la deficiente coordinación entre la industria petrolera y la eléctrica, ha conllevado a que los precios de los combustibles primarios impliquen mayores tarifas y por consiguiente los usuarios finales no se vean beneficiados con los logros obtenidos de la eficiencia en la generación.

Todos estos factores hacen poco atractiva la inversión en proyectos que solo pueden ser rentables cuando el productor aprovecha toda su capacidad de generación para usos propios.

Las principales barreras que limitan el desarrollo de la cogeneración en el país son de carácter legal, económico e industrial.

CAPÍTULO 2 SISTEMAS DE COGENERACIÓN

La viabilidad de un sistema de cogeneración indica un análisis detallado de requerimientos térmicos y energéticos dependiendo de variaciones del tiempo, combustible, costo etc.

Un sistema de cogeneración es mas eficiente si se procura utilizar toda la energía con que se cuenta en el sistema

2.1 TERMODINAMICA.

Ciencia que trata sobre la conservación de la energía y especialmente de la conversión de calor en trabajo, en un sentido más riguroso, termodinámica es la ciencia dedicada a estudiar las transformaciones de la energía y las relaciones entre diversas cantidades físicas llamadas propiedades de las sustancias, que se ven afectadas por estas transformaciones.

Las aplicaciones de esta ciencia se rigen por dos principios básicos, llamados primera y segunda leyes de la termodinámica. El análisis de las transformaciones de energía y las predicciones sobre el valor de las propiedades puede hacerse desde el punto de vista macroscópico "Termodinámica Clásica" o mediante el estudio estadístico de un gran número de partículas, el punto de vista microscópico.

Un concepto esencial de la termodinámica es el de sistema macroscópico, que se define como un conjunto de materia que se puede aislar espacialmente y que coexiste con un entorno infinito e imperturbable. El estado de un sistema macroscópico en equilibrio puede describirse mediante propiedades medibles como la temperatura, la presión o el volumen, que se conocen como variables termodinámicas. Es posible identificar y relacionar entre sí muchas otras variables (como la densidad, el calor específico, la compresibilidad o el coeficiente de expansión térmica), con lo que se obtiene una descripción más completa de un sistema y de su relación con el entorno.

Cuando un sistema macroscópico pasa de un estado de equilibrio a otro, se dice que tiene lugar un proceso termodinámico. Las leyes o principios de la termodinámica, descubiertos en el siglo XIX a través de meticulosos experimentos, determinan la naturaleza y los límites de todos los procesos termodinámicos.

2.1.1 SISTEMA

Se puede definir un sistema como un conjunto de materia que está limitado por una superficie real o imaginaria. Si en el sistema no entra ni sale materia se dice que se trata de un sistema cerrado o sistema aislado. Los tipos de sistemas cerrados que son necesarios para el estudio de la termodinámica son:

- ◆ **Sistema aislado térmicamente:** es un sistema cerrado en el que no entra ni sale calor.
- ◆ **Sistema aislado mecánicamente:** es un sistema cerrado sobre el cual no se realiza trabajo.

2.1.2 ENERGÍA.

Todo aquello capaz de realizar trabajo o provocar movimiento en contra de una resistencia. Todas las cosas tienen energía, siendo ésta por lo tanto una propiedad de la materia que puede tomar muchas formas: calor, luz, electricidad, magnetismo, movimiento, sonido, enlaces químicos, fuerzas nucleares; todas ellas son manifestaciones de la energía.

La energía es una de las partes fundamentales del universo, el cual está básicamente compuesto por materia y energía, aunque también es cierto que todo lo que constituye el universo existe y se mueve en el espacio y en el tiempo.

Tradicionalmente se dice que hay dos grandes tipos de energía: **energía potencial** (almacenada, como resultado de su altura o posición) y **energía cinética** (en movimiento).

La **energía potencial** es "estática", no implica movimiento, y se encuentra, por ejemplo, en los carritos de una montaña rusa cuando alcanzan la parte más alta de la misma y luego descienden por gravedad. Esta forma de energía es la misma que contiene el agua de una presa, una liga estirada o la cuerda de un reloj (en los dos últimos casos se denomina "energía potencial elástica").

La **energía cinética** es la que tienen los objetos y masas en movimiento, y se manifiesta, por ejemplo, en los vientos, las olas del mar y las corrientes de agua (arroyos y ríos).



Dibujo 1 Rayo ejemplo de energía cinética

2.1.3 TRABAJO.

Es una forma de energía cuyo concepto básico está asociado a la mecánica, y se define como el producto de una fuerza y el desplazamiento que produce, cuando ambos son medidos en la misma dirección. El trabajo, como el calor, es un fenómeno transitorio y sólo existe mientras la operación se está realizando.

2.2 LEYES DE LA TERMODINÁMICA.

2.2.1 PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA.

La primera ley termodinámica que establece la conservación de la energía, es decir, ésta ni se crea, ni se destruye. En otras palabras, esta ley se formula diciendo que para una cantidad dada de una forma de energía que desaparece otra forma de la misma aparecerá en una cantidad igual a la cantidad desaparecida. Para ser más específicos consideremos el destino de cierta cantidad de calor q agregada al sistema. Esta cantidad dará origen a un incremento de la energía interna del sistema y también efectuará cierto trabajo externo como consecuencia de dicha absorción calorífica.

Si designamos por ΔE al incremento de energía interna del sistema y w al trabajo hecho por el sistema sobre el contorno, entonces por la primera ley tendremos:

$$\Delta E + w = q$$

Y
$$\Delta E = q - w \quad \dots\dots\dots (1)$$

La ecuación (1) constituye el establecimiento matemático de la primera ley. Como la energía interna depende únicamente del estado de un sistema, entonces el cambio de la misma ΔE , involucrado en el paso de un estado donde la energía es E_1 a otro donde es E_2 debe estar dada por

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

ΔE depende así únicamente de los estados inicial y final del sistema y de ninguna manera de la forma en que se ha realizado el cambio.

2.2.2 ENERGÍA INTERNA.

La energía interna U , es la energía propia del sistema. Dado que las partículas que constituyen un sistema pueden trasladarse, rotar y vibrar, la energía interna tiene una contribución debida a estos movimientos, ésta es la energía cinética interna. Las moléculas poseen una energía potencial interna debido a las interacciones intermoleculares e intramoleculares, es decir, debido a la posición relativa de las partículas que las forman.

La energía interna es una propiedad extensiva y es función de estado, por lo cual su diferencial es exacta.

A volumen constante, la primera ley implica que el cambio de energía interna es igual al calor absorbido o desprendido durante el proceso:

$$Q_V = \Delta U$$

2.2.3 SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA.

Aunque la Primera Ley de la termodinámica establece la relación entre el calor absorbido y el trabajo realizado en un sistema, no señala ninguna restricción en la fuente de este calor o en la dirección de su flujo. Según la primera ley, nada impide que sin ayuda externa, extraigamos calor del hielo para calentar el agua, siendo la temperatura del primero menor que la de esta última. Pero la experiencia nos enseña que tal transferencia del calor de una temperatura más baja a otra mayor no se efectúa espontáneamente, en su lugar se encuentra siempre que el calor fluye en sentido contrario, es decir, el flujo de calor es unidireccional desde la temperatura más elevada a otra menor, lo que no impide la posibilidad de enfriar un cuerpo por debajo de la temperatura de sus contornos, pero para ello es preciso realizar un cierto trabajo.

De estos hechos puede verse que el calor no se transforma en trabajo sin producir cambios permanentes bien sea en los sistemas comprendidos o en sus proximidades.

Esta ley apoya todo su contenido aceptando la existencia de una magnitud física llamada entropía tal que, para un sistema aislado (que no intercambia materia ni energía con su entorno), la variación de la entropía siempre debe ser mayor que cero.

2.2.4 ENTROPÍA.

Tanto el calor como el trabajo son formas de energía en transición, por lo que son función de una diferencia de potencial. Ese potencial o gradiente se mide fácilmente como temperatura. Si una cantidad de calor se divide entre su temperatura absoluta, el cociente es una propiedad que define la "intensidad de energía" y se conoce como entropía.

La entropía puede definirse como la propiedad que mide la porción del calor añadido que no puede ser convertido en trabajo, sin importar lo cercano a la perfección que sea el proceso.

2.3 ESQUEMAS DE COGENERACION.

Un considerable número de empresas de la industria petrolera, azucarera, cervecera, química y del papel han empleado esquemas de cogeneración para optimizar la producción de vapor y energía eléctrica en sus procesos.

La siguiente tabla muestra las industrias que necesitan mayores calores de proceso son:

Sector	Aplicación del vapor	Presión (bar)	Temperatura (°C)
Alimentos Conserva Textil Química	Procesos de ebullición	2.5	128
Papel	Fabricación de papel	3.6	140
	Pasta de papel (secado)	10-14	180-200
Alimentos	Pasteurización	16	220
Químico y petroquímico	Procesos de calentamiento	20	210
	Productos químicos y petroquímicos	40	250
Todos los sectores	Vapor de proceso	>80	295

Tabla 2- 1 Industrias que emplean elevados calores de proceso

En algunos esquemas de cogeneración el vapor se aprovecha para accionar equipos de bombeo, compresión o molienda; en otros para suministrar calor a los procesos petroquímicos y de refinación en la industria petrolera. También se aplica en procesos de destilación para la industria azucarera, química y cervecera; de secado en la industria papelera.

En la cogeneración, la energía eléctrica se obtiene a partir del aprovechamiento de la energía de los gases de combustión en alto nivel energético proveniente de la turbina de gas, dichos gases se introducen a recuperadores de calor para la producción vapor, el cual a su vez se utiliza en turbinas de vapor acopladas a un generador eléctrico.

Un sistema de cogeneración está constituido por los siguientes elementos:

- ◆ Máquina principal o primotor: Como Turbina de gas, Turbina de vapor y Motor de combustión interna.
- ◆ Generador eléctrico.
- ◆ Recuperador de calor: Como Calderas de recuperación de calor, Economizador, Precalentador de aire e Intercambiador de calor.
- ◆ Periféricos: Como Bombas, Tuberías, Tableros de control y Sistemas eléctricos.

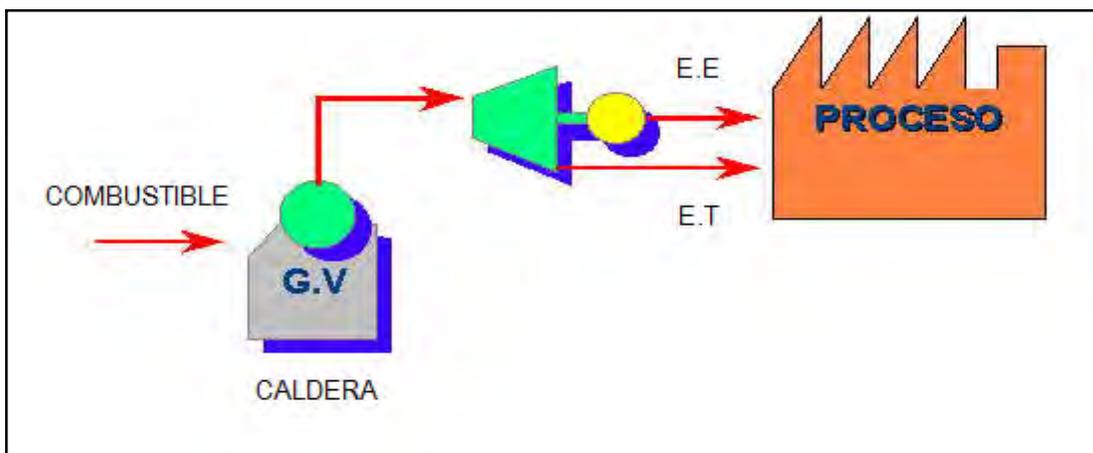
Clasificación de los Sistemas de Cogeneración.

Se pueden clasificar de acuerdo al orden de producción de electricidad y energía térmica de la siguiente manera:

- ◆ En base a la producción de electricidad y calor:

I) Sistemas Superiores.

Son aquellos en los que una fuente de energía primaria como el gas natural, diesel, carbón u otro combustible similar, se utiliza para la generación de energía eléctrica a través de la producción de un fluido caliente que se destina a producir energía mecánica, a la salida del sistema de generación eléctrica se obtiene calor o energía térmica residual como vapor o gases calientes que son utilizados posteriormente en los procesos industriales. Estos sistemas se utilizan básicamente en industrias donde las necesidades de energía térmica son medias o bajas con rangos de temperatura de 250 a 600 °C.

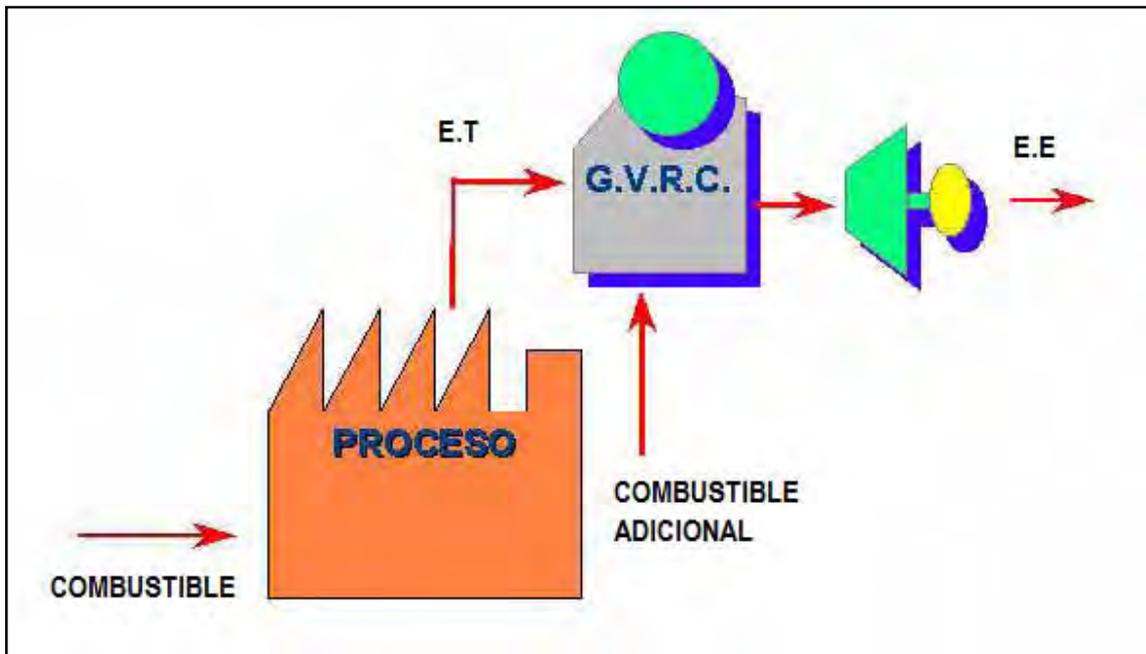


Esquema 2- 1 Sistema superior. CONUEE (Antes CONAE) Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la energía.

Sistema Superior con Turbina de vapor.

II) Sistemas Inferiores.

Son aquellos en los que la energía primaria se utiliza en el proceso industrial y la energía calorífica no aprovechada en el mismo, como gases calientes de escape de hornos o gases de combustibles generados, se emplean en la generación de energía mecánica, estos sistemas son empleados en las industrias del cemento, acero, vidrio y química.



Esquema 2- 2 Sistema inferior con turbina de vapor. CONUEE (Antes CONAE) Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la energía.

◆ De acuerdo al tipo de primotor empleado:

Clasificación generalmente empleada, y quizá la más utilizada, para los sistemas de cogeneración, es la que se basa en el motor principal empleado para generar la energía eléctrica.

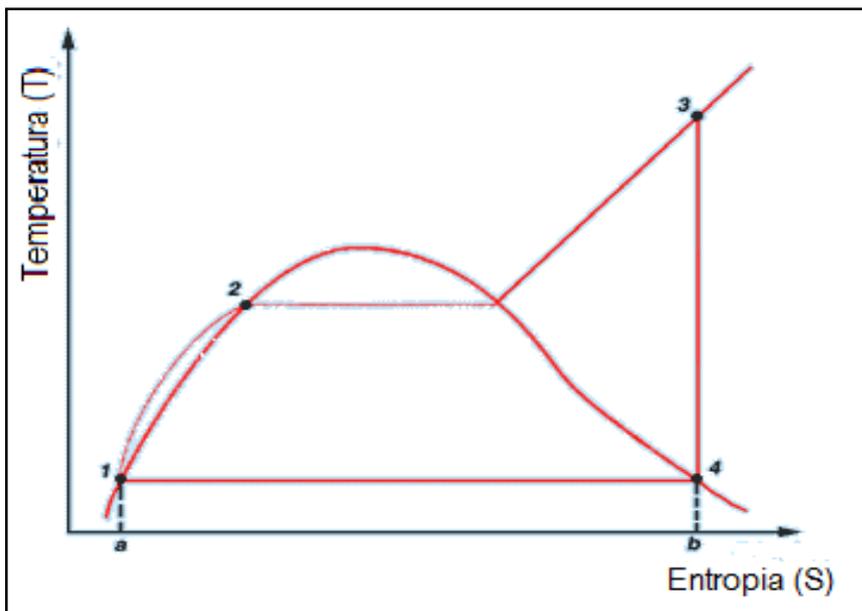
Así tenemos:

2.3.1 ESQUEMAS CON TURBINAS DE VAPOR.

La turbina de vapor sigue el ciclo termodinámico denominado Ciclo de Rankine. En una caldera (convencional o cogeneradora) se produce vapor de alta presión (a temperaturas del orden de 300 a 500°C y presiones de 30 a 150 KP/cm²), este

vapor es conducido a la turbina, donde se expandiona, transmitiendo energía mecánica a los alavés de aquella. El vapor generado a baja presión a la salida de la turbina puede dedicarse al consumo (ciclo abierto) o bien condensado y devuelto a la caldera para hacer de nuevo el ciclo (ciclo cerrado).

Este tipo de aplicación permite usar una gran diversidad de combustibles (incluso mixturas a partir de residuos sólidos urbanos), pues los gases de combustión no accionan de forma directa la turbina.



Esquema 2- 3 Ciclo Rankine. M.J. Moran. H. N. Shapiro "Fundamentos de Termodinámica Técnica" Reverte 1995

El uso de los sistemas con turbinas de vapor, esta muy extendido en la producción termoeléctrica convencional (centrales térmicas de cualquier combustible o nucleares). Sin embargo, también se usan con gran éxito en aplicaciones del sector industrial.

En este sistema la eficiencia global es del orden del 85 al 90% y la eléctrica del 20 al 25%.

Las turbinas de vapor se dividen en tres tipos: a contrapresión, a extracción y a condensación.

a) En las turbinas de contrapresión la principal característica es que el vapor, cuando sale de la turbina, se envía directamente al proceso sin necesidad de contar con un condensador y equipo periférico, como torres de enfriamiento.

b) En la turbina de extracción/condensación, una parte del vapor puede extraerse en uno o varios puntos de la turbina antes de la salida al condensador, obteniendo así, vapor a proceso a varias presiones, mientras que el resto del vapor se expande hasta la salida al condensador.

Estos sistemas se aplican principalmente en aquellas instalaciones en las que la necesidad de energía térmica respecto a la eléctrica es de 4 a 1 o mayor.

Cuando nos interesa obtener vapor para determinados procesos industriales, se suele emplear una turbina de contrapresión. Cuando no nos interesa obtener vapor, sino solamente agua caliente, se utiliza una turbina de condensación.

c) Turbinas con extracciones: Parte del vapor que se está expandiendo en la turbina se extrae de esta en algunos puntos específicos (pasos de la turbina), lo que permite tener vapor a una determinada presión deseada. Cuando la turbina es de extracción controlada, la presión de extracción se mantiene constante al variar el caudal de vapor de entrada de la turbina. Si la extracción no es controlada, la presión del vapor extraído estará sometida a variaciones importantes en función del caudal de vapor de la salida de la turbina. Son de aplicación en aquellos procesos industriales en los que se puede requerir dos o más niveles de presión.

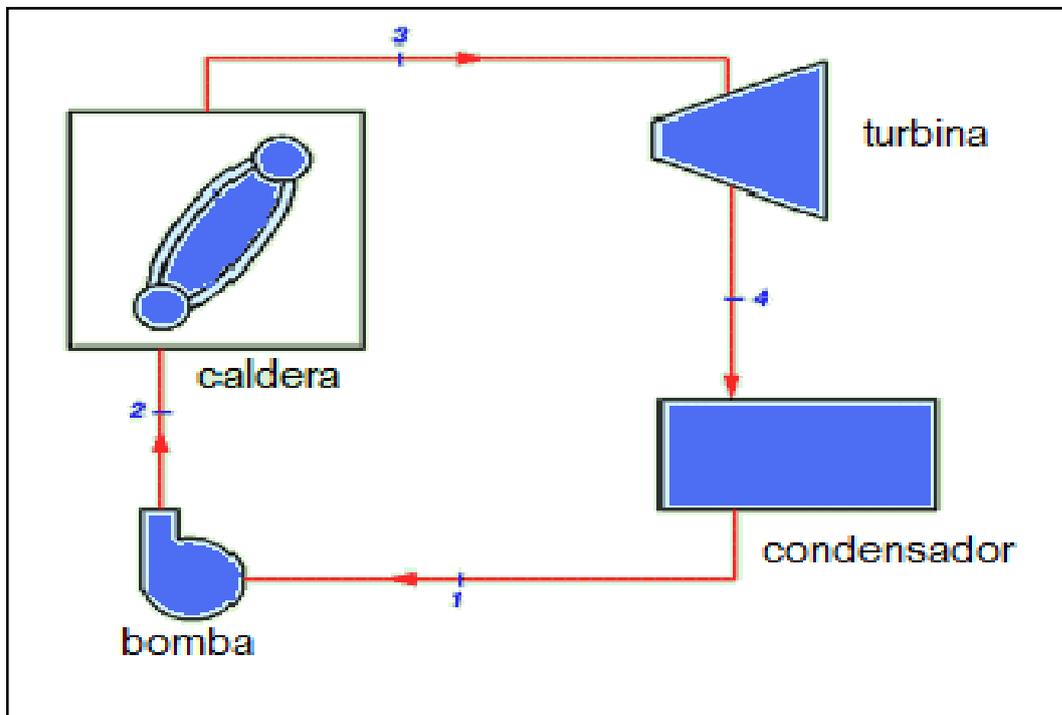
d) Turbinas de presión mixta: La turbina es alimentada con vapor de diferente presión.

Es posible tener combinación de los diferentes tipos de turbinas; esto permite el empleo de las turbinas de vapor en sistemas de cogeneración proporcione una gran flexibilidad en satisfacer los requerimientos de vapor del usuario.

Para la selección de un sistema de cogeneración mediante turbina de vapor, se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- ◆ No es posible el empleo de turbinas de vapor en procesos de secado que requieran gases calientes en directo.
- ◆ No es conveniente utilizar turbinas de vapor en procesos que requieran vapor de alta o muy alta presión.
- ◆ En el caso de turbinas a contrapresión, la producción de energía eléctrica y su rendimiento se verán sensiblemente alterados por las variaciones de carga de la caldera, consecuencia de las variaciones en la demanda de vapor del proceso.
- ◆ Los rendimientos de las turbinas de vapor son menores que los de las turbinas de gas y los motores alternativos de la misma potencia.
- ◆ Las turbinas de vapor pueden aprovechar en ocasiones la(s) caldera(s) existente(s) elevando la presión a la que se genera el vapor, teniendo un ahorro en la inversión inicial.
- ◆ La disponibilidad del combustible adecuado o la modulación de los consumos en la industria, son elementos que deben observarse porque

pueden determinar la viabilidad de instalar o no turbinas de vapor en un sistema de cogeneración.



Esquema 2- 4 Sistema con turbina de vapor. CONUEE (Antes CONAE) Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la energía.

2.3.2 ESQUEMAS CON TURBINAS DE GAS.

Las centrales de generación simultánea de fuerza y calor se componían anteriormente de una caldera y una turbina de vapor de contrapresión o extracción.

Hoy se han generalizado las turbinas de gas, equipos confiables con muchas ventajas y que ofrecen estas alternativas a las centrales de cogeneración:

1.- Una turbina de gas con generador y recuperación de calor por cualquier sistema (directo, caldera, intercambiador, etc).

2.- Una turbina de gas, una caldera, más una turbina de vapor de contrapresión o de extracción / condensación.

La combustión suplementaria y la turbina de vapor pueden cambiar la relación calor/energía eléctrica como proyecto de readaptación de la central eléctrica con el fin de generar prioritariamente energía eléctrica en calor

En este arreglo un compresor alimenta aire a alta presión a una cámara de combustión en la que se inyecta el combustible, que al quemarse generará gases a alta temperatura y presión, que a su vez, alimentan a la turbina donde se expanden generando energía mecánica que se transforma en energía eléctrica a través de un generador acoplado a la flecha de la turbina.

Los gases de escape tienen una temperatura que va de 500 a 650 °C. Estos gases son relativamente limpios y por lo tanto se pueden aplicar directamente a procesos de secado, o pueden ser aprovechados para procesos de combustión posteriores, ya que tienen un contenido de oxígeno de alrededor del 15%. Debido a su alta temperatura, estos gases suelen ser empleados a su vez, para producir vapor, que se utiliza en los procesos industriales e inclusive, como veremos más adelante para generar más energía eléctrica por medio de una turbina de vapor.

La cogeneración con turbina de gas resulta muy adecuada para los procesos en los que se requiere de una gran cantidad de energía térmica, o en relaciones de calor/electricidad mayores a 2.

La capacidad de producción de las turbinas está entre 27 y 212 MW (en condiciones ISO) y su eficiencia varía de 29 a 35 % (LHV), su eficiencia en ciclo simple es muy modesta, su instalación es inferior al de otras centrales eléctricas.

Considerando su corto plazo de energía, generalmente inferior a un año entre la fecha de la orden y la de puesta en servicio, ofrecen una de las mejores soluciones para una central de decadencia, combinadas estas turbinas con un sistema de recuperación del calor residual, la eficiencia de la central en que estén instaladas puede ser muy alta.

Estas turbinas pueden quemar casi cualquier combustible gaseoso o líquido, incluyendo carbón gasificado.

En la siguiente tabla se indica el rendimiento de las turbinas de un fabricante de gas (ALSTHOM TURBINES A GAZ) con distintos combustibles.

Tabla 1 Rendimiento VEGA de un nivel de presión sin hogar.

Carga Base- Condiciones ISO - (15°- 1.013 MBAR)

MODELO DE TG (FRECUENCIA EN Hz)	COMBUSTIBLES	SALIDAS EN LAS TERMINALES DEL GENERADOR	CONSUMO	NETA	CAUDAL DE AIRE	TEMPERATURA DE ESCAPE
MS5001PA (50/60)	NG	26.25	328	28.8	441	483
	DIST	26.7	325	28.4	441	483
	RES	26.7	325	28.4	441	483
MS6001B (50/60)	NEG	38.3	439	31.4	491	539
	DIST	37.5	434	31.1	491	539
	RES	32.8	392	30.2	491	493
MS 9001 1E (50)	NG	123	1312	33.8	1450	539
	DIST	121	1300	32.5	1450	539
	RES	102	1140	32.2	1445	490
MS9001F (50)	NG	212.2	2237	34.1	2160	683

Tabla 2- 2 Rendimiento de las turbinas. FUENTE: ALSTHOM TURBINES A GAZ)

II.1 Recuperación de calor

Una turbina de gas provista de recuperación de calor es una opción muy interesante para centrales eléctricas básicas o semibásicas.

Los gases de escape que contienen de 65 a 70% del calor de entrada de la turbina suponen un caudal importante (500 t/h en una turbina de gas MS-6001-B con una generación de 38 MW) a una temperatura de alrededor de 540°C. Es posible recuperar hasta el 80% de este calor en el sistema de intercambio, lo que quiere decir que la eficiencia puede incrementarse substancialmente en una instalación destinada a producir energía eléctrica y calor.

La caldera de recuperación de calor puede ser de tiro natural o mecánico con diferentes ventajas y desventajas en cada alternativa, la selección deberá hacerse con arreglo a las condiciones de explotación previstas y en particular la frecuencia de las puestas en marcha.

En Francia el ciclo combinado de vapor y calor es denominado VEGA (Vapeur Et Gaz) a las centrales destinadas a producir solamente electricidad. Su eficiencia eléctrica neta (LHV) varía entre 41 y 53%, dependiendo de:

- ◆ El modelo de turbina de gas.
- ◆ El combustible.
- ◆ El ciclo de vapor.

II.2 Postcombustión.

Los gases residuales de la turbina que siguen conteniendo gran cantidad de oxígeno en exceso (el exceso de aire es alrededor del 300%) permiten instalar cuando esto es conveniente, un sistema de combustión corriente arriba de los bancos de intercambio de la caldera.

En una central que solo genere electricidad el sistema de post-combustión tiene la ventaja de actuar como reserva, pero reduce la eficiencia eléctrica.

Este sistema de post-combustión es muy conveniente en las centrales cogeneradoras porque ofrece las siguientes ventajas:

- ◆ Reservas de energía térmica y reservas eléctricas si el sistema esta dotado de una turbina de vapor.
- ◆ Flexibilidad de la explotación (relación electricidad/calor)
- ◆ Aumento de la eficiencia general como ahorro de más de cinco puntos debido al descenso relativo de la pérdida de calor a la salida de la caldera.

2.3.3 ESQUEMAS CON CICLO COMBINADO.

Este sistema se caracteriza porque emplea una turbina de gas y una turbina de vapor. En este sistema los gases producidos en la combustión de la turbina de gas, se emplean para producir vapor a alta presión mediante una caldera de recuperación, para posteriormente alimentar la turbina de vapor, sea de contrapresión o extracción-condensación y producir por segunda vez energía eléctrica, utilizando el vapor a la salida de la turbina o de las extracciones para los procesos de que se trate. El ciclo combinado se aplica en procesos donde la razón electricidad/calor es mayor a 6.

Este esquema es de los que ofrecen mayor eficiencia térmica, pero la producción de electricidad se limita a la turbina de gas. No obstante, la generación de electricidad puede llegar al 35% del total (electricidad mas calor) con sistemas de post-combustión, la temperatura a mas del 55% sin el.

La eficiencia general de esta instalación depende sobre todo de las pérdidas de calor a la salida de la caldera; esto quiere decir que la temperatura del gas de escape en ese punto vienen determinada por:

- ◆ El contenido de azufre del combustible empleado.
- ◆ La temperatura del agua de alimentación de la caldera o del desaerador
- ◆ La presión del vapor que se intenta generar.

Las centrales de ciclo combinado contaminan en una cantidad menor. Básicamente las emisiones son de CO₂.

Las emisiones de NO_x y SO₂ son insignificantes, no contribuyendo por tanto a la formación de lluvia acida. Dependiendo estos efluentes gaseosos del tipo de combustible que se queme en la turbina de gas.

III.1 Ciclo combinado a Condensación.

Una variante del ciclo combinado de contrapresión clásico, es el ciclo combinado a condensación que se realiza en procesos estrictamente cogenerativos, se basa en una gran capacidad de regulación de demandas de vapor muy variables, el proceso clásico de regulación de una planta de cogeneración consiste en evacuar gases a través del bay-pass cuando la demanda de vapor es menor a la producción y utilizar la post-combustión cuando sucede lo contrario.

Bajando sensiblemente su potencia, no se consigue su adaptación a la demanda de vapor, debido a una importante bajada en el rendimiento de recuperación, ya que los gases de escape mantienen prácticamente su caudal y bajan su

2.3.4 ESQUEMAS CON MOTOR ALTERNATIVO.

Suelen denominarse sistemas de energía total, dado que se aprovecha el calor de todos los fluidos emitidos por el motor

El motor alternativo genera la mayor cantidad de energía eléctrica por unidad de combustible consumido, del 34 al 41%, aunque los gases residuales son a baja temperatura, entre 200 y 250 °C. Sin embargo, en aquellos procesos en los que se puede adaptar, la eficiencia de cogeneración alcanza valores similares a los de las turbinas de gas (85%). Con los gases residuales se puede producir vapor de baja presión (de 10 a 15 kg/cm²) o agua caliente de 80 a 100 °C.

Aunque conceptualmente el sistema no difiere mucho del basado en turbinas de gas, existen sin embargo diferencias importantes. Con los motores alternativos se obtienen rendimientos eléctricos más elevados pero, por otra parte, con una mayor dificultad de aprovechamiento de la energía térmica ya que posee un nivel térmico muy inferior, y además se encuentra más repartida (gases de escape y circuitos de refrigeración del motor).

Estos sistemas presentan una mayor flexibilidad de funcionamiento, lo que permite responder de manera casi inmediata a las variaciones de potencia, sin que ello conlleve un gran incremento en el consumo específico del motor.

Para usos de cogeneración se emplean motores de combustión interna alternativos, funcionando con el ciclo Otto (MEP) o Diesel (MEC) de cuatro tiempos.

Estos motores pueden alimentarse con diversos tipos de energía primaria ya sean de origen líquido como gasóleos, fuelóleos (pesados o ligeros) o de origen gaseoso como gas natural, gases licuados del petróleo, etc. Eligiéndose el tipo de combustible según la disponibilidad del mismo.

El rendimiento varía mucho con el tamaño, tipo de ciclo y combustible. Los Diesel lentos modernos pueden alcanzar rendimientos del 51%, mientras que los motores de gas no sobrepasan el 35%, debido a que su relación de compresión es menor para evitar la detonación.

La relación calor/electricidad de este tipo de sistema está comprendida entre 1,2 y 1,8.

Recuperación de calor:

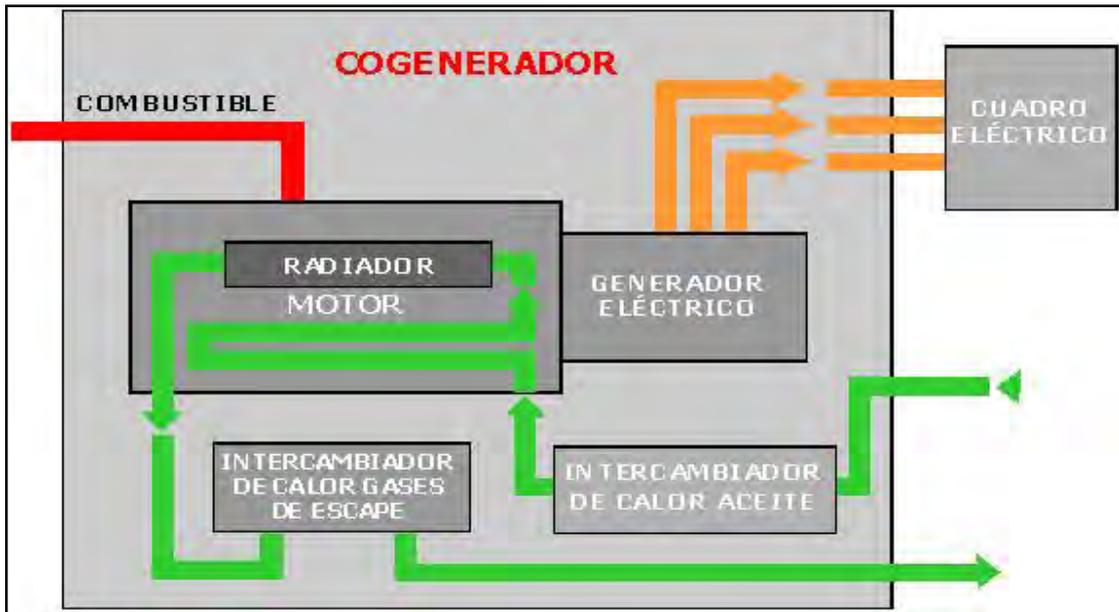
Gases de Escape	40%	400-600°C
Agua de Refrigeración	50%	80-90°C
Aceite de Refrigeración	10%	90-120°C

1.- Ventajas de Cogeneración con motor alternativo.

- ◆ Son los motores térmicos con mejor rendimiento de conversión de energía térmica a mecánica.
- ◆ Gran variedad de combustibles que pueden utilizar.
- ◆ Tecnología sencilla y bastante fiable por llevar mucho tiempo en el mercado. Abundancia de técnicos de mantenimiento.
- ◆ Flexibilidad de funcionamiento, lo que les permite responder de manera casi instantánea a las variaciones de potencia, sin que ello conlleve un gran incremento en el consumo específico del motor. Esto los capacita para trabajar de manera continua, separadamente de la red eléctrica variable, o bien funcionar en paralelo con la red eléctrica, modulando su potencia de manera que no se llegue nunca a exportar energía eléctrica a la red.
- ◆ Fácilmente ampliables, pues son equipos modulares que pueden trabajar en paralelo, entrando en funcionamiento de forma escalonada según la demanda vaya aumentando o viceversa.
- ◆ No hay necesidad de almacenar combustible si se utiliza como energía primaria el gas natural, puesto que este se sirve a través de la red.
- ◆ La instalación de grupos de emergencia (grupos electrógenos) no se hace necesaria.

2.- Desventajas de Cogeneración con motor alternativo.

- ◆ Vida corta 45000-60000 h
- ◆ Recuperación de calor a tres niveles y a baja temperatura.
- ◆ Mantenimiento frecuentemente, por estar sometida a un desgaste mayor.



Esquema 2- 6 Sistema con motor alternativo. CONUEE (Antes CONAE) Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la energía.

3.- Aplicaciones:

- Producción de vapor hasta 15 bar con el calor de los gases de escape, y producción de agua caliente a 85-90°C con el calor del agua de refrigeración del motor.
- Producción de agua caliente primero, con el calor de refrigeración del motor a 85-90°C, y agua sobrecalentada después, aumentando el nivel térmico del agua caliente hasta 100°C mediante el calor de los gases de escape.
- Agua caliente sanitaria a 40-45°C, mediante el agua de refrigeración del aceite del motor.
- Uso directo de gases (secado...).
- Generación de aire caliente. Todas las energías residuales del motor pueden ser aprovechadas mediante los dispositivos de intercambio adecuados para la generación de aire caliente.

4.- Diferencias Diesel –Gas Natural.

Diesel.

- ◆ Los motores diesel presentan un régimen de revoluciones entre 400 y 1200 rpm, con potencias entre 1 y 20 Mw.
- ◆ El rendimiento térmico puede alcanzar hasta el 51% en motores grandes.
- ◆ Presentan un variado número de cilindradas (4, 6, 8, 9 en línea ó 12,16,18 n V).

- ◆ Pueden funcionar con gasóleo y fuelóleo de alta o baja densidad o incluso con GLP.
- ◆ El sistema de refrigeración esta dividido en dos circuitos uno de alta temperatura 85-95°C (refrigeración de la camisa de la 1ª etapa del intercooling) y otra de baja 35-30°C (refrigeración del aceite y de la 2ª etapa de intercooling).
- ◆ El funcionamiento con fuelóleo de alta densidad necesita de una planta de tratamiento del combustible, para librarlo de partículas solidas, impurezas y agua, y alcanzar el grado de viscosidad adecuado.

Gas Natural.

- ◆ Los motores a gas natural presentan eficiencias menores (35-38%), por lo que se emplean en plantas de cogeneración entre 4 y 5 Mw como máximo, en base a unidades en paralelo.
- ◆ Su gama de potencias comprende desde los 0,4 Mw hasta 3 Mw como máximo.
- ◆ Las plantas a gas natural son mas sencillas por tener un único circuito de refrigeración (70-.80°C) y no necesitar tratamiento del combustible.

2.3.5 ESQUEMAS CON MICROTURBINAS

Las Microturbinas son equipos que por sus características son capaces de generar grandes cantidades de energía tanto eléctrica como térmica, ya que al trabajar a altos regímenes de revoluciones por minuto y el ir acoplados directamente sin reductor a generadores eléctricos se minimizan las perdidas mecánicas aumentando por lo tanto la eficiencia del sistema.

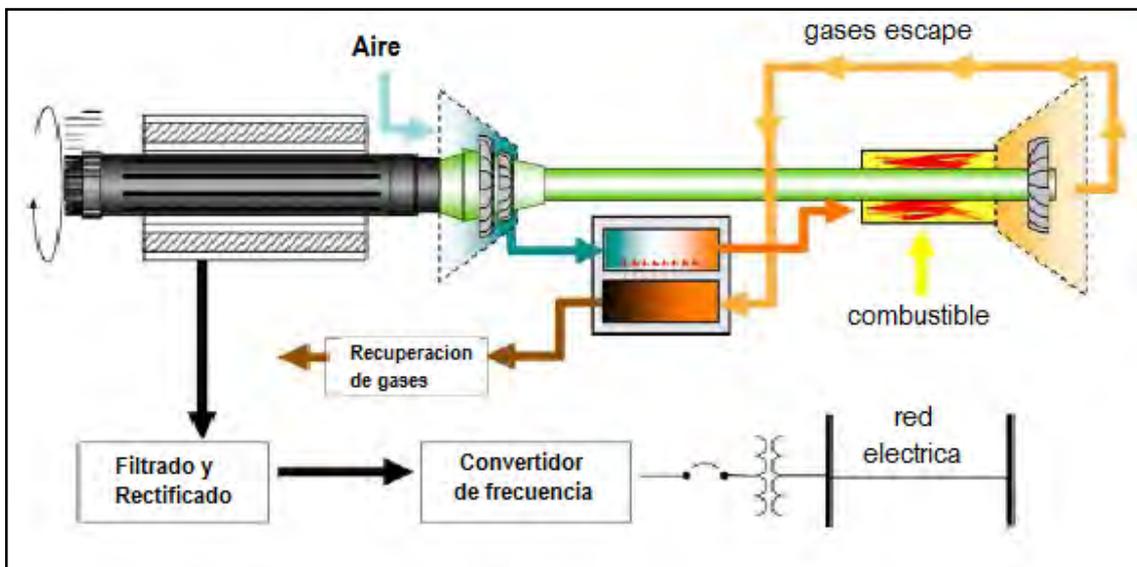
El aprovechamiento de la energía eléctrica a la vez que la térmica o su transformación a frigorífica permite obtener eficiencias globales del 90% lo que las hace especialmente interesantes, no solo por la alta eficiencia energética, sino también por su rápido retorno de la inversión. Las Microturbinas por lo tanto, son la base de los micro-cogeneradores que son equipos de cogeneración de baja potencia, con los cuales se puede generar energía eléctrica, producir agua caliente, vapor o refrigeración activa térmicamente.

Las microturbinas destacan por la gran cantidad de energía que generan en relación a su tamaño, las bajas emisiones en CO₂ y NO_x y la diversidad de combustibles que pueden utilizar, pudiendo ser tanto líquidos como gaseosos, (renovables algunos de ellos como el Biogás o el Biodiesel) lo que les permite ser una fuente de energía polivalente, adaptable a las facilidades de suministro de combustibles y capaces de cubrir necesidades tanto de generación continua como discontinua.

Consideradas Microturbinas hasta potencias de 500 Kw son diversos los rangos de trabajo, pudiendo ser unidades individuales o grupos de microturbinas conectadas entre si y en paralelo.

Una Microturbina se caracteriza por lo siguiente:

- ◆ Tienen su origen en tecnología aeronáutica.
- ◆ Se caracterizan por trabajar a muy altas revoluciones: 90.000 rpm.
- ◆ Existen dos tecnologías, MT radiales y MT axiales.
- ◆ Tienen muy pocos elementos en movimiento lo que simplifica el mantenimiento y la durabilidad.
- ◆ Teóricamente pueden utilizar cualquier combustible líquido o gaseoso con poder calorífico



Esquema 2- 7 Sistema de una microturbina. P. Pilavachi. "Mini- and micro-gas turbines for combined heat and power". *Applied Termal Engineering*. Vol. 22. 2002.

1.- Ventajas de la microgeneración.

- ◆ Las ventajas de la generación distribuida son ampliamente conocidas por sus ahorros en pérdidas por transporte y transformación.
- ◆ La microgeneración lleva al límite el concepto de la generación distribuida situándola a nivel de cada punto de consumo y optimizando así el uso de la energía primaria.
- ◆ Este menor consumo de energía primaria redundará en una reducción de la contaminación ambiental.
- ◆ Con los adecuados sistemas de protección, el sistema eléctrico verá descargadas sus líneas al no tener que transportar tanta potencia hasta

los puntos de consumo, mejorando la fiabilidad del suministro eléctrico en la zona.

- ◆ Estas instalaciones pueden actuar con equipos convencionales evitando la implementación de equipos redundantes para garantizar la disponibilidad del servicio.

Características generales de Micro cogeneración.

- 1.- Equipos de pequeña potencia que integran: planta de potencia + generador eléctrico + sistema de recuperación de calor residual.
- 2.- Proporcionan electricidad en paralelo con la red o en la isla y calor en forma de agua caliente ($t_{\text{salida}} = 50-95^{\circ}\text{C}$)
- 3.- Suelen presentarse en un encapsulado preparado para absorber los ruidos y las vibraciones producidas.
- 4.- Incorporan un sistema de supervisión y control electrónico que garantiza una operación segura, fiable y eficiente sin intervenciones del usuario.
- 5.- Tecnologías (motor de explosión, micro turbina, pila de combustible, turbinas de vapor)

2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA SISTEMA DE COGENERACIÓN.

Sistema	Ventajas	Desventajas
Turbina de Gas	Alta seguridad de operación Alta temperatura de la energía térmica producida Tiempo corto de arranque del sistema Mínimo requerimiento de espacio Eficiencia global del sistema 85% Eficiencia de conversión a energía térmica 55% Eficiencia de conversión a energía eléctrica 30% Capacidades desde 500 kW a 265000 kW	Baja eficiencia en carga parcial Alto costo de inversión Limitación en cuanto al combustible empleado.
Turbina de vapor	Alta seguridad de operación Larga vida útil (25 años) Posibilidades de emplear todo tipo de combustibles. Eficiencia global del sistema 90% Capacidades de 500 Kw hasta 100000 kW o más	Tiempo de arranque muy lento Baja relación de energía eléctrica/energía térmica (15%)
Ciclo combinado	Alta producción de electricidad Elevada eficiencia térmica Operación flexible	Limitante en cuanto al empleo de combustible Alto costo de inversión

Motor reciprocante	Alta eficiencia a baja carga Bajo costo de inversión Vida útil larga (25 años) Requiere poco espacio para su instalación Eficiencia global del sistema 70% Capacidades desde 15 kW a mayores de 20000 kW	Altos costos de mantenimiento Baja temperatura de la energía térmica producida. Dispersidad de la energía térmica recuperable (gases, agua y aceite)
-----------------------	---	---

Tabla 2- 3 Ventajas y desventajas de cada Sistema de Cogeneración. .Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) "Diagnósticos Energéticos".

A continuación se dan las relaciones E/C (energía eléctrica/energía calorífica) de los principales sectores industriales.

Sector	Relación (E/C) energía eléctrica/energía calorífica)
Minería Carbón	1.3
Metalurgia no férrea	1.4
Automóvil	1.1
Madera	1.5
Caucho	0.6
Cemento Cal Yeso	0.1
Ladrillos	0.1
Vidrio	0.1
Petroquímica	0.1
Cerámica	0.2
Química	0.4
Alimentos	0.3
Textil	0.5
Pasta Papel	0.4
Siderurgia fundición	0.3

Tabla 2- 4 Relación entre energía eléctrica y energía térmica en los principales sectores industriales Comisión Reguladora de Energía

De esta manera las industrias quedan divididas en:

	Uso predominante del calor ($E/C < 0.1$) utilizan el calor directamente
	Uso predominante de la electricidad ($E/C > 0.5$) puesto que tienen pocas necesidades térmicas son las más complicadas para su viabilidad desde el punto de vista de la cogeneración
	Relación (E/C) equilibrada ($0.5 < E/C < 0.1$) en cuyas industrias son de mayor interés.

Opciones de sistemas de cogeneración para las diferentes industrias

Sector	Tipo de Sistema					
	T.G Ciclo Simple	T.G Secado	T.V Contrapresión	Ciclo combinado	Motor Alt. Secado	Motor Alt. Recuperación
Papel / Cartón	x		x	x		
Cerámica		x			x	
Alimentos	x		x			x
Textil	x					x
Químico	x		x	x		x
Automoción	x			x		
Madera	x	x				
Petro- químico	x					
Compañías Eléctricas	x			x		
Calefacción	x			x		x
Depuradoras						x
Terciario	x					x

Tabla 2- 5 Opciones de sistemas de Cogeneración para las diferentes industrias. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) “Diagnósticos Energéticos”,

2.5 CONSIDERACIONES PARA LA VIABILIDAD DE UN PROYECTO DE COGENERACIÓN.

Para poder definir la solución más económica que se apegue a las necesidades de una fabrica o proceso especifico, se deben considerar los siguientes aspectos:

1.- Tipo de Combustible

El carbón será el combustible más barato, sin embargo su aplicación en plantas de cogeneración no se justifica por el alto costo de inversión en los sistemas de transporte, ceniza y limpieza de los gases.

El combustóleo es altamente utilizado en calderas convencionales. Sin embargo su alto contenido de azufre y vanadio, lo hace fuertemente corrosivo y contaminante, requiriendo de un sistema de limpieza de gases muy costoso para cumplir con la ley de protección al medio ambiente.

El diesel es un combustible menos contaminante que el combustóleo pero sumamente caro.

El gas natural tiene la ventaja de ser un combustible muy limpio cuyos gases no requieren de una limpieza muy especial. Es el combustible ideal para turbinas de gas, pero se usa cada vez más en calderas convencionales.

2.- Relación Calor/ Electricidad

Las diferentes industrias tienen requerimientos específicos de vapor y energía eléctrica. Normalmente la disponibilidad continua de vapor de proceso tiene absoluta prioridad. Con la apertura del sector eléctrico, la autogeneración se puede manejar con mas flexibilidad, visto que la energía sobrante o faltante se puede vender o conseguir a través de la Comisión Federal de Electricidad.

3.- Variación en el Consumo de vapor.

Cualquier tipo de caldera, recuperador o intercambiador de calor requiere de un cierto tiempo para satisfacer cambios en la demanda de vapor o agua caliente, mientras que las turbinas de vapor, responden inmediatamente a variaciones en el flujo, esto significa que, en caso de procesos que impliquen variaciones rápidas en el consumo de vapor, se recomienda, el uso de turbinas de vapor con extracción y condensación en forma directa o integradas en un ciclo combinado.

Esta solución requiere que las calderas generen una cantidad mayor que la demanda del proceso. El vapor va a condensación y la electricidad excedente a la red pública.

4.- Agua de Enfriamiento.

En zonas con escasez de agua, donde se deben considerar sistemas de enfriamiento tipo seco, la turbina de gas tiene claras ventajas frente a la turbina de vapor, primordialmente en las de tipo condensación, ya que la expansión de las turbinas se ve altamente afectada por la presión de descarga, siendo esta última dependiente de la temperatura a la cual se rechaza el calor.

5.- Disponibilidad.

La mayoría de los procesos industriales requieren de una disponibilidad ininterrumpida de vapor de proceso y electricidad. Las plantas de cogeneración pueden satisfacer este requisito si su concepto se define en forma adecuada. Para lograr esto hay que considerar la disponibilidad esperada de cada componente y prever los respaldos correspondientes.

6.- Costo de inversión.

Dependiendo de la tecnología asociada, el costo de inversión puede llegar a variar hasta en un 200%. Sin embargo, las condiciones demandadas por el proceso serán las que definan primordialmente el tipo de tecnología y, dentro de estas, se deberá adquirir aquella que requiera menor inversión.

7.- Protección Ambiental.

Los límites de emisiones establecidos para la protección ambiental son de suma importancia en la evaluación de un proyecto, por su impacto en los costos de inversión y operación de las plantas de cogeneración.

8.- Situación Geográfica.

Por razones técnicas y económicas, las plantas de cogeneración deberán instalarse lo más cercano posible al consumidor de vapor de proceso. Los factores ambientales más importantes son: altura sobre el nivel del mar y temperatura ambiente.

CAPÍTULO 3 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Un diagnóstico energético emplea un conjunto de técnicas que permite determinar el grado con el que se utiliza la energía y se enfoca en el área térmica o eléctrica. El diagnóstico energético la administración rentable para un mejor ahorro de energía.

3.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA.

La eficiencia energética está relacionada con la cantidad de producto que se obtiene de un proceso por unidad de energía y se define como el conjunto de actividades encaminadas a reducir (u optimizar) el consumo de energía en términos unitarios, manteniendo el nivel de los servicios prestados. Según lo anterior un proceso puede compararse con otro, en materia de eficiencia, comparando índices de consumo

La Eficiencia Energética se puede medir en una parte de una máquina, en la máquina completa, en el proceso que tiene esa máquina o en el conjunto de procesos integrados. La medición de la eficiencia energética empieza a dificultarse en el caso de presentarse procesos o máquinas con más de dos insumos o productos, al igual que en el caso de presentarse agregaciones de procesos. La medición de la eficiencia energética de un proceso se convierte por lo tanto en una actividad compleja dependiendo de los insumos y de los procesos asociados.

La eficiencia energética depende de tres variables las cuales son:

1. **La eficiencia propia de la máquina:** una máquina tiene una capacidad de conversión asociada con la transformación de la energía: puede ser tan eficiente como un transformador eléctrico (80 – 90% o más) o tan poco eficiente como la producción de luz en una bombilla incandescente (5-10%).

2. **El insumo energético:** En este caso la eficiencia final del proceso energético depende del tipo de insumo, es el caso de procesos térmicos como la cocción de alimentos, donde la eficiencia cambiará si se usa electricidad o gas combustible. Otro ejemplo es un quemador dual de fuel oil y gas natural; dependiendo del uso final cada uno de los combustibles significará mayor eficiencia de acuerdo con la rapidez o efectividad que se requiera de la combustión.

3. **El hábito o costumbre:** En el caso de industrias, este término se conoce y se confunde con el protocolo de utilización, manual, norma etc., y en general no es más que la forma en que interpretamos el cómo debe utilizarse un equipo o proceso. Es común que en la industria se tengan, de forma consciente o inconsciente, procesos ineficientes. Esto responde a que no es habitual realizar análisis en la búsqueda de mecanismos para operar de forma eficiente, desde el punto de vista energético las plantas. Por otra parte existen tendencias en el uso de energía que los humanos repetimos sin explicación, esto se convierte inevitablemente en pérdidas energéticas. El ejemplo más sencillo de este tipo de comportamientos son los hábitos “ineficientes” en el hogar como encender lámparas inútiles o sin presencia de personas, usar la lavadora con mediana carga y muchos más. Este tipo de comportamientos en la industria es habitual. Después de un diagnóstico más o menos sencillo se pueden encontrar procesos en los cuales se producen pérdidas energéticas sin tener respuesta: caso de calderas y procesos en vacío, errores en la operación y diseño de sistemas de climatización e iluminación entre otros.

El sector industrial consume energía en diversas formas por lo que se deben buscar altos niveles de eficiencia energética. El uso eficiente de energía permite consumir menos energía, disponer de más potencial de utilización, generar menor cantidad de desperdicios de energía y bajos niveles de contaminación.

Principales lineamientos aplicados en la Eficiencia Energética

- ◆ Reducir pérdidas de calor en sistemas de distribución de vapor.
- ◆ Recuperar calores residuales, para volverlos a utilizar en alguna etapa del proceso productivo.
- ◆ Usar el equipo eficiente a máxima capacidad y el menos eficiente solamente cuando sea necesario.
- ◆ Reducir los tiempos de residencia y proceso en hornos o reactores.
- ◆ Evitar demandas máximas eléctricas mediante una buena planificación.
- ◆ Usar hornos de mayor capacidad en vez de varios pequeños.
- ◆ Utilizar unidades de proceso a su mayor capacidad.
- ◆ Utilizar el calor de desecho.
- ◆ Aumentar el uso de material reciclado.
- ◆ Evitar el enfriamiento de materiales que deberán posteriormente ser recalentados.
- ◆ Eliminar equipos obsoletos.
- ◆ Reducir la cantidad de desechos en el proceso.
- ◆ Transformar operaciones tipo batch a continuas.
- ◆ Considerar la reducción de presión de vapor para generar electricidad.
- ◆ Considerar la eficiencia energética de los nuevos equipos a comprar.

ACCIONES EN EFICIENCIA ENERGETICA

LADO OFERTA	LADO DEMANDA
+Repotenciación de centrales eléctricas	+Manejo de demanda
+Nuevas tecnologías de generación	+Conservación de energía
+Programas de control de pérdidas	+Mejores hábitos de uso de energía
+Fuentes alternas	+Nuevas tecnologías de uso final

Tabla 3- 1 Acciones en eficiencia energética

Ahorros que pueden obtenerse a través de de la eficiencia energética por ejemplo:

En alumbrado publico	50.5%
En bombeo de agua	44.3%
En oficinas y locales	36.9%
En industria	15 al 50%
En comercio	20 al 37%

La tecnología de cambio de combustible se utilizó como una alternativa para reducir costos, manteniendo inalterable el flujo de calor o superando este requerimiento en algunos casos.

Hasta antes de las obligaciones del protocolo de Kioto el tema del cambio de combustible era netamente buscando la ventaja económica, procurando no alterar el producto final.

Las emisiones producidas en los gases de combustión eran consideradas sólo cuando generaban daños al entorno.

Para aplicar la Eficiencia Energética en la industria se realiza la siguiente metodología:

- I.Descripción detallada general de la industria, colección de datos.
- II.Evaluación detallada de los costos de energía y materiales y su consumo en la industria.
- III.¿Cómo efectuar un balance de energía y de sus productos?
- IV.Justificación de los potenciales de ahorro energético
- V.Factibilidad técnica y económica
- VI.Información de la toma de decisiones por la gerencia
- VII.Formulación de planes de ingeniería y su puesta en marcha
- VIII.Manejo de la energía, monitoreo, medición, seguir a partir del (III) en forma continua

Los diversos tipos de energía que demanda una planta industrial, generalmente se asocian a una tecnología particular para cada una.

El concepto de uso integrado de energía se basa en aprovechar energía residual de un sistema, para integrarlo a otro sistema o bien generar conjunta y simultáneamente diferentes tipos de energía que pueden ser aprovechados al mismo tiempo.

Los proyectos de eficiencia energética pueden aplicar al mecanismo de desarrollo limpio porque reducen el consumo de combustibles.

CAMBIO DE COMBUSTIBLE.

La tendencia para el cambio de combustible era recomendar y utilizar los combustibles más baratos que coincidentemente eran los derivados del petróleo más pesados (mayor contenido de carbono)

Petróleo Diesel 2 ⇒ Residual 5 ⇒ Residual 6 ⇒ Residual 500

En la actualidad considerando la reducción de emisiones al ambiente, la tendencia del cambio de combustibles es al revés

Residual 500 ⇒ Residual 6 ⇒ Residual 5 ⇒ Petróleo Diesel 2

Realizar una combustión completa con el mínimo exceso de aire compatible con el combustible usado (mayor energía)

El uso de buenos quemadores que para el gas requiere menos del 5% de exceso de aire, ha significado ahorros de entre el 5 y 30%. En el quemador ingresa aire más el combustible formando una mezcla gaseosa, debido a la temperatura se enciende, generando calor y gases de combustión.

La combustión será eficiente dependiendo de la relación aire combustible durante la mezcla, esto mismo determinara la cantidad de CO₂ que se producirá en dicha combustión

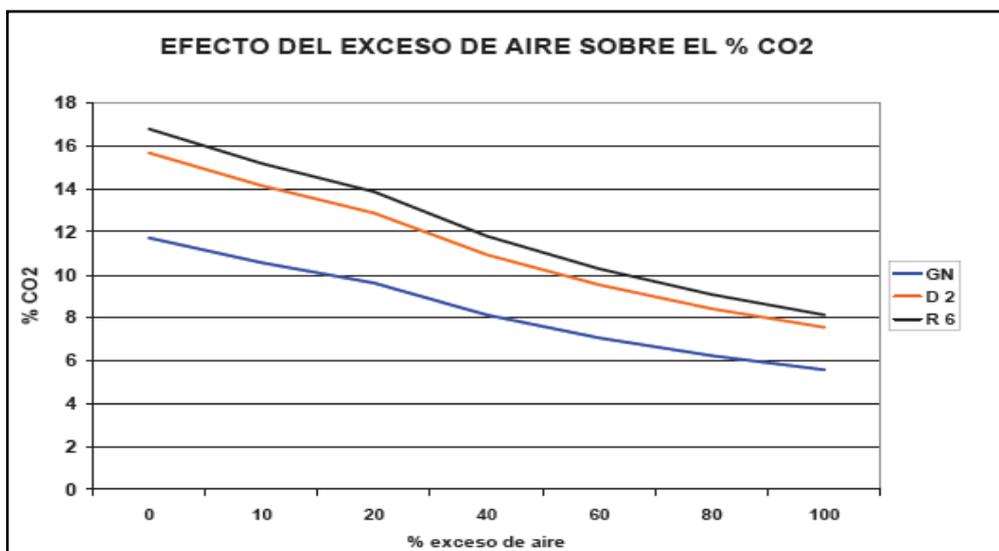


Ilustración 3- 1 Efecto del exceso de aire sobre el % CO₂

Fuente: artículo “Descripción de tecnologías y aplicación en eficiencia energética, cambio de combustibles y cogeneración 18 Febrero, 2008”

3.1.1 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.

Durante los últimos años, las organizaciones han visto como la energía ha pasado de representar un factor marginal en su estructura de costos a ser capítulo importante en la misma. Debido al incremento paulatino en su precio, han tenido que afrontar el reto de disminuir la participación de la energía en los costos, o por lo menos mantener su nivel. Para ello es preciso conocer claramente el tipo y la cantidad de energía que se utiliza en cada uno de los procesos que conforman la operación industrial y determinar las acciones pertinentes para abaratar los costos de producción por concepto de energía, sin afectar la calidad ni la cantidad de producción.

El uso indiscriminado de la energía y el tan buscado confort energético han llevado a nuestro planeta a la complicada situación actual

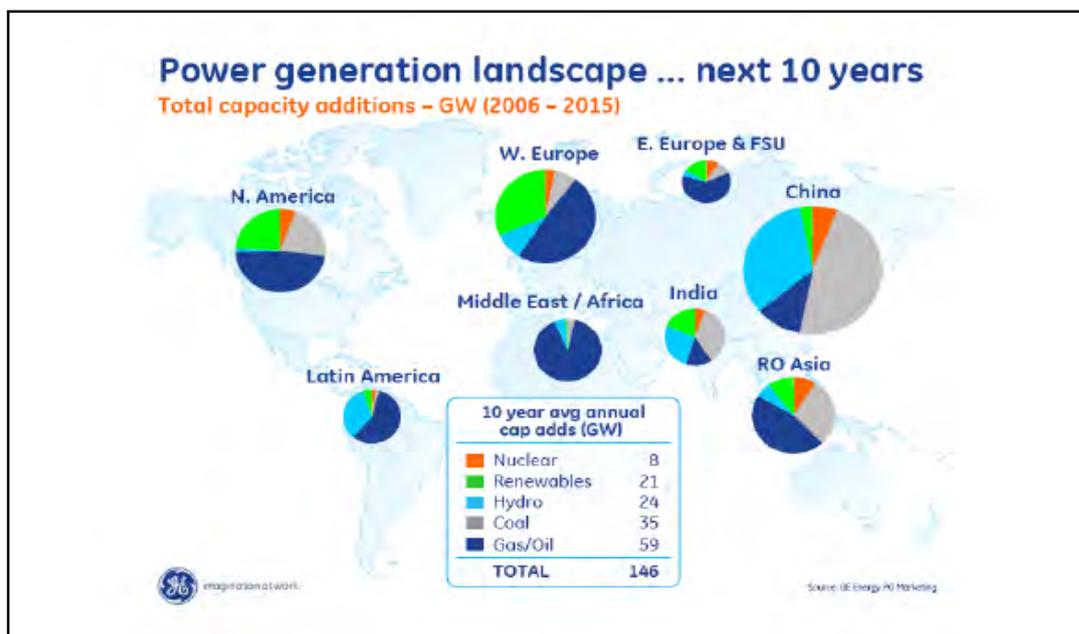


Ilustración 3- 2 Perspectiva de incremento de generación mundial (GE Energy PG)

Consumo primario de energía por tipo de fuente para el año 2006

Energético	México (%)	Mundo (%)
Fósiles	88.4	80.9
Carbón	5.5	26.0
Crudo	45.2	34.3
Gas	37.7	20.5
No fósiles	11.6	19.1
Nuclear	1.7	6.2
Hidráulica	4.2	2.2
Biomasa	4.8	10.1
Otros renovables	0.9	0.6

Tabla 3- 2 Consumo primario de energía por tipo de fuente

Fuente: World Energy Outlook 2008 y Balance nacional de energía 2007

Para lograr lo anterior es necesario implementar u operar un programa de ahorro de energía cuya estrategia central es el ahorro y uso eficiente de la energía.

En la industria, un proceso de transformación físico y / o químico requiere de los siguientes recursos:

- ◆ Materia prima
- ◆ Energía
- ◆ Agua
- ◆ Aire
- ◆ Equipo
- ◆ Tecnología
- ◆ Mano de obra

De los recursos anteriores, la energía, proviene de reservas fósiles orgánicos localizados en el subsuelo. Para la generación de energía eléctrica, se requiere de grandes cantidades de combustibles fósiles, cómo:

- ◆ Gas natural

- ◆ Combustóleo
- ◆ Carbón (antracita o bituminoso)
- ◆ Carbón del petróleo

En las últimas dos décadas, la demanda de energía eléctrica se ha incrementado en forma exponencial, a tal grado que la demanda está provocando efectos que afectan a la sociedad y a la industria, cómo:

- ◆ 1.- Extracción de más combustible fósil del subsuelo
- ◆ 2.- Escasez de los combustibles fósiles en corto plazo
- ◆ 3.- Incremento en el costo de la energía eléctrica
- ◆ 4.- Mayor contaminación atmosférica.

Para ello es necesario reforzar las medidas de ahorro y el uso eficiente de dichos potenciales energéticos, de forma tal que en alguna medida se compensen los gastos que de su utilización se derivan.

Durante el proceso de administración de los recursos energéticos se requiere de la aplicación de diversas técnicas que permitan alcanzar la máxima eficiencia en el uso de los energéticos utilizados, en una planta industrial.

Implica el seguimiento de una serie de etapas:

- ◆ Diagnósticos: Establece un análisis histórico del consumo de energía relacionado con los niveles de producción; así como de las condiciones de diseño y operación de los equipos y las características de los procesos y tecnologías utilizadas. Con base a este estudio, se fijan los objetivos y metas a seguir en función de los potenciales de ahorro descubiertos y se investigan las diversas alternativas para alcanzarlos.
- ◆ Planeación: Consiste en elegir la alternativa concreta de acción a seguir, las políticas en materia de energía, el tiempo de ejecución, el logro de objetivos, además de determinar el monto de recursos financieros para la aplicación del programa.
- ◆ Organización: En esta etapa se define la estructura que permite instrumentar el programa establecido. Para ello es necesario especificar las funciones, jerarquías y obligaciones de todos los grupos e individuos que participan en el Programa de Ahorro de Energía.
- ◆ Integración: Consiste en elegir a la persona o grupos de personas que van a ser los responsables de la ejecución del programa; así como la adquisición de la instrumentación y el equipo necesario para realizar el diagnóstico y monitorear los avances del programa.
- ◆ Dirección: Delega la autoridad necesaria responsable del programa y especifica su tramo de control y coordinación.
- ◆ Control: Se establecen normas de consumo de energía, de mantenimiento y de operación, así como el método que permita dar seguimiento permanente al programa.

En resumen, un programa de ahorro de energía, implica un compromiso y una organización permanente a largo plazo, que se integra a la administración diaria

de la empresa y que sienta las bases y desarrolla un plan de acción para un Diagnóstico Energético mientras que este representa una intervención temporal que identifica los ahorros potenciales.

3.2 DEFINICIÓN DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.

Es la aplicación de un conjunto de técnicas que permiten determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía. Consiste en el estudio de todas las formas y fuentes de energía, por medio de un análisis crítico en una instalación consumidora de energía, para así, establecer el punto de partida para la implementación y control de un programa de ahorro de energía, ya que se determina dónde y cómo es utilizada la misma, además de especificar cuanta es desperdiciada.

Los Diagnósticos Energéticos se desarrollan generalmente en dos áreas:

Área térmica

- ◆ Eficiencia de combustión en calderas y hornos.
- ◆ Sistemas de distribución de vapor, agua y aire.
- ◆ Aislaciones térmicas.
- ◆ Calefacción y refrigeración de proceso de producción.
- ◆ Recuperación de condensados.
- ◆ Factibilidad de sustitución de combustibles, etc.

Área eléctrica

- ◆ Optimización del factor de potencia.
- ◆ Optimización del factor de utilización de equipos.
- ◆ Análisis de las potencias contratadas con las proveedoras de energía.
- ◆ Análisis de la posibilidad de cambio de suministro de energía.
- ◆ Optimización de los sistemas de iluminación.
- ◆ Relevamiento de la potencia instalada, etc.

3.2.1 OBJETIVOS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO:

El objetivo final es la identificación de medidas técnicas y administrativas rentables para el ahorro de energía en toda la empresa. Para llegar a ese objetivo, deben emplearse las siguientes metas:

- ◆ El análisis preliminar de datos sobre consumos, costos de energía y de producción para mejorar el entendimiento de los factores que contribuyen a la variación de los índices energéticos de la planta.
- ◆ Obtener el balance energético global de la planta, así como balances energéticos de los equipos y líneas de producción intensivas en consumos de energía para su cuantificación.

- ◆ Identificar las áreas de oportunidad que ofrecen potencial de ahorro de energía.
- ◆ Determinar y evaluar económicamente los volúmenes de ahorro alcanzables y las medidas técnicamente aplicables para lograrlo.
- ◆ Analizar las relaciones entre los costos y los beneficios de las diferentes oportunidades dentro del contexto financiero y gerencial de la empresa, para poder priorizar su implementación.
- ◆ Desarrollar un plan de acción para la realización de todos los proyectos de ahorro de energía, incluyendo fechas, metas y responsabilidades; tal plan permitirá dar continuidad al programa de ahorro de energía de la empresa.

3.2.2 ASPECTOS A DIAGNOSTICAR:

A) Operativo.

- ◆ Inventario de equipo consumidor de energía
- ◆ Inventario de equipo generador de energía.
- ◆ Detección y evaluación de fugas y desperdicios.
- ◆ Análisis del tipo y frecuencia del mantenimiento.
- ◆ Inventario de instrumentación.
- ◆ Posibilidades de sustitución de equipos.

B) Económicos.

- ◆ Precios actuales y posibles cambios de los precios de los energéticos.
- ◆ Costos energéticos y su impacto en costos totales.
- ◆ Estimación económica de desperdicios.
- ◆ Consumos específicos de energía.
- ◆ Elasticidad producto del consumo de energía.
- ◆ Evaluación económica de medidas de ahorro.
- ◆ Relación beneficio-costado de medidas para eliminar desperdicios.
- ◆ Precio de energía eléctrica comprada (\$/kW.h).

C) Energéticos

- ◆ Formas y fuentes de energía.
- ◆ Posibilidades de sustitución de energéticos.
- ◆ Volúmenes consumidos
- ◆ Estructura del consumo.
- ◆ Balance en materia y energía.
- ◆ Diagramas unifilares.
- ◆ Posibilidad de autogeneración y cogeneración.

3.2.3 ANÁLISIS ENERGÉTICO.

Indicadores Energéticos.

En las labores de gestión energética dentro de una empresa, uno de los primeros pasos que generalmente se debe llevar a cabo es la conformación de una base de datos compuesta básicamente por cifras sobre producción y consumos de energía; es parte de la necesidad de conocer con mayor precisión la eficiencia energética con la que opera la empresa y se hace indispensable relacionar el consumo de energía con la producción, en un mismo periodo de tiempo, el cual casi siempre es mensual en virtud de que la facturación energética así se presenta. Es indudable que para una primera aproximación en la determinación de las eficiencias, esta relación es de suma utilidad, pero es necesario sacarle mayor provecho como herramienta de análisis.

Análisis Estadístico.

En el análisis de consumo de energía y el nivel de producción, dentro de un proceso de gestión energética, el paso inicial, es la elaboración de graficas que relacionen los dos parámetros sobre datos registrados en un periodo de tiempo. Aquí se tomarán las cifras reales de una línea de producción (toneladas de producto).

3.3 DIAGNÓSTICO DE PRIMER NIVEL.

Mediante los diagnósticos energéticos de primer nivel se detectan medidas de ahorro cuya aplicación es inmediata y con inversiones marginales. Consiste en la inspección visual del estado de conservación de las instalaciones, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento que rutinariamente se llevan en cada instalación; así como, el análisis de información estadística de consumos y pagos por concepto de energía eléctrica y combustibles.

Al realizar este tipo de diagnóstico se deben considerar los detalles detectados visualmente y que se consideren como desperdicios de energía, tales como falta de aislamiento o purgas; asimismo se deben detectar y cuantificar los costos y posibles ahorros producto de la administración de la demanda de energía eléctrica y corrección del factor de potencia. Cabe recalcar que en este tipo de estudios no se pretende efectuar un análisis exhaustivo del uso de la energía, sino precisar medidas de aplicación inmediata.

1.- Aspectos Políticos.

- ◆ Tarifas eléctricas.
- ◆ Políticas de precios de los energéticos.
- ◆ Políticas de comercialización de energéticos

- ◆ Programa nacional de energéticos
- ◆ Legislación en materia de autogeneración y cogeneración.

2.- Información requerida para el diagnostico.

Operativa

- ◆ Manuales de operación de equipos consumidores de energía.
- ◆ Manuales de operación de equipos generadores de energía.
- ◆ Reportes periódicos de mantenimiento.

Energética

- ◆ Balances de materia y energía.
- ◆ Serie de consumo histórico de energía.
- ◆ Información sobre fuentes alternas de energía.
- ◆ Planos unifilares actualizados.

Economía

- ◆ Serie estadística de producción.
- ◆ Serie estadística de ventas.
- ◆ Costos de producción.

Política

- ◆ Catálogo de precio de productos elaborados por PEMEX.
- ◆ Tarifas eléctricas.
- ◆ Normalización del consumo de electricidad.
- ◆ Relación reservas-producción de hidrocarburos.
- ◆ Disposición de fuentes energéticas no provenientes de los hidrocarburos.

3.3.1 METODOLOGÍA DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.

* Diagnóstico de Primer Nivel

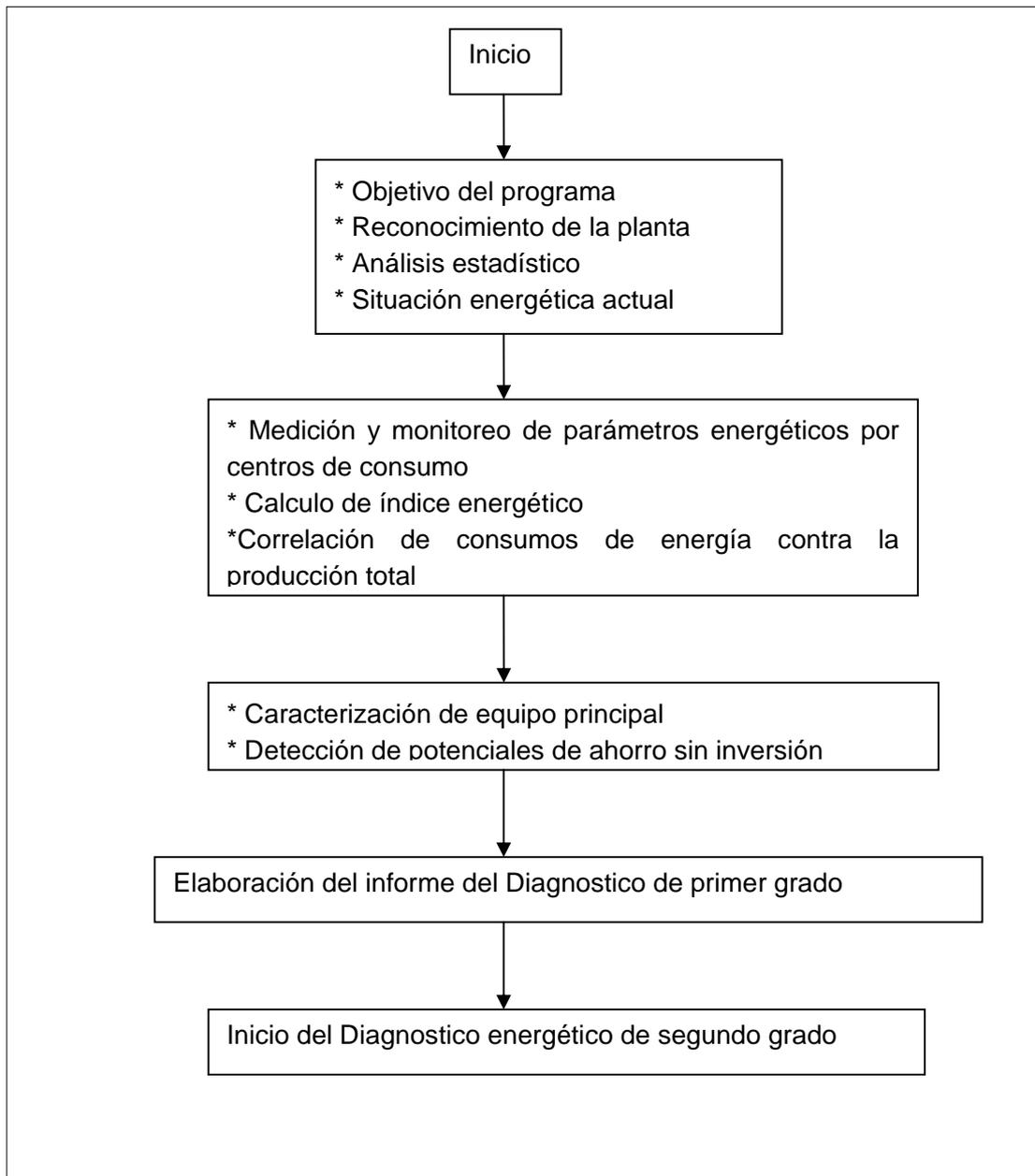


Ilustración 3- 3 Diagnostico de primer nivel

Fuente:

<http://www.waterymex.org/contenidos/rtecnicos/Diagnosticos%20para%20agua%20y%20energia/CURSO%20BASICO%20DE%20AHORRO%20DE%20ENERGIA%20ELECTRICA.pdf>

3.4 DIAGNÓSTICO DE SEGUNDO NIVEL.

Comprende la evaluación de la eficiencia energética en áreas y equipos intensivos en su uso, como son los motores eléctricos y los equipos que éstos accionan, “así” como aquellos para comprensión y bombeo, los que integran el área de servicios auxiliares entre otros. La aplicación de este tipo de diagnósticos requiere de un análisis detallado de los registros históricos de las condiciones de operación de los equipos, lo que incluye la información sobre volúmenes manejados o procesados y consumos específicos de energía. La información obtenida directamente en campo se compara con la de diseño, con objeto de obtener las variaciones de eficiencia.

El primer paso, es detectar las desviaciones entre las condiciones de operación actuales con las del diseño, para así, jerarquizar el orden de análisis de cada equipo proceso. El paso siguiente es conocer el flujo de energía, servicio o producto perdido por el equipo en estudios.

Los balances de materia y energía, los planos unifilares, actualizados, así como la disposición de los índices energéticos reales y de diseño complementan el diagnóstico, ya que permiten establecer claramente la distribución de la energía en las instalaciones, las pérdidas y desperdicios globales y así determinar la eficiencia con la que es utilizada la energía.

Finalmente, se debe evaluar, desde el punto de vista económico, las medidas que se recomienden llevar a cabo, tomando en consideración que se deben pagar con los ahorros que se tengan y en ningún momento deben poner en riesgo la liquidez de la empresa.

Metodología Diagnóstico Segundo Nivel

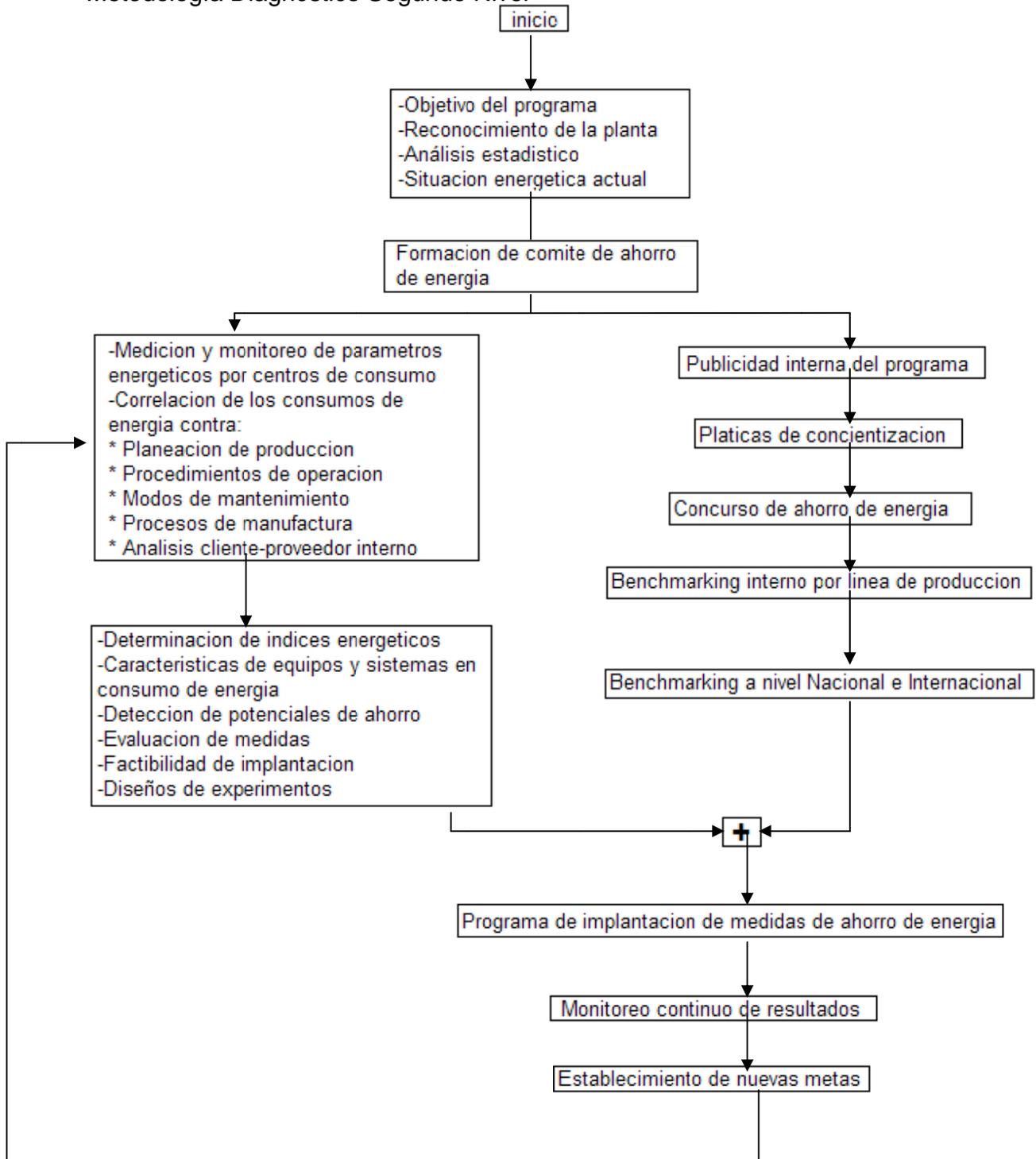


Ilustración 3- 4 Diagnostico de segundo nivel Fuente: <http://www.waterymex.org/contenidos/rtecnicos/Diagnosticos%20para%20agua%20y%20energia/CURSO%20BASICO%20DE%20AHORRO%20DE%20ENERGIA%20ELECTRICA.pdf>

A continuación se presenta una tabla comparativa entre un Diagnóstico de Primer Nivel y un Diagnóstico de Segundo Nivel.

Categoría	Diagnóstico de Primer Nivel	Diagnóstico de Segundo Nivel
Alcance del Diagnostico	Inspección visual; análisis histórico de consumos y mediciones puntuales	Análisis de consumos basados en el balance de materia y energía
Objetivos	Iniciar un programa de ahorro de energía para detectar áreas de oportunidad	Obtener un plan de acción de actividades para asegurar la eficiencia energética.
Trabajo de campo	3 a 10 días	5 a 25 días
Preparación del informe	4 a 10 días	15 a 60 días
Tiempo corrido	3 a 4 semanas	15 a 4 meses
Análisis de calderas	Mediciones de eficiencias	Balance energético detallado
Medición de equipos	Mediciones instantáneas	Registros a través del tiempo
Compromiso de la Planta	Apoyo general	Apoyo y compromiso general
Análisis costo-beneficio	Periodo simple de recuperación	Periodo simple, tasa interna de retorno
Ahorros identificados	10 a 20%	10 a 30% o más
Resultados	Base el programa de ahorro de energía	Plan de medidas de baja y alta inversión

Tabla 3- 3 Comparación entre diagnósticos de primer y segundo nivel

Fuente:

<http://www.waterymex.org/contenidos/rtecnicos/Diagnosticos%20para%20agua%20y%20energia/CURSO%20BASICO%20DE%20AHORRO%20DE%20ENERGIA%20ELECTRICA.pdf>

3.5 DIAGNÓSTICO DE TERCER NIVEL.

Consiste en un análisis exhaustivo de las condiciones de operación y las bases de diseño de una instalación, mediante el uso de equipo especializado de medición y control. Debe realizarse con la participación de especialistas de cada área, auxiliados por el personal de ingeniería.

En estos diagnósticos, es común el uso de técnicas de simulación de procesos, con la finalidad de estudiar diferentes esquemas de interrelación de equipos y procesos. Además de que facilitan la evaluación de los efectos de cambio de condiciones de operación y modificaciones del consumo específico de energía, por lo que se requiere información completa de los flujos de materiales, combustibles, energía eléctrica, así como de las variables de presión, temperatura y las propiedades de las diferentes sustancias o corrientes.

Las recomendaciones derivadas de estos diagnósticos generalmente son de aplicación a mediano plazo e implican modificaciones a los equipos, procesos e incluso de las tecnologías utilizadas.

Además, debido a que las inversiones de evaluación económica debe ser rigurosa, en cuanto al período de recuperación de la inversión.

Algunos de los instrumentos portátiles requeridos para la realización de diagnósticos energéticos de Segundo y Tercer nivel, son los siguientes:

- I. Medidores de velocidad de flujo en tuberías y equipo.
- II. Radiómetros ópticos
- III. Pirómetro digital
- IV. Kilowatt-horímetro
- V. Factoripotenciómetro
- VI. Analizadores de redes
- VII. Tacómetros
- VIII. Medidores de velocidad de aire
- IX. Termómetros
- X. Luxómetros

A) AREAS DE APLICACIÓN

Área industrial

- ◆ Calderas y hornos
- ◆ Motores y bombas
- ◆ Sistemas eléctricos
- ◆ Turbinas
- ◆ Compresores
- ◆ Sistemas de refrigeración

Área de oficinas

- ◆ Iluminación
- ◆ Acondicionamiento ambiental
- ◆ Aparatos eléctricos

Vehículos automotrices

- ◆ Operación
- ◆ Mantenimiento

B) EVALUACIÓN ECONÓMICA DE MEDIDAS

Relación beneficio-costos

- ◆ Costos involucrados en las medidas aplicadas.
- ◆ Balance económico de los ahorros logrados.

Método de evaluación económica

- ◆ Período de recuperación
- ◆ Rentabilidad media
- ◆ Valor presente
- ◆ Tasa interna de rentabilidad
- ◆ Análisis de sensibilidad

3.6 DIAGNÓSTICO DE CUARTO NIVEL

En este diagnóstico se utilizan técnicas de simulación de procesos con la finalidad de estudiar no solo las condiciones de operación nominales, diferentes esquemas de interrelación de equipos y procesos.

Vale la pena recalcar que la prueba de la necesidad y las auditorías energéticas no son las únicas herramientas que hacen parte de las llamadas intermedias.

Existen otras igualmente importantes tales como contabilidad energética, confección del banco de problemas energéticos, entrenamiento de personal a cargo de equipos, etc.

CAPÍTULO 4 CARACTERÍSTICAS Y PROCESOS DE LA LECHE

La leche es un líquido opaco dulce de PH cercano a la neutralidad contiene cinco componentes: agua, proteínas, grasas, lactosa, sales minerales, además de otros elementos en pequeñas cantidades como enzimas.

4.1 ¿QUÉ ES LA LECHE?

El departamento de Salud Pública de los Estados Unidos de Norteamérica define a la Leche así: Secreción láctea, prácticamente libre de calostro, obtenida por el ordeno completo de una o más vacas en buen estado de salud; dicha secreción láctea debe tener no menos de 3.25% de grasa de leche y no menos de 8.25% de sólidos no grasos de leche.

La leche es un líquido de composición compleja blanco, opaco, de sabor dulce y ph cercano a la neutralidad. Además de ser un alimento que ha adquirido gran importancia social debido a que debe considerarse como insustituible para todos los infantes, es una fuente fundamental de todos los requerimientos nutricionales, mas conveniente para el anciano y todos los enfermos, resultando con respecto al adulto una materia nutritiva que garantiza su seguridad vital.

4.1.2 COMPONENTES DE LA LECHE.

La Leche presenta gran variación en su composición, los factores que la afectan directamente son la especie, la raza, la alimentación, la época del año o la estación, el estado sanitario y fisiológico, la edad, la eficiencia de ordeño, el intervalo de ordeño, el periodo de lactación y la individualidad del animal, las variaciones no solo se presentan en la composición sino en la cantidad producida

La leche contiene cinco tipos de componentes importantes: agua, grasas, proteínas, lactosa y sales minerales; además de algunos otros elementos presentes en pequeñas cantidades: vitaminas, enzimas, nucleótidos, calcio, etc.

El contenido de grasa de la leche está entre 3.0 y 3.8% y el contenido mínimo es de 3.25%; los glicéridos de la grasa de la leche difieren de otros de origen animal que contienen ácidos grasos de cadena corta (C₄-C₁₀) saturados que dan lugar a ciertos sabores en productos como el queso y a sabores desagradables en la mantequilla rancia o en la leche entera seca, el color de la grasa depende de los carotenoides del forraje. La leche contiene muy poco hierro, es una buena fuente de fósforo y excelente en calcio.

La vitamina A se encuentra en la grasa de la leche y también un poco de tiamina (derivada de las bacterias presentes en el rumen), es rica en niacina y excelente en riboflavina; esta última da la fluorescencia verdosa al suero (la parte acuosa de la leche de donde se extrae gran parte de la proteína), la cual es determinada por la alimentación de la vaca y por el flujo de la leche. La riboflavina en la leche se destruye con facilidad si se expone a la luz solar, el contenido de ácido ascórbico varía según la alimentación de la vaca y los procedimientos utilizados para preparar las diferentes formas de la leche en el mercado.

I.- SUSTANCIAS NITROGENADAS

En este producto pueden reconocerse numerosos compuestos nitrogenados, de éstos, las proteínas son las que más influyen en la coagulación de la leche y son el principal constituyente de los quesos, tienen gran valor biológico nutricional por ser sustancias complejas de alto peso molecular; construido por cadenas simples de aminoácidos o también moléculas conjugadas de bajo peso molecular de naturaleza no aminoácida.

Las proteínas están dispersas en forma de suspensión coloidal y, cuando intervienen, precipitan variaciones de las propiedades fisicoquímicas del sistema, la estabilidad de esta proteína está ligada a la carga eléctrica de la molécula y a la propiedad molecular de permanecer adheridas al solvente que las circunda, son medianamente resistentes a su degradación por el calor; se puede transformar enzimáticamente sin que pierda su valor nutricional.

II.- CASEÍNA

Esta sustancia, representa cerca del 80% de las proteínas de la leche (26 g/lit), es una heteroproteína con forma α , β y γ con características ácida, constituida por aminoácidos, carbohidratos y ácido fosfórico, es sintetizada por la glándula mamaria y se encuentra en la leche combinada con el calcio y fosfatos en agregados moleculares en llamados moceles. El fosfocaseinato de calcio es el constituyente de la micela caseínica, en medio ácido, las micelas pierden, por neutralización, la carga de la que están dotadas y se insolubilizan cerca del punto isoeléctrico (pH 4.6).

III.- α -LACTOALBUMINA Y β -LACTOGLOBILINA.

Son solubles, constituyen las proteínas del suero. Las lactoglobulinas también se llaman inmunoglobulinas, porque a ellas se atribuyen las propiedades inmunológicas y son parte de los anticuerpos.

Estas seroproteínas son ricas en aminoácidos azufrados y pueden coagularse con el calor, propiedad aprovechada en la elaboración del requesón del suero; en un litro hay 1.72 g de α -lactoalbumina y 4.58 g de β -lactoglobulina.

IV.- LÍPIDOS.

Los lípidos de la leche se pueden agrupar en sustancias saponificables e insaponificables, entre las primeras mencionadas, las principales son los triglicéridos y los fosfolípidos, la materia insaponificable contiene las vitaminas liposolubles (A,D,E Y K) y carotenoides responsables de color. Los triglicéridos de ácidos grasos constituyen cerca del 97% del total de la materia grasa; contienen

más de 60 ácidos grasos que en combinación con el glicerol, constituyen su formación-

El ácido graso más abundante es el leico, que junto con el linoleico y los ácidos grasos de cadena más corta, butírico y caproico, son los responsables del punto de fusión relativamente bajo de la grasa de la leche; los insaturados son los causantes del sabor rancio en la mantequilla, por la afinidad del doble enlace con el oxígeno, los factores que estimulan la oxidación de las grasas son la radiación ultravioleta, los iones de cobre y hierro, la acidez y la cantidad de oxígeno presente. Los ésteres de glicerol y ácidos grasos por hidrólisis originan glicerol y ácidos graso, esto sucede por efecto de las lipasas y causan el enranciamiento de la materia grasa. La leche cruda normal contiene lipasa proveniente de bacterias psicrotíficas es resistente a eses tratamiento; por esto la rancidez por hidrólisis puede desarrollarse inclusive en leche pasteurizada.

Las grasas de la leche aportan casi 352 calorías a su contenido total en la leche entera; son el vehículo de transporte de la vitamina A y de otras vitaminas liposolubles, los lípidos lácteos, al estar emulsificados, facilitan la digestión de la leche y sus componentes; además, imprimen suavidad y buen sabor a los derivados lácteos.

V.- LACTOSA.

Es el azúcar de la Leche, disacárido formado por una molécula de glucosa y otra de galactosa, unidas entre si. Este es esencial para producir derivados lácteos porque lo utilizan los microorganismos que por vía fermentativa, producen numerosos compuestos (ácidos lácticos, productos aromáticos), fundamentales para el sabor y la conservación de los productos. Para poder digerir la lactosa el tubo digestivo debe secretar la enzima 3-alactosidas; en los lactantes está enzima se produce en cantidad suficiente para permitir al niño ingerir la leche que necesite; pero cuando la persona ya adulta deja de tomarla, su organismo puede perder la habilidad de segregarla; por esto, al ingerir leche (y con ella lactosa) sufre problemas digestivos, como flatulencia y diarrea.

Este trastorno se llama mala absorción de lactosa, deficiencia hereditaria, presente en la población de Asia y Latinoamérica. Las personas que no pueden digerir lactosa tienen en los derivados lácteos la oportunidad para consumir los principios nutritivos que vienen de la leche, pues en algunos productos, como la leche fermentada, al menos parte de la lactosa es convertida en ácidos lácticos y en otros, como quesos y mantequilla su contenido se reduce de manera considerable. También varios laboratorios producen la enzima galactosidasa, que permite hidrolizar la lactosa de la leche antes de llevarla al consumidor.

VI.- COMPONENTES MINERALES.

Los presentes en la leche son calcio, fósforo, azufre, sodio, magnesio, sales del ácido cítrico y mínimas cantidades de otros microelementos. Es esencial el contenido en calcio y fósforo por su importancia en el proceso de coagulación de la leche; por esta razón abundan en los quesos. En estado orgánico el fósforo está en los fosfolípidos esteres fosfóricos y caseína; en estado inorgánico, en forma de fosfato de calcio y magnesio de potasio. El calcio, en estado iónico, se halla en la molécula de caseína y en los fosfatos y citratos no dissociables.

Del calcio, fósforo y caseína dependen la estabilidad de la leche y la realización del proceso de coagulación, principio fundamental en la producción quesera.

VII.- VITAMINAS.

La leche contiene todas las vitaminas conocidas aunque algunas están presentes sólo en pequeñas cantidades; el contenido de las vitaminas liposolubles (A, D, E, K) de la dieta del animal varía de acuerdo con la estación del año; las hidrosolubles (B, C) se producen por acción de los microorganismos del rumen de la vaca y por ello no están sujetas a variaciones. Las vitaminas de la leche pueden perderse por diversos factores, como tratamientos térmicos, acción de luz y oxidaciones, una propiedad favorable para la industria es el poder antioxidante que exhiben las vitaminas A (procarotenos), C y E o tocoferol, este poder contribuye a proteger de oxidaciones la grasa de la leche.

VIII.-ENZIMAS.

Sustancias orgánicas de compleja naturaleza, capaces de iniciar reacciones químicas y permanecer inalterables después de éstas, algunas de las enzimas más importantes en la leche son:

- ◆ Peroxidasa: enzima oxidante, capaz de liberar oxígeno del peróxido de hidrógeno. Se destruye a temperaturas cercanas a los 80°C; su presencia sirve de indicador para saber si la pasteurización no se ha sobrepasado de temperatura.
- ◆ La leche pasteurizada debe dar prueba positiva de peroxidasa para garantizar que no ha sido sometida a temperaturas excesivas, lo cual deteriora sus principios nutritivos.
- ◆ Catalasa: reacciona con el peróxido de hidrogeno, liberando agua y oxigeno. Los leucocitos, células de defensa contra la infección, poseen catalasa, circunstancia aprovechada para detectar leche de vacas mastíticas mediante pruebas que usan agua oxigenada. En este caso, el volumen de oxigeno producido es proporcional a la cantidad de

leucocitos presentes. Las bacterias también producen catalasa; por esta razón en esta prueba no puede usarse leche muy contaminada.

- ◆ Fosfatasa: se usa para conocer si la leche ha sido pasteurizada ya que se inactiva con este tratamiento. La prueba se basa en la liberación de fenol por compuestos fosforados. El colorante fenilfosfatodisódico, en presencia de fosfatasa libera fenol, que se detecta mediante reacciones de color. Una leche pasteurizada debe ser fosfatasa negativa, para garantizar que ha alcanzado la temperatura adecuada y los gérmenes patógenos han sido destruidos
- ◆ Agua: es el vehículo de los demás componentes. En la leche de bovino constituye el 87%. Las razas de alta producción, como Holstein producen leche con mayor proporción media baja, las criollas, cebú y ciertas razas europeas, la ofrecen en menor porcentaje. Para fabricar quesos y derivados es más rentable trabajar con leches de alto contenido de sólidos solubles, principalmente grasa y caseína.

4.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS PARA LA ELABORACIÓN Y MANEJO DE LA LECHE

4.2.1 EMULSIÓN.

La grasa está presente en la leche como pequeñas gotitas o glóbulos con un diámetro promedio de 3 a 6 micras. Los glóbulos de grasa varían en tamaño de una a 10 micras, la raza de la vaca influye en el tamaño de estos glóbulos. Una delgada cubierta de emulsificante (con grosor de unos cuantos milimicrones) alrededor de los glóbulos de grasa en la interfase líquido-grasa impide que las gotas de grasa en la leche se precipiten.

En la formación de la membrana de glóbulos de grasa de la leche participan cuatro fosfolípidos, incluyendo la lecitina, los cuales se orientan con los grupos no polares en los glóbulos de grasa y los grupos hidrofílicos en la fase acuosa de la leche para formar una película del grosor de una molécula alrededor de los glóbulos de grasa. Se conoce que cerca de la periferia de los glóbulos de grasa se segregan triglicéridos de alto punto de fusión, cuyas cadenas de ácidos grasos se entremezclan con la de los grupos no polares de las moléculas de fosfolípidos.

Las moléculas de vitaminas A y del colesterol están dispersas entre las moléculas de fosfolípidos. La proteína también contribuye a la terminación de la membrana.

La capa más interna de las moléculas proteicas se pueden apreciar en la estructura del polipeptido paralela a la superficie del glóbulo de grasa. Las cadenas laterales hidrofílicas de esta capa se orientan hacia los grupos hidrofílicos de los fosfolípidos y los grupos R hidrofóbicos se orientan lejos del glóbulo de

grasa. Una segunda capa de moléculas proteicas paralela a la primera tiene sus cadenas laterales hidrofóbicas orientadas hacia adentro y las hidrofílicas hacia afuera. Se sabe que el pH de la leche fresca, transportan una carga negativa, lo cual ayuda a mantenerlos dispersos.

4.2.2 REFRIGERACIÓN.

Aunque se tenga precaución en la obtención de la leche, una vez que ésta sale de los alveolos de la ubre, muchos microorganismos llegan a ella y se multiplican rápidamente. En el canal del pezón quedan bacterias que contaminan los primeros chorros de leche de ordeño; en su gran mayoría son lactobacilos y estafiloscocos productores de ácido láctico. Inmediatamente después del ordeño debe enfriarse a una temperatura inferior a los 4°C y mantenerse en ésta hasta su procesamiento.

Si el frío permanentemente se interrumpe, los microorganismos se multiplican y mientras esto ocurre se generan algunas enzimas que deterioran la leche y afectarán la calidad de los productos derivados.

Cuando se dispone de equipo de enfriamiento se debe tener cuidado con la limpieza y la desinfección pues es posible que se presenten cambios en la composición de la flora bacteriana y aumenten las bacterias psicrotróficas que pueden alterar la leche, inclusive a temperaturas de refrigeración; su presencia se evidencia por la aparición de una consistencia filamentosa y a veces por colores y olores extraños.

Con respecto al tiempo que transcurre la obtención de la leche y su procesamiento, conviene que sea el menor posible, sobre todo si no se dispone de refrigeración, pues en este intervalo se pueden generar, múltiples bacterias, si las condiciones la permiten, lo cual incidiría notablemente en la calidad del producto.

Los tratamientos tecnológicos son las operaciones aplicadas en la planta pasteurizadora para lograr que la leche aumente su capacidad para conservarse y llegue a los consumidores con las mejores propiedades nutricionales, higiénicas y organolépticas.

4.2.3 HOMOGENIZACIÓN O ESTANDARIZACIÓN

Es el proceso mediante el cual se elimina el desnatado. La leche es forzada bajo presión a través de finos orificios que reducen los glóbulos de grasa a un diámetro promedio menor de 2 micrómetros. Entre mayor sea la presión usada para forzar la leche más pequeños son los glóbulos de grasa, la superficie de esta aumenta enormemente.

A medida que las gotas de grasa se subdividen por la homogenización, el material emulsificante original se complementa con la proteína de la fase acuosa de la leche, difiere de la proteína original y esta constituida de subunidades de caseína y proteínas del suero. El pequeño tamaño de las gotas de grasa y su mayor densidad debido a la caseína absorbida, eliminan el desnatado visible. Las diferencias en el comportamiento al conocimiento de la leche homogeneizada en comparación con la no homogeneizada se cree que se deben, al menos en parte, al aumento de la superficie de los glóbulos de grasa en la leche homogeneizada y al esparcimiento de la caseína sobre esta superficie. La leche homogeneizada es más blanca, más opaca y más viscosa que la no homogeneizada con el mismo contenido de grasa. La agradable sensación cuando se bebe leche homogeneizada se asocia con su mayor viscosidad.

En otras palabras la homogeneización es el proceso de someter los glóbulos a tratamiento mecánico para romperlos y convertirlos en glóbulos de menor diámetro y dispersarlos de modo uniforme en la leche. La velocidad de sedimentación de estas partículas tan pequeñas es extremadamente baja; por ello el producto homogeneizado es bastante estable. Las membranas originales del glóbulo de grasa están constituidas por fosfolípidos, monoglicéridos y diglicéridos y sustancias de naturaleza proteica, que se reemplazan por las proteínas de la leche, principalmente la caseína. La formación de estas nuevas membranas tiene un tiempo, durante el cual muchos glóbulos quedan desprotegidos; por tanto pueden apiñarse.

4.2.4 PASTEURIZACIÓN.

Es el método de calentamiento empleado para la conservación de la leche con temperaturas entre 62°C o 145°F (30 minutos) y 85°C (4 segundos, hasta máximo 90°C). Las formas de resistencia de los microorganismos se eliminan hasta en un 99%. Este tratamiento térmico busca eliminar bacterias patógenas que puedan estar presentes en la leche. Calentar la leche a 85°C por cuatro segundos produce menos daño al sabor.

Como resultado de la pasteurización se destruye un gran número de bacterias además de las patógenas, aunque algunas no patógenas permanecen, razón por la cual la leche se enfría inmediatamente después de este proceso a 10°C (50°F) o preferible aun, a una temperatura mas baja. Para evitar el rápido crecimiento y multiplicación de las bacterias que permanecen. La enzima fosfatasa sirve de indicador para conocer si fue adecuado el proceso de pasteurización. La leche pasteurizada da una prueba negativa ante la fosfatasa. Esta prueba es tan sensible que si se añade un 0.1% de leche bronca a la pasteurizada se puede detectar, como también el hecho de que la temperatura de pasteurización estuviera un grado Fahrenheit más bajo del señalado. La enzima lipasa se inactiva por la pasteurización lo cual evita que la leche homogeneizada se haga rancia.

Procesos de Pasteurización:

- ◆ **Pasteurización Alta:** Mediante este sistema se calienta la leche a temperaturas superiores a 80° C hasta 95° C manteniéndose durante uno o varios minutos; este método es muy impreciso ya que en ocasiones se calienta demasiado y se cuece.
- ◆ **Pasteurización Baja:** Comprende calentamiento a 62.8° C en termotanques que operan al abrigo del aire y sin agitar la leche, durante media hora y se refrigera
- ◆ **Pasteurización Discontinua:** Consiste en calentar la leche durante 30 minutos a 62.7° C. Una vez calentada se enfría a una temperatura menor a 10° C por medio de una corriente de agua fría. Este proceso no es muy higiénico debido a que la leche no está aislada del medio ambiente.
- ◆ **Pasteurización Continua:** Denominada también HTST (High Temperature Short Time); consiste en calentar la leche a 72.7° C durante 15 segundos.
- ◆ **Pasteurización Eléctrica:** La leche fresca penetra en el tanque de recuperación, de placas en donde la leche pasteurizada se enfría por contacto con la fresca, calentándose esta a 44-45° C. En esta parte del aparato sufre la leche la acción de la corriente eléctrica y hay entonces una elevación de la temperatura que es de aproximadamente de 71° C, alcanzada esta, la leche sigue su camino poniéndose en contacto con el mecanismo de control termométrico y pasando rápidamente a la cámara termostática.
- ◆ **Ultrapasteurización:** El método más agresivo Ultra High Temperatura (UHT) Se inyecta vapor de agua sobrecalentado en la leche previamente calentada. La mezcla vapor de agua- leche permanece de 2 a 4 segundos a 150°C; después se produce la expansión en una cámara al vacío y la condensación del agua añadida. El calentamiento UHT indirecto es similar a la pasteurización: la leche se calienta entre cambiadores de calor de placas de aproximadamente unos 140°C y permanece unos 14 segundos a más de 100°C. No se destruyen todas las formas de resistencia de los microorganismos.

Para la pasteurización es necesario que esta no tenga más de 0.1% de acidez expresada como ácido láctico, pues de lo contrario se coagula al recibir calor, también es importante que la materia presente buena calidad higiénica y un recuento bajo de bacterias termo-resistentes, que sobreviven al proceso de pasteurización. Debe evitarse que la leche reciba agua adicional; esto se verá reflejado en su composición y en sus propiedades fisicoquímicas. La leche se calienta, homogeneiza, embotella y esteriliza calentándola hasta 20 minutos entre unos 110 a 120°C.

ESTERILIZACIÓN.

Este es un proceso para destruir todos los microorganismos presentes en la leche, incluidas las formas esporuladas resistentes al calor. Es necesario que el empaque sea térmico para evitar que el producto se contamine, pues no necesita refrigeración porque no quedan organismos vivos, como si sucede con la leche pasteurizada. La esterilización de la leche se puede lograr de varias maneras.

- ◆ Discontinua o lenta: consiste en aplicar a la leche, homogeneizada y pasteurizada previamente, una temperatura de 121°C durante 20 minutos. Para este proceso se utiliza una autoclave. Es preferible que los envases el color sean de color ambar para evitar la incidencia de la luz que origina oxidación de la materia grasa durante el almacenamiento.
- ◆ En parte las propiedades nutricionales se ven alteradas, sobre todo las vitaminas.
- ◆ Desaireación y desodorización:
- ◆ La leche fresca posee alrededor de 6% de aire en volumen, además, con ella vienen olores indeseables en disolución que puedan pasar al producto terminado, cuando se realiza un tratamiento térmico en presencia de aire disuelto en la leche se pierde las vitaminas B y C, para evitar todos estos defectos se somete a una temperatura de 60 a 70 °C, se hace circular a través de un tanque de expansión al vacío que retiene el aire, los gases disueltos y los aromas desagradables; el artefacto se denomina deodorizador.

La leche se clasifica con base a la cuenta bacteriana (número de bacterias por milímetro de leche). La leche grado A, debe tener una cuenta bacteriana baja (un máximo de 20.000 por mililitro). La mayor de la leche en el mercado es grado A.

Para mantener este estándar, la leche y los productos lácteos deben almacenarse a la temperatura de refrigeración.

La leche se puede fortificar con vitamina A y D. Para la primera; el nivel es de 2000 unidades internacionales por cuarto. Para la segunda 400 unidades Farmacopea de los Estados Unidos por cuarto.

4.2.5 INDICADORES DE LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS.

Todo indicador de la inocuidad de los alimentos debe cumplir determinados criterios importantes:

- ◆ Ser detectable con facilidad y rapidez.
- ◆ Ser fácilmente diferenciable de otros representantes de la flora de los alimentos.
- ◆ Tener antecedentes de constante asociación con el patógeno cuya presencia debe indicar.
- ◆ Estar siempre presente cuando está presente el patógeno de interés.

- ◆ Ser un microorganismo cuyas cifras, en teoría, se deben corresponder con las del patógeno de interés.
- ◆ Tener necesidades de crecimiento y una velocidad de crecimiento que se igualan con las del patógeno.
- ◆ Tener una tasa de muerte que al menos sea paralela a la del patógeno y que, teóricamente, persista durante algún tiempo más que el patógeno de interés.
- ◆ No existir en los alimentos que están exentos del patógeno, excepto tal vez en cantidades mínimas.

Estos criterios se aplican a la mayoría de los alimentos, sino a todos ellos, que puedan vehicular patógenos de origen alimentario, independientemente de su procedencia para los alimentos.

COLIFORMES.

Son bacilos gramnegativos asporógenos que fermentan la lactosa en 48 horas y producen colonias negras con brillo metálico.

Los coliformes crecen bien en un gran número de medios y en muchos alimentos. Se ha señalado que crecen a temperaturas tan bajas como la de -2°C y tan altas como la de 50°C .

4.3 CRITEROS Y PATRONES PARA COLIFORMES.

Cuando se trata de agua y de productos lácteos, existe una larga historia de inocuidad relacionada con el número de coliformes permisible. Algunos criterios y patrones coliformes y E. coli en el agua, en los productos lácteos, y en otros alimentos apuntados por algunos organismos encargados del control de los alimentos, son los siguientes:

- ◆ No más de 10/ml en la leche y productos lácteos pasteurizados de grado A, incluidos los alimentos cultivados.
- ◆ No más de 10/ml en la leche cruda certificada y no más de 1 en la leche certificada pasteurizada.

CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS.

Los criterios microbiológicos se dividen en dos clases principales: preceptivos y consultivos. Un criterio preceptivo es un patrón microbiológico que normalmente debe contener límites solo para los microorganismos patógenos de importancia para la salud pública. Un criterio consultivo es o una especificación microbiológica del producto final destinada a aumentar la certeza de que se ha satisfecho la exigencia higiénica (puede incluir microorganismos causantes de alteraciones), o

una pauta microbiológica que se aplica en un determinado punto de un establecimiento de alimentación durante o después del tratamiento para controlar su higiene.

Patrones para productos lácteos.

A. Tomados de las recomendaciones de 1965 del Public Health Service de los EE.UU

- ◆ Leche cruda de grado A para pasteurizar: No sobrepasar la cifra de 100.000 bacterias por mililitro antes de mezclarla con la leche de otros productores; y no sobrepasar la cifra de 300.000 bacterias por mililitro como leche de mezcla antes de la pasteurización.
- ◆ Leche y productos lácteos pasteurizados de grado A (excepto productos cultivados): no más de 20.000 bacterias por mililitro, y no más de 10 coliformes por mililitro-
- ◆ Productos cultivados pasteurizados de grado A: no más de 10n coliformes por mililitro.

B. Leche certificada (American Association of Medical Milk Commission, Inc)

- ◆ Leche certificada (cruda): el recuento de bacterias en placa no debe ser superior a 10.000 colonias por mililitro; el número de colonias de coliformes no debe ser superior a 10 por mililitro.
- ◆ Leche certificada (pasteurizada): el recuento de bacterias en placa no debe ser superior a 10.000 colonias por mililitro de leche antes de la pasteurización, y a 500 por mililitro en las muestras de la leche que se esta pasteurizando. La leche no debe contener mas de 10 coliformes por mililitro antes de la pasteurización y no mas de 1 coliforme en las muestras de la leche que se esta pasteurizando

CAPÍTULO

5

INFORMACIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL DE LECHE

La planta industrializadora de leche opera los 365 días del año su proceso se basa en la rehidratación de leche en polvo. Consume energía térmica y eléctrica el abasto de esta última es a través de CFE y además de constar con 3 plantas de energía eléctrica una de 700kw y 2 de 900kw.

5.1 GENERALIDADES DE LA PLANTA INDUSTRIAL DE LECHE

El diseño más eficiente desde el punto de vista energético corresponde aquel que satisface ciento por ciento los requerimientos térmicos de las instalaciones de que se trate, pudiendo vender los excedentes eléctricos a la red o comprando a esta los faltantes.

Es muy importante conocer las características energéticas de la planta industrial de leche a evaluar, puesto que en ella se obtendrán datos para determinar los costos actuales de operación de energía eléctrica y térmica; la localización y disponibilidad de espacio para la instalación de un nuevo sistema, los consumos promedio de energía eléctrica y térmica usados por la planta industrial, la disponibilidad de diferentes tipos de combustibles, así como limitaciones ambientales u otro elemento que aporte información a la decisión del uso de sistemas de cogeneración. Y es por ello que dentro de nuestro análisis de cogeneración nos dimos a la tarea de realizar varias visitas a la planta industrial de leche con el fin de recabar la información necesaria para el diagnóstico energético.

5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA INDUSTRIAL DE LECHE

En la siguiente tabla se da a conocer las actividades laborales (Programa de trabajo) con sus respectivas horas:

HORAS TRABAJADAS	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Turno 1 (7:00 a 15:00)	X	X	X	X	X		X
Turno 2 (15:00 a 22:30)	X	X	X	X	X		X
Turno 3 (22:30 a 5:00)	X	X	X	X		X	X
Total de horas trabajadas:	24	24	24	24	16	8	24
Periodo de mantenimiento	0	0	0	0	0	16	0
Periodo de vacaciones	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabla 5- 1 Jornadas Laborales

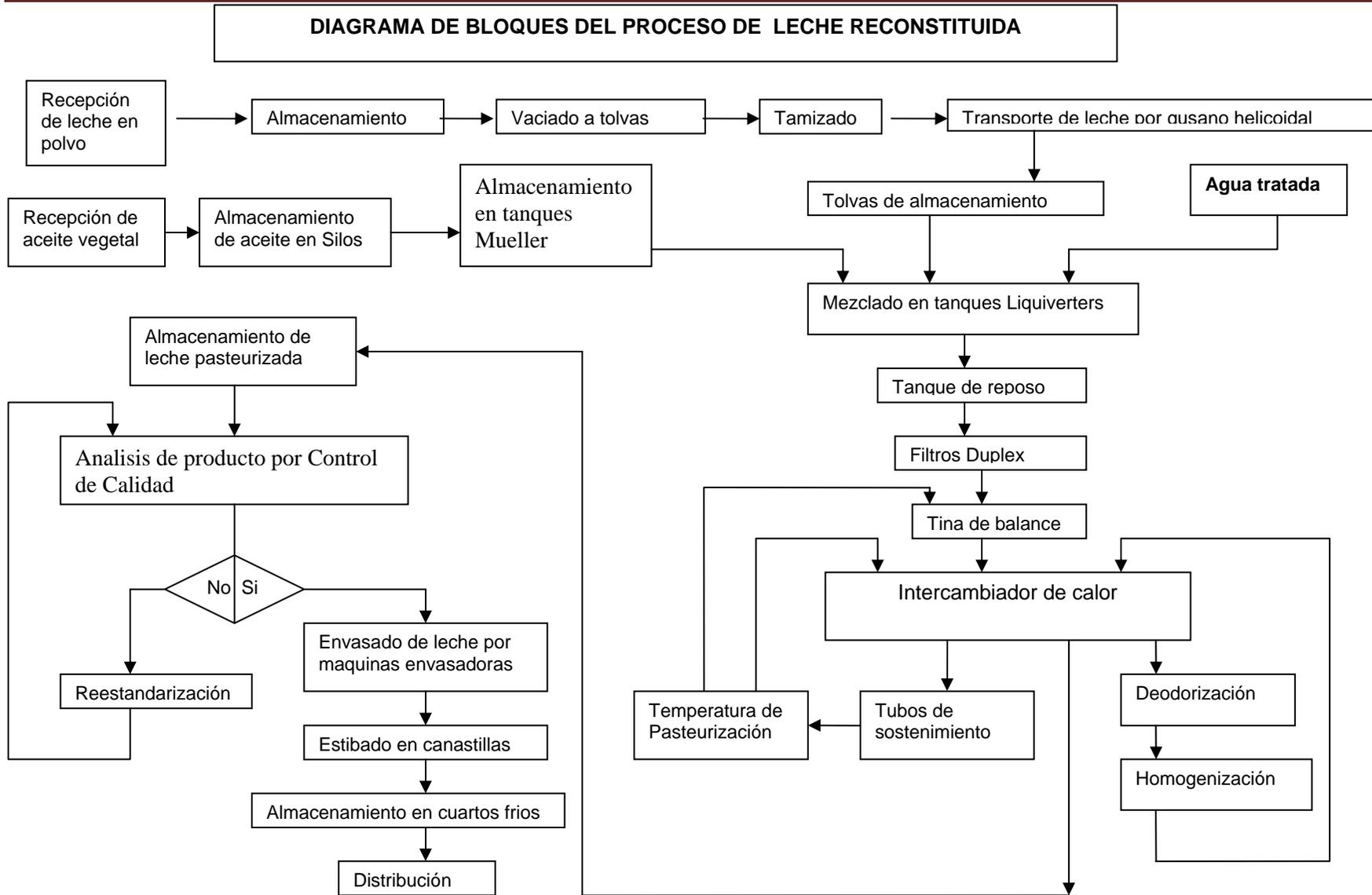
N/A = No aplica

La Planta industrial de leche cuenta con tres plantas eléctricas de emergencia: La planta # 1 tiene una capacidad de 700 kilowatts, la planta # 2 y # 3 tienen una capacidad de 900 kilowatts.

Dichas plantas abastecen a los siguientes equipos:

Equipos	Unidades
Bombas	43
Agitadores	14
Homogenizador	3
Transportador de sacos	3
Tamizador	3
Extractor de polvos	3
Motor prensa Pasteurizador	3
Motor unidad manejadora de aire de proceso	2
Motor transportador	32
Motobomba	20
Extractor de aire	1
Motor ventilador	16
Compresor	7
Motor-reductor	2

Tabla 5- 2 Lista de equipos industriales



Esquema 5- 1 Reconstitución de la Leche

5.3 EL PROCESO DE RECONSTITUCIÓN-PASTEURIZACIÓN SE DIVIDE EN LAS SIGUIENTES ÁREAS:

- a) Tolvas o área seca
- b) Rehidratado o área húmeda
- c) Pasteurización o de sanidad.

Tolvas o área seca.

Los bultos de leche descremada en polvo (LDP) que regularmente pesan 25 Kg., son acomodados al pie de la banda transportadora de sacos, desplazados hacia una tolva de vaciado. La tolva de vaciado cuenta con un sistema de insuflado, lo anterior con el fin de atrapar, mediante 25 filtros (estructura de fierro cubiertas con mangas de lana, conectados al extractor por medio de cinturones sinfín) y un extractor, los polvos finos generados en la descarga de la LDP.

De la tolva de vaciado, la LDP pasa a un tamizador (que contiene una malla de acero inoxidable fina en su interior y un motor excéntrico en la parte inferior que le da el movimiento oscilatorio) en el cual se cierne esta, no permitiendo el paso de terrones ni pedazos de la envoltura (plástico, hilo, papel craft, etc) o cualquier otro tipo de impurezas. El tamizador cuenta también con un gorro que sirve de respiración y un tapón de purga manual, la purga debe realizarse cuando el paso de la LDP a través de la malla se va disminuyendo.

La conexión entre la tolva de vaciad y el tamizador, es una manga de lona que permite el libre movimiento del tamizador, de la misma forma este se encuentra conectado a un transportador helicoidal (tornillo sinfín) el cual tiene como función transportar la LDP cernida hacia una tolva de almacenamiento.

Rehidratado o área húmeda

La LDP transportada por el helicoidal descarga a una tolva de almacenamiento cuya función principal, es tener LDP disponible para la alimentación al siguiente equipo. En la tolva de almacenamiento se encuentran dos sensores, uno de alto y el otro de bajo nivel, estos se encuentran conectados de forma automática con el transportador helicoidal y con el tamizador, de tal forma que cuando la tolva se vacíe o se llene el nivel bajo o alto mandaran la señal de arranque o paro.

En la parte inferior de la tolva de almacenamiento se encuentra una válvula rotatoria con control de velocidad por medio de un motor de corriente directa regulado por un reóstato de voltaje, cuya función es la de dosificar la cantidad de LDP requerida en el proceso. Inmediatamente después de la válvula rotatoria se encuentra un tobogán, que es un ducto de acero inoxidable inclinado cuya función es la de facilitar el acceso por gravedad de la LDP hacia el liquiverter.

El liquiverter es un recipiente de acero inoxidable, semejante a una licuadora, que consta de un agitador de disco en su parte inferior, y es aquí en donde se realiza la mezcla de las materias primas (LDP y aceite vegetal vitaminado) con el agua.

El agua tratada que se utiliza para la mezcla de la LDP y la grasa en el liquiverter, proviene del intercambiador de calor (agua tratada que fue utilizada para bajar la temperatura de la leche en esta etapa. Dicha agua, viene con una temperatura de 40°C que facilita la incorporación de la LDP y el aceite en la mezcla.

Pasteurización

La leche fluida cruda llega del liquiverter a un cabezal de válvulas neumáticas de carga-descarga de los tanques de reposo, cuya función es la de mantener almacenada la leche por espacio de 20 min y con agitación lenta con el fin de eliminar el aire incluido en la leche (espuma) que pudiera contener. Después de ser reposada la leche en estos tanques, es transportada mediante una bomba centrífuga hacia un filtro dúplex, cuya función es la de retener impurezas. Este filtro consta de dos válvulas de tres vías manuales que seleccionan el filtro en operación mientras el otro se lava y se cambia el medio filtrante (manga de tela de algodón resinada). Una vez filtrada la leche llega a una tina de balance en donde por medio de un sensor neumático de diafragma se controla el nivel de la leche en este equipo. De la tina de balance, la leche cruda es transportada mediante una bomba centrífuga hacia el intercambiador de calor de placas.

En el intercambiador de calor se localizan cinco zonas diferentes de transferencia de calor con los siguientes fluidos:

Zona I	Agua caliente-Leche a pasteurizar
Zona II	Leche pasteurizada-Leche de la tina de balance
Zona III	Leche pasteurizada- Agua tratada
Zona IV	Leche pasteurizada-Agua de torre
Zona V	Leche pasteurizada-Agua helada.

Tabla 5- 3 Zonas del intercambiador de calor

La primera etapa dentro del intercambiador de calor es la zona II o de regeneración, que es en donde se pone en contacto la leche cruda proveniente de la tina de balance (40°C) con la leche pasteurizada que va a enfriarse, cediéndole este calor y así aumentar su temperatura aproximada de 63°C. Una vez que la leche sale de esta etapa va al deodorizador, equipo que tiene como función extraer olores y/o sabores extraños, aprovechando que estos compuestos tienen una mayor presión de vapor a esta temperatura y por lo tanto están presentes en forma gaseosa, se extraen mediante bombas de vacío haciendo pasar estos gases a un condensador tubular y arrastrándolos hacia el drenaje.

El deodorizador cuenta además con un sistema de control de tipo neumático de diafragma que gobierna una válvula reguladora a la entrada.

La leche ya deodorizada es transferida mediante una bomba centrífuga hacia un Homogenizador, cuya función es reducir el tamaño de los glóbulos de grasa alrededor de una micra de diámetro.

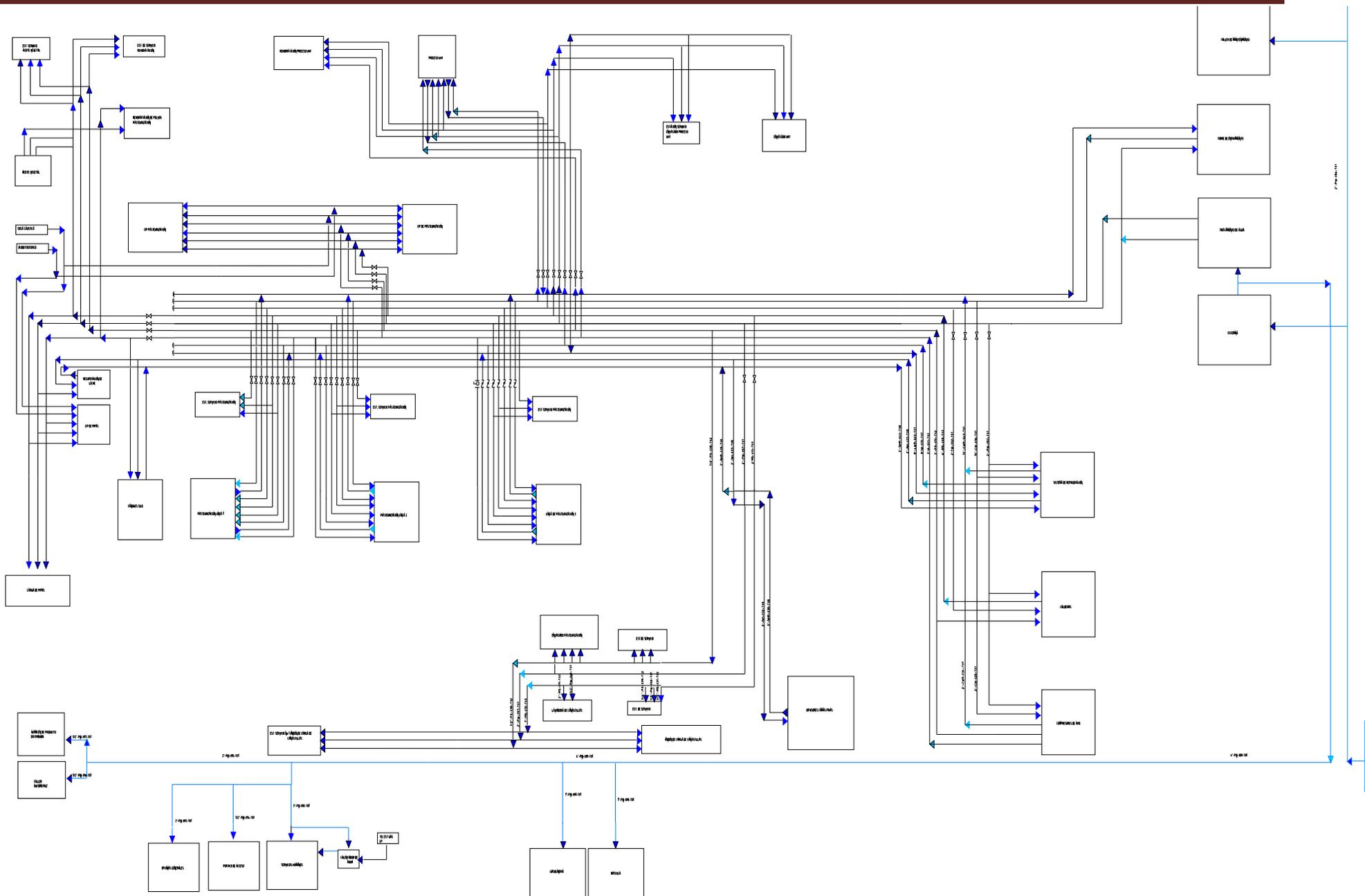
Los controles que se utilizan en este equipo son: manómetro indicador de la presión de homogeneización local, sensor y control neumático que gobierna la presión de homogeneización mediante una bomba hidráulica. El homogenizador, cuya presión de trabajo es de 1250 psi, es quien realmente establece nuestra capacidad de producción de 25000l/h por línea.

Ya deodorizada y homogenizada la leche, aun cruda, se transfiere nuevamente al intercambiador de calor de la zona 1 o de calentamiento, en esta etapa recibirá calor del agua caliente recirculante. Dicha agua se calienta en la pierna de calentamiento por medio de vapor, inyectado por una válvula reguladora que se controla neumáticamente desde el cuarto de control, estableciendo una temperatura de pasteurización. Posteriormente la leche pasará a un serpentín de 21 m de longitud y 3 pulgadas de diámetro que deberá recorrer en 15 seg. Al finalizar el recorrido se detecta la temperatura de la leche por medio de un sensor, un registrador y un control neumático, los cuales al registrar temperaturas menores de las prefijadas (de pasteurización) mandan la señal a un juego de válvulas electro-neumáticas para desviar el flujo de la leche hacia la tina de balance o en caso contrario continuara el flujo normal hacia el intercambiador de calor a la etapa de regeneración o zona II, donde la leche ya pasteurizada cede su calor a la leche cruda recién ingresada de la tina de balance.

Al salir de la zona II, la leche pasa a la etapa de pre-enfriamiento o zona III, aquí cederá su calor a una corriente de agua tratada. Al salir de esta etapa pasara a la de enfriamiento o zona IV en la que cederá su calor a una corriente de agua de torre. Finalmente la leche pasara a otra etapa, de enfriamiento o zona V, en la que cederá su calor a una corriente de agua helada y que bajara su temperatura hasta 5°C .

Una vez que la leche sale del intercambiador de calor pasteurizada y fría llega a un cabezal de válvulas de carga, en donde se distribuirá hacia uno de los 5 silos de almacenamiento de producto semi-terminado. Cada uno de estos silos cuenta con un sensor de nivel que mandara la señal neumática o electrónica a un medidor de carátula o directamente a la entrada analógica de la computadora para registrar el volumen de leche contenido en ellos.

Cuando se tiene un determinado volumen de leche en silos (un lote) este es analizado por el Laboratorio de Control de Calidad para determinar su liberación y si los parámetros están fuera de norma, se estandariza, en caso contrario la leche pasa a través de un cabezal de válvulas de descarga y es enviada al área de envasado.



Esquema 5- 2 Distribución general del proceso y servicios auxiliares

5.4 NORMAS DE LIBERACIÓN EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LECHE.

◆ CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.

El aspecto de la solución es homogéneo sin separación de grasa, ni coagulación de proteína.

Olor y sabor	Frescos y agradables, no ácido, ni a sebo, ni a grasa
Color	Blanco opaco

Tabla 5- 4 Características organolépticas de la Leche

◆ CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS.

Grasa	Min 30 g/l
Sólidos no grasos	83-89 g/l
Proteínas	Min 30 g/l
Densidad (15°C)	Min 1.0293 g/ml
Acidez en leche reconstituida	0.9-1.3 g/l
Acidez en leche pasteurizada	1.3-1.7 g/l

Tabla 5- 5 características fisicoquímicas de la Leche

◆ CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS

Cuenta estándar	Max 20,000 UFC/ml
Cuenta coliformes	Max 10 UFC/ml
Salmonella en 25 ml	Ausente
Staphylococcus aureus en 25 ml	Ausente
Listeria monocytógenes en 25 ml	Ausente

Tabla 5- 6 Características Bacteriológicas de la Leche

5.5 REGISTROS ANUALES DE PRODUCCIÓN, ASÍ COMO LOS CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES A PARTIR DEL AÑO 2006 AL AÑO 2008

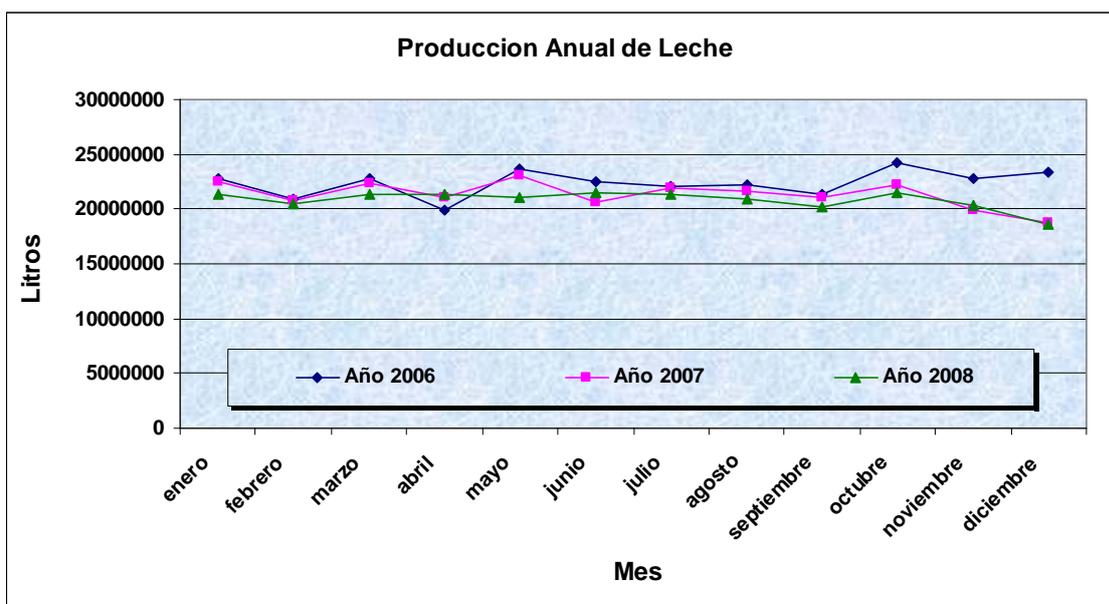
a) Producción.

En la siguiente tabla se reportan datos de la producción mensual para los años 2006, 2007 y 2008 respectivamente

Año	2006	2007	2008
Enero	22753336	22474560	21417406
Febrero	20910762	20757512	20484720
Marzo	22752912	22400318	21373560
Abril	19860822	21021054	21327506
Mayo	23641894	23100898	21121254
Junio	22525692	20609254	21474178
Julio	22004910	21881216	21416726
Agosto	22276770	21641634	20886494
Septiembre	21408024	21031760	20182742
Octubre	24177350	22225948	21478150
Noviembre	22815228	19912882	20358856
Diciembre	23343342	18707470	18634637

Tabla 5- 7 Producción mensual de Leche

En la siguiente gráfica se observa el comportamiento de la producción de los 3 años; misma que se ha mantenido constante, ha excepción del año 2006 en donde se tuvo una producción máxima para el ultimo cuatrimestre del año. En promedio la planta industrial de leche elabora alrededor de 717029 litros de leche diarios, obteniendo así una producción mensual promedio de 21510883 litros.



Grafica 1 Producción anual de Leche

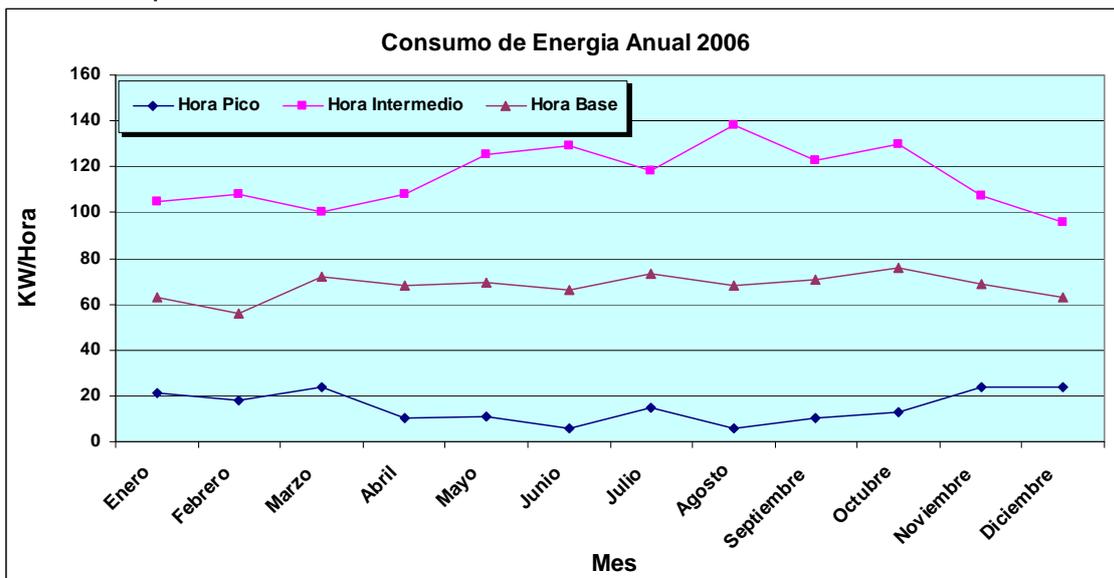
b) Consumos de energía (KW/h)

Como se mencionó con anterioridad la planta opera las 24 hrs, es por ello que registra consumos para los diferentes rangos de horarios establecidos por la C.F.E, estos son horario pico, horario intermedio y horario base. En la siguiente tabla se relacionan los consumos mensuales durante el año 2006 en los diferentes horarios.

2006	Pico	Intermedio	Base	TOTAL
Enero	21	105	63	189
Febrero	18	108	56	182
Marzo	24	100	72	196
Abril	10	108	68	186
Mayo	11	125	70	206
Junio	6	129	66	201
Julio	15	118	73	206
Agosto	6	138	68	212
Septiembre	10	123	71	204
Octubre	13	130	76	219
Noviembre	24	107	69	200
Diciembre	24	96	63	183
Promedio	15	116	68	199

Tabla 5- 8 Consumos de Energía Eléctrica durante el año 2006

La siguiente grafica representa los consumos en horario pico, horario intermedio y horario base para el año 2006. Para este año su consumo máximo en hora intermedio fue de 138 KW/h y un mínimo de 6 KW/h para el horario en punta



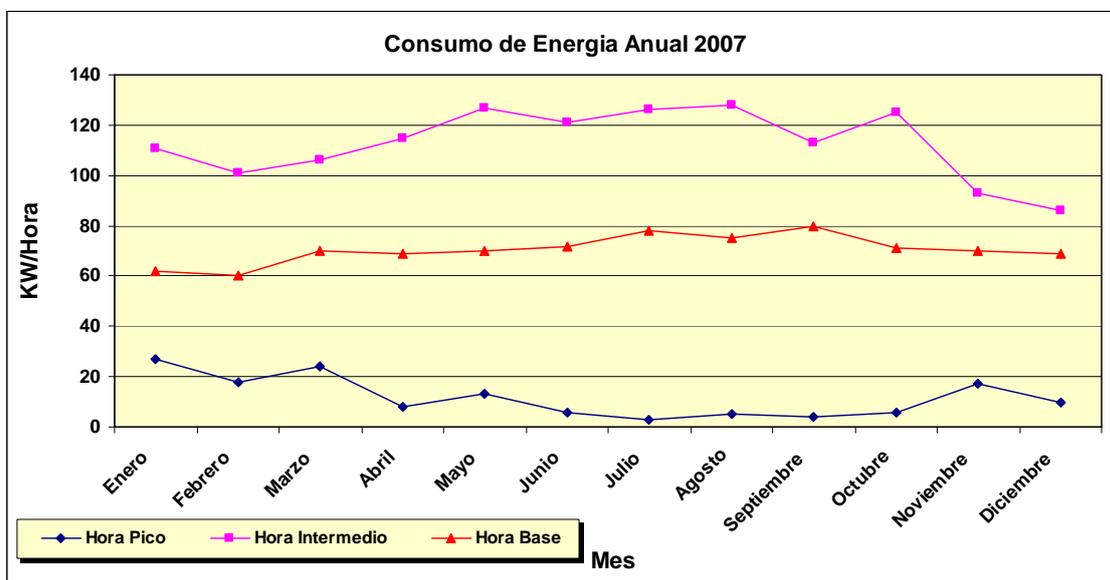
Grafica 2 Consumo de energía anual 2006

Para el año 2007 tenemos registrados los siguientes datos:

2007	Pico	Intermedio	Base	TOTAL
Enero	27	111	62	200
Febrero	18	101	60	179
Marzo	24	106	70	200
Abril	8	115	69	192
Mayo	13	127	70	210
Junio	6	121	72	199
Julio	3	126	78	207
Agosto	5	128	75	208
Septiembre	4	113	80	197
Octubre	6	125	71	202
Noviembre	17	93	70	180
Diciembre	10	86	69	165
Promedio	12	113	71	195

Tabla 5- 9 Consumos de energía eléctrica durante el año 2007

En la gráfica observamos que la demanda de energía en hora intermedio fue menor con respecto al año 2006, teniendo un máximo de 127 KW/h y una mínima de 3 KW/h con respecto al horario punta. No podemos decir lo mismo para el horario base ya que se nota un incremento de 3KW/h con respecto al año anterior.



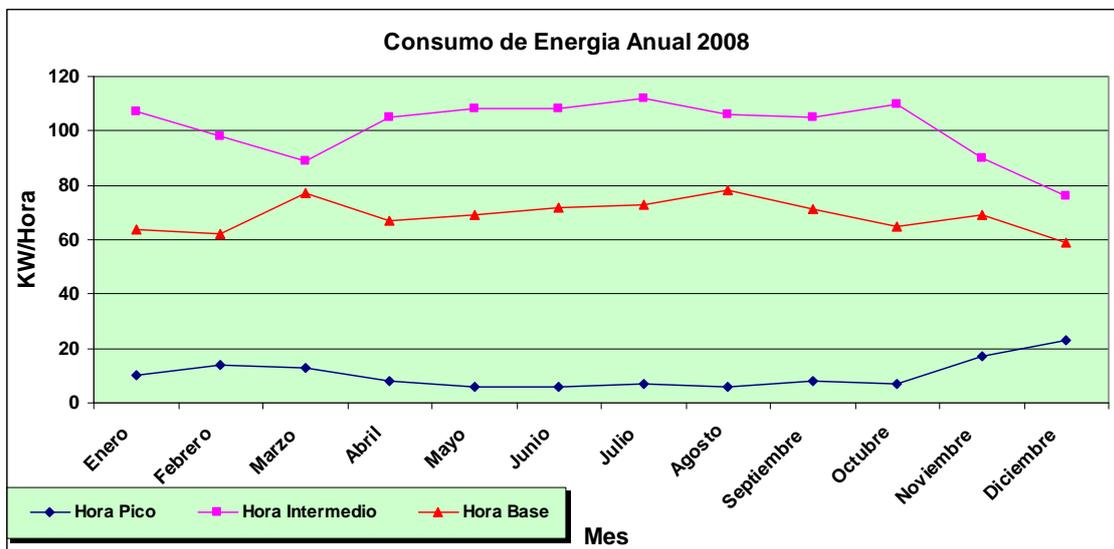
Gráfica 3 Consumo de energía anual 2007

Por último, los consumos que tuvo la planta en los respectivos horarios de tarifa durante el año 2008.

2008	Pico	Intermedio	Base	TOTAL
Enero	10	107	64	181
Febrero	14	98	62	174
Marzo	13	89	77	179
Abril	8	105	67	180
Mayo	6	108	69	183
Junio	6	108	72	186
Julio	7	112	73	192
Agosto	6	106	78	190
Septiembre	8	105	71	184
Octubre	7	110	65	182
Noviembre	17	90	69	176
Diciembre	23	76	59	158
Promedio	10	101	69	180

Tabla 5- 10 Consumo de energía eléctrica durante el año 2008

La gráfica nos indica que en el año 2008, la planta industrial de leche disminuyó sus consumos en los tres horarios de factura, teniendo un máximo de 12 KW/h para el horario intermedio, un mínimo de 6 KW/h en hora pico; en lo que respecta para la hora base se redujo 2KW/h con respecto al año 2007.



Gráfica 4 Consumo de energía anual 2008

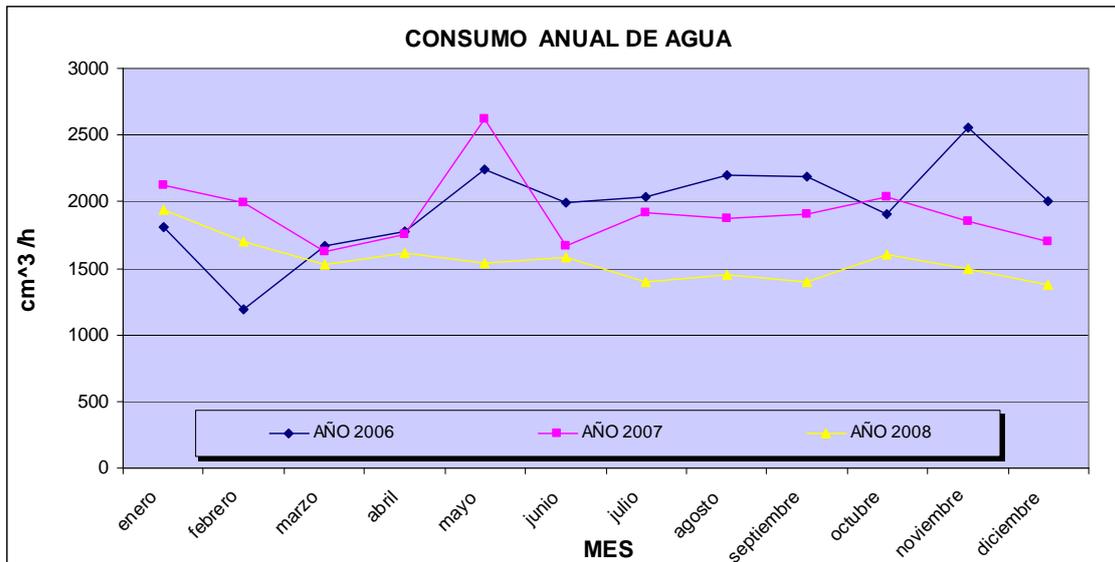
c) Consumos de agua

Otro de los factores importantes para la viabilidad del proyecto es el agua. La siguiente tabla establece los consumos mensuales y para cada año a partir del 2006 hasta el año 2008 de agua en m^3/h para alimentar a la caldera

Consumo de agua en calderas m^3/h			
año	2006	2007	2008
Enero	1805	2124	1934
Febrero	1195	1994	1698
Marzo	1666	1628	1522
Abril	1776	1750	1616
Mayo	2239	2617	1533
Junio	1994	1672	1583
Julio	2036	1918	1395
Agosto	2194	1876	1447
Septiembre	2183	1907	1397
Octubre	1907	2039	1603
Noviembre	2553	1849	1493
Diciembre	2009	1699	1381
Promedio	1963	1923	1550

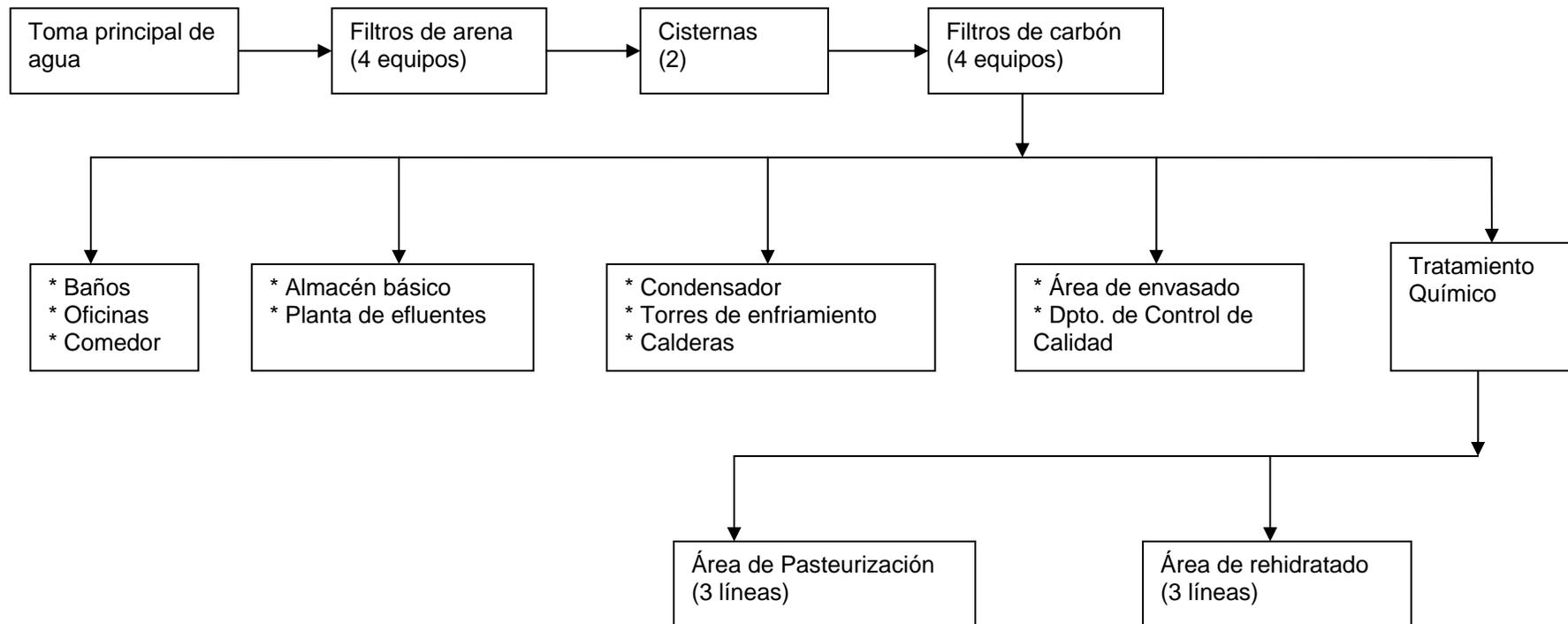
Tabla 5- 11 Consumos de agua de los años 2006, 2007 y 2008

Como observamos en el siguiente grafico que el consumo de agua en el año 2006 y el año 2007 varia muy bruscamente a diferencia del año 2008, en dicho año el consumo promedio es de $1550 \text{ cm}^3/h$, dicho valor es muy menor con respecto a los 2 años anteriores.



Grafica 5 Consumo anual de agua para los años 2006, 2007 y 2008

Diagrama de bloques sobre la Distribución de Agua en la Planta Industrial de Leche



Esquema 5- 3 Distribución del agua

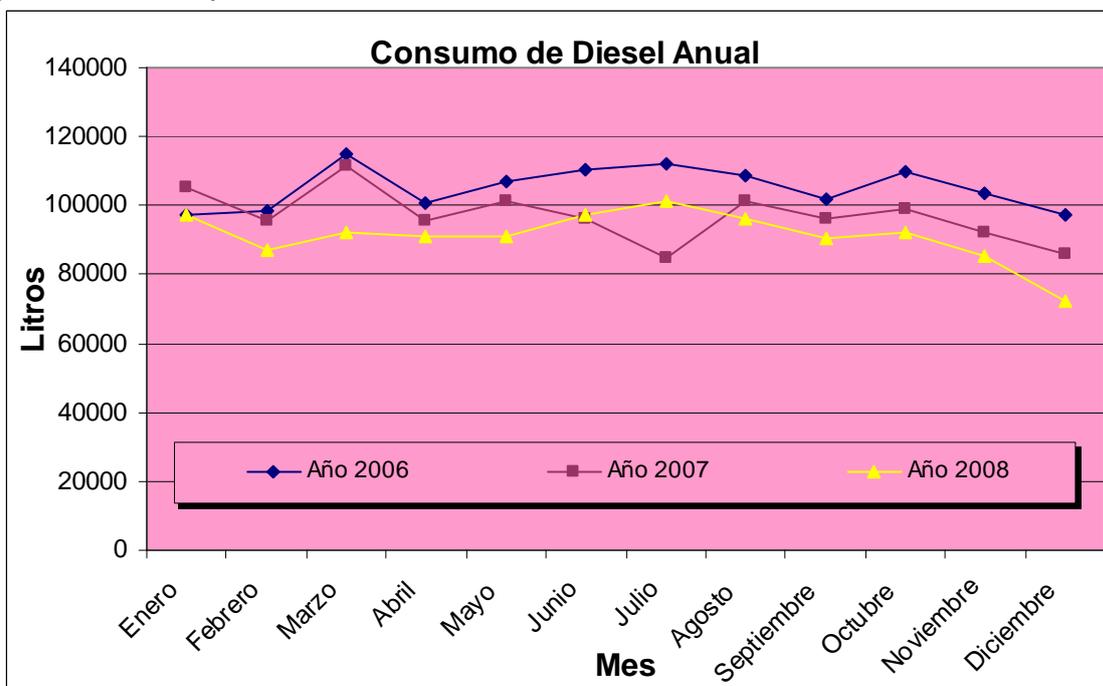
d) Consumos de Diesel Centrifugado (litros)

En la siguiente tabla se establecen los consumos mensuales de combustible para los respectivos tres años.

Consumo (litros)			
	2006	2007	2008
Enero	97520	105124	97445
Febrero	98240	95600	87075
Marzo	115025	111361	92300
Abril	100900	95809	91040
Mayo	106845	101115	90900
Junio	110565	95970	97100
Julio	112245	85069	101300
Agosto	108825	101325	96300
Septiembre	101900	95902	90500
Octubre	109940	98920	92020
Noviembre	103525	92400	85500
Diciembre	97150	85995	72284
Promedio	105223	97049	91147

Tabla 5- 12 Consumos mensuales de Diesel durante los años 2006, 2007 y 2008

Con anterioridad, se percató en los valores que la demanda de combustible fue disminuyendo año con año. En la grafica se visualiza notablemente, salvo una pequeña excepción durante el mes de Julio del año 2008, en dicho mes se presenta el mayor consumo de todo el año.



Grafica 6 Consumo de diesel anual para los años 2006, 2007 y 2008

e) Producción de vapor (Kg/hr)

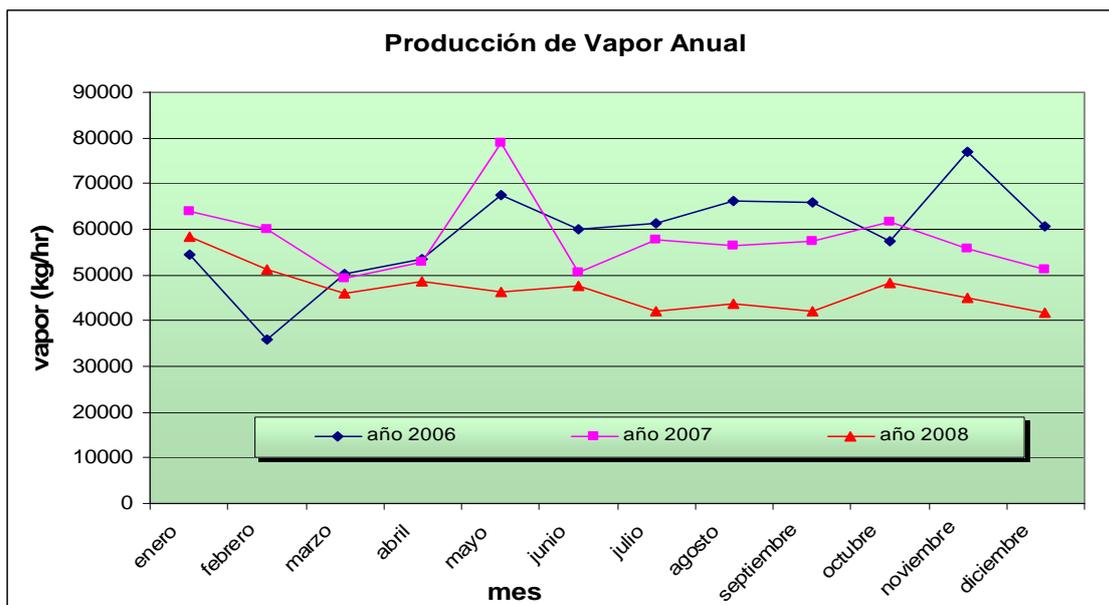
La Planta Industrial de Leche cuenta con dos calderas de tipo piro-tubular; de las cuales solo una satisface los requerimientos de vapor para la producción diaria de leche. La otra caldera entra como relevo por si se presenta falla o bien cuando se le da mantenimiento.

En la siguiente gráfica y de acuerdo a los consumos de agua de la caldera, se establecen los datos de producción mensuales de vapor a partir del año 2006, 2007 y 2008 respectivamente.

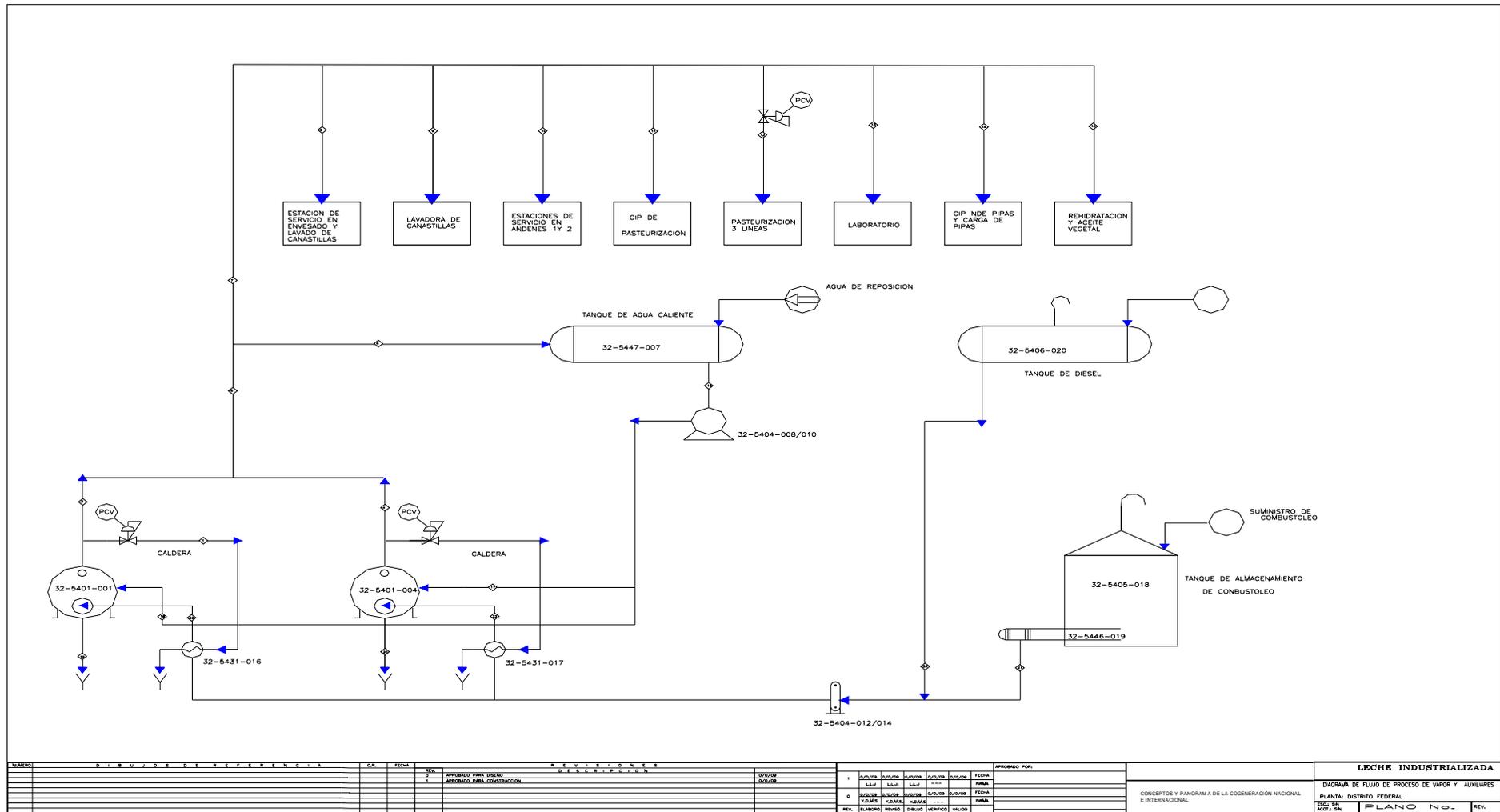
	2006	2007	2008
Enero	54436	64044	58327
Febrero	36024	60118	51199
Marzo	50220	49082	45898
Abril	53551	52773	48739
Mayo	67499	78897	46224
Junio	60118	50421	47743
Julio	61403	57820	42063
Agosto	66161	56554	43619
Septiembre	65835	57495	42135
Octubre	57513	61475	48322
Noviembre	76979	55758	45012
Diciembre	60570	51235	41629
Promedio	59192	57973	46742

Tabla 5- 13 Producción de vapor mensual para los años 2006, 2007 y 2008

La gráfica nos indica que durante los tres años la generación de vapor ha sido muy inestable, no se mantiene en un cierto rango. Y haciendo comparaciones de los tres años, para el año 2008 sufrieron una caída en la producción de vapor.



Gráfica 7 Producción anual de vapor durante los años 2006, 2007 y 2008



Esquema 5- 4 Distribución general de vapor

CAPÍTULO
6
ANÁLISIS Y
RESULTADOS

6.1 AHORRO DE ENERGÍA, PRINCIPIO FUNDAMENTAL.

El objetivo final de la cogeneración y de las diferentes políticas energéticas es el ahorro de energía primaria. Considerando como principios básicos los siguientes puntos:

- ◆ Toda planta que ahorre energía primaria a partir de cierta cuantía es beneficiosa para el sistema eléctrico.
- ◆ 2. El ahorro de energía primaria por las plantas de cogeneración se obtiene gracias a la generación de energía eléctrica, y dicho ahorro se otorga en su totalidad a dicha energía producida
- ◆ 3. Para obtener dicho ahorro en la generación de energía eléctrica, las plantas de cogeneración deben aprovechar el calor que inevitablemente se produce
- ◆ 4. Los tres parámetros que definen un sistema de cogeneración son el combustible utilizado, la energía eléctrica generada, y el calor producido. Los dos primeros suelen ser objetos de contratos de compraventa entre entidades diferentes y son fáciles de medir, no prestándose a equívocos y siendo fácil asegurar su origen y uso (de cogeneración o no). Por el contrario, el valor del calor es de medición o evaluación más compleja.

El objetivo de todos los procesos de cogeneración es ahorrar combustible y en consecuencia, emisiones de gases de efectos nocivos. Si bien, en general, todas las plantas de cogeneración bien diseñadas aportan estos ahorros, su capacidad de ahorrar puede ser muy diferente en función de su tamaño y sobre todo de lo ajustado de su diseño a la demanda de calor.

6.2 CALOR ÚTIL PRODUCIDO EN UNA PLANTA DE COGENERACIÓN

La mayor parte de los centros consumidores requieren energía en forma mecánica para el accionamiento de maquinaria y en forma de calor para diferentes procesos industriales, tratamientos térmicos o para usos de calefacción y climatización. Estos centros generalmente consumen electricidad para transformarla en energía mecánica y combustible para producir la energía térmica y el calor que precisan.

En conjunto, se deben cumplir las siguientes condiciones básicas para que una planta de cogeneración produzca los beneficios esperados:

- ◆ Que el calor generado por un combustible con el objeto de producir energía eléctrica pueda aprovecharse sustituyendo a calor que debería haberse producido también utilizando combustible. Esto permite ahorrar todo o parte del combustible para producir calor
- ◆ Que la energía eléctrica generada en el proceso de cogeneración evite la producción de electricidad que de otro modo se generaría en centrales que también usarían combustible
- ◆ Que exista un sistema energético que permita que las plantas de cogeneración estén conectadas, de forma que toda la electricidad

pueda aprovecharse a través de la red de distribución, evitando las pérdidas de transporte y distribución de las centrales de producción conectadas a muy alta tensión y alejadas de los centros de consumo

La demanda de calor útil, definida a través de su cantidad y calidad es determinante y condiciona la ubicación, el tamaño y la configuración de la planta de cogeneración.

En definitiva, la planta de cogeneración se diseña para generar energía eléctrica y simultáneamente suministrar calor a un proceso, que puede pertenecer a un tercero, o al propio consumo de la planta.

El calor generado simultáneamente con la energía eléctrica, es decir, el coproducto térmico de la cogeneración, es un caudal de materia con un contenido de calor. Se podría decir que la cogeneración genera energía eléctrica y fluida caliente, portadores de modo simultáneo. Estos fluidos suelen ser agua líquida y fluida térmica, gases de escape y vapor de agua, que son útiles al sustituir las demandas térmicas del centro consumidor en su totalidad o como complemento de la demanda térmica satisfecha con el uso de combustibles fósiles.

6.3 VAPOR DE AGUA

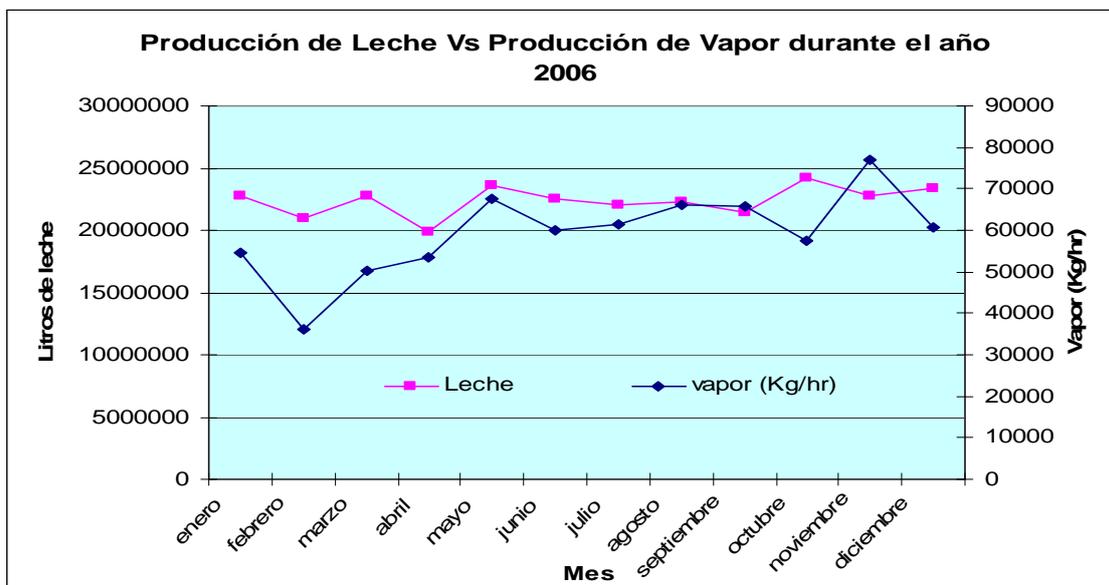
Para producir vapor de agua y cumplir las especificaciones técnicas requeridas por las condiciones prefijadas de presión y temperatura que requiere el proceso se genera en calderas que usan combustible o en generadores de recuperación de los gases de escape de motores o turbinas de gas.

El vapor de agua entregado a un proceso contiene la energía térmica que se pretende utilizar en el mismo, en general a través de intercambiadores de calor en los que el vapor cede calor sensible y latente, directamente por mezcla con el medio al calentar o por inyección. En el primer caso no se aprovecha la totalidad de la energía térmica aportada, ya que los intercambiadores devuelven parte de la misma en forma de condensados de vapor, generalmente subenfriados hasta una temperatura que depende de cada proceso y del nivel térmico del fluido que se pretenda calentar. Los condensados disponen por lo tanto de cierta cantidad de energía que el usuario térmico puede aprovechar en otros procesos o devolver al cogenerador.

Observando un comportamiento de la producción de vapor durante los tres años respectivos con respecto a los consumos de combustible, producción, tenemos los siguiente.

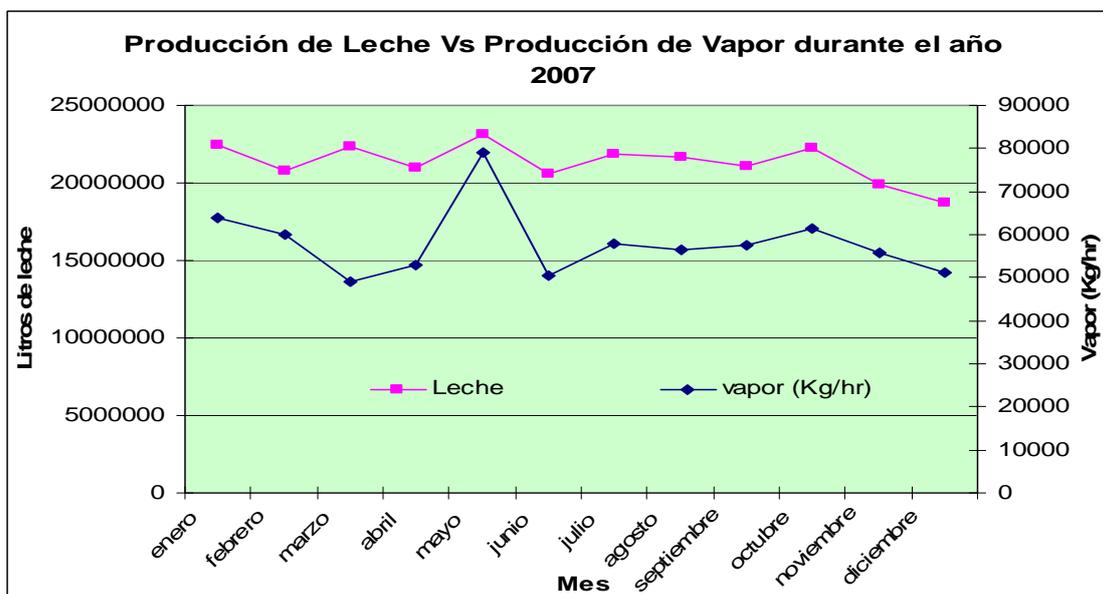
◆ **Análisis de Vapor con respecto a la Producción de Leche.**

La siguiente grafica compara la producción de Leche contra la producción de vapor durante el año 2006. En un principio se establecería un comportamiento equilibrado entre ambas producciones, sin embargo solo la línea de la producción de Leche se mantiene entre un rango de 20000000 y 25000000 Litros mensuales, sin tantas alteraciones; a diferencia del vapor cuya tendencia aumenta y disminuye drásticamente, no mantiene un mismo rango.



Grafica 8 Producción de Leche Vs Producción vapor para el año 2006

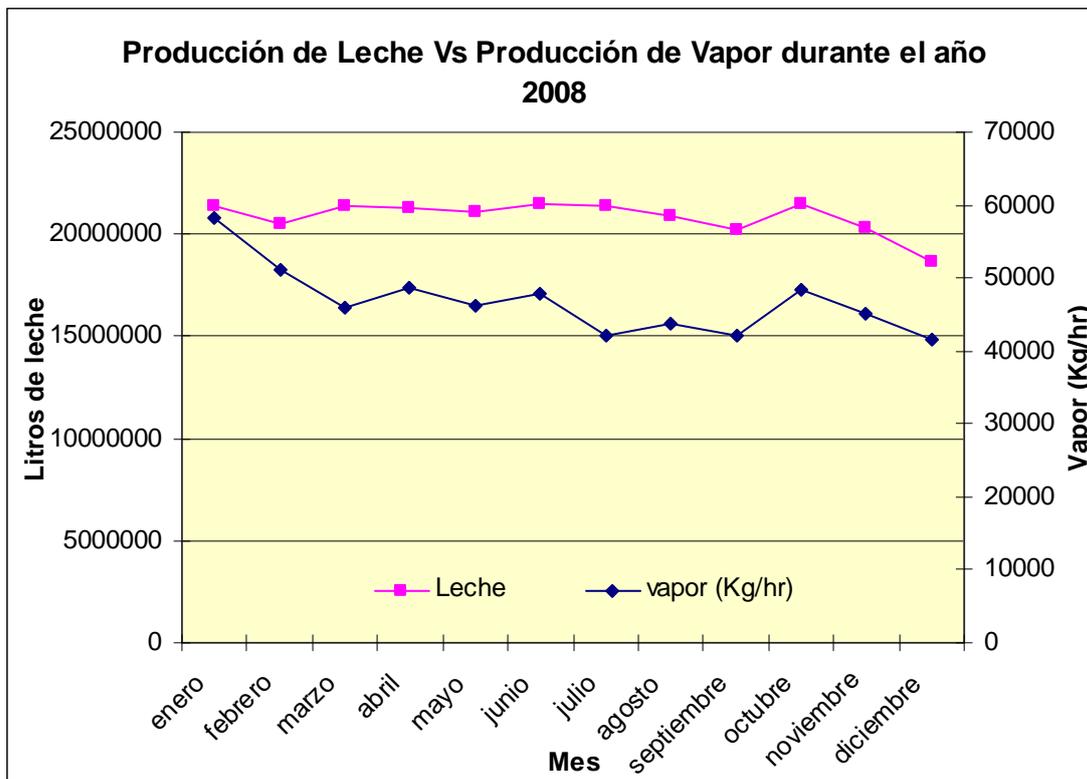
Para el año 2007, la producción de Leche se mantuvo constante, no implicó alteraciones drásticas, a excepción del mes de Diciembre en el cual se reflejó una pequeña baja de litros de Leche. Nuevamente el vapor sufre variaciones, durante el primer cuatrimestre del año presenta un descenso en su producción, pasando al segundo periodo súbitamente aumenta y disminuye drásticamente; a partir del mes de Julio se mantiene casi constante la producción.



Grafica 9 Producción de Leche y vapor durante el año 2007

Con respecto al año 2008 tenemos lo siguiente:

La producción de Leche se mantiene constante, obtienen su máxima producción durante el mes de octubre y vuelve a manifestar con un ligero descenso para el mes de diciembre. Finalizando con la cuestión del vapor, encontramos que sigue variando mes con mes, aunque a diferencia de los años anteriores, a partir Febrero pareciera estar constante el rango de producción de vapor.

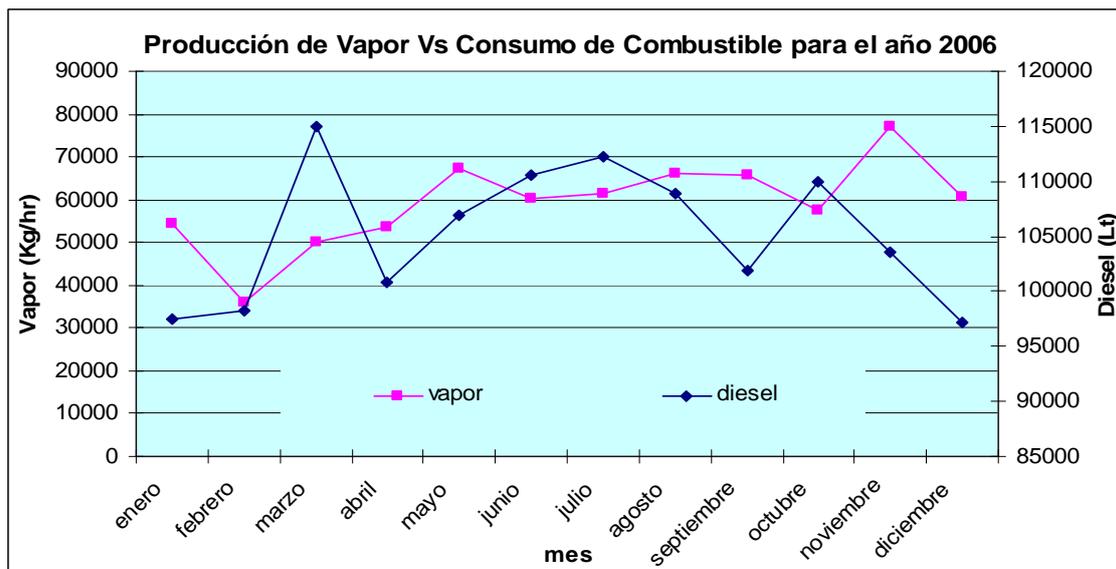


Grafica 10 Producción de Leche y vapor durante el año 2008

◆ **Análisis de Vapor con respecto al consumo de Diesel**

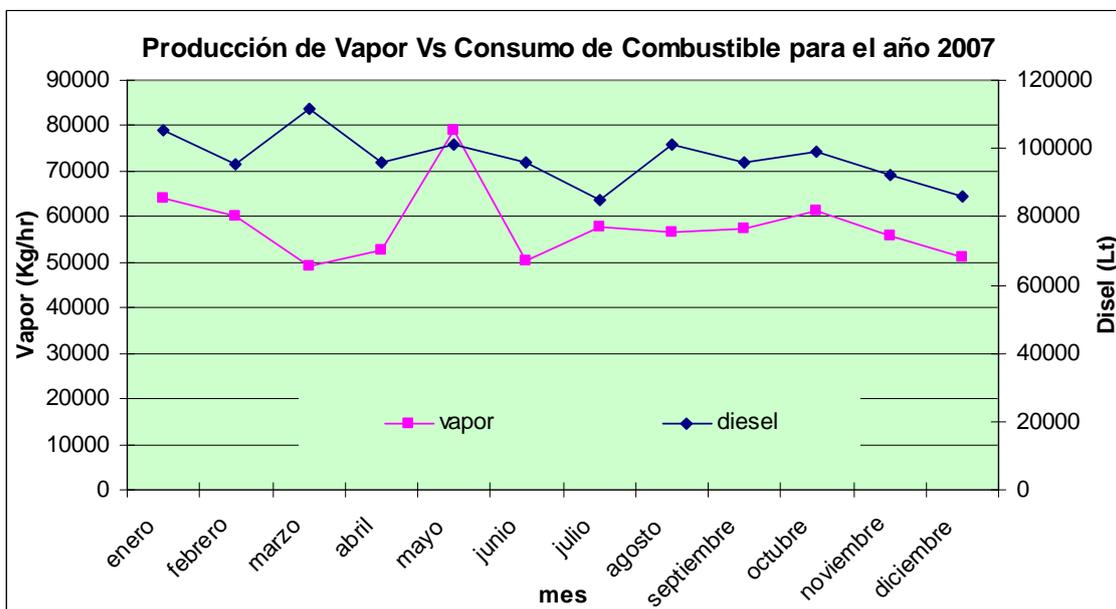
El combustible utilizado esencialmente para la generación de vapor es el Diesel. El consumo mensual es única y exclusivamente de las calderas.

Podríamos esperar un comportamiento en ambas líneas iguales, pero en realidad difieren enormemente una con respecto a la otra. En la grafica observamos que el consumo de Diesel tiene consumos muy bruscos de un mes con respecto a otro; por ejemplo para el mes de Marzo, tuvo una demanda mayor la caldera, pero también en ese mismo periodo declino su mismo consumo.



Grafica 11 Producción de vapor y consumo de diesel en el año 2006

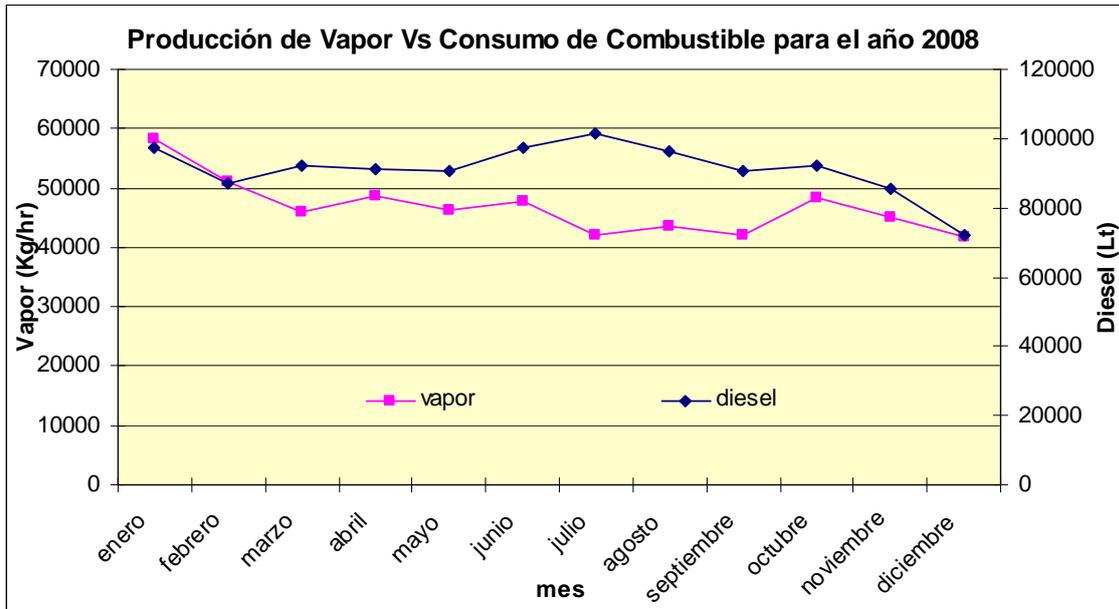
Con respecto al año 2007; es durante el mes de Mayo donde se altera el consumo del combustible, pasando este mes podríamos decir que se mantiene constante y es en este año comparando con el año 2006 en donde parecieran ir a la par ambas líneas.



Grafica 12 Producción de vapor y consumo de Diesel en el año 2007

Concluyendo con el año 2008 tenemos la grafica siguiente, en ella apreciamos que ambas líneas se comportan casi con similitud, son las que mejor representan el consumo y la transformación a energía térmica ya que sus antecesoras sufren máximos y mínimos muy drásticamente.

Para este año, durante el mes de Enero se reflejó el mayor consumo en combustible y generación de vapor. Ya para el mes de Diciembre coinciden ambas líneas.

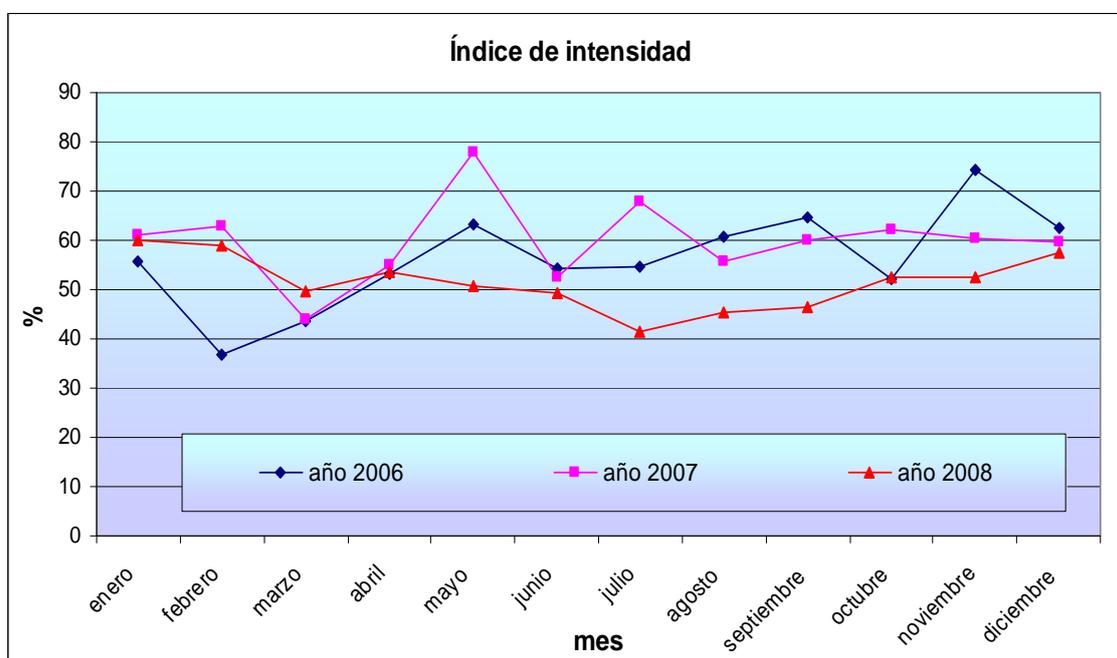


Grafica 13 Producción de vapor y consumo de Diesel en el año 2008

6.4 ÍNDICE DE INTENSIDAD.

Es la relación porcentual entre producto, que en nuestro análisis resulta el vapor y el consumo de combustible (Diesel) por un cien por ciento. Además establece qué tan eficiente resulta la caldera en el momento de su operación durante el transcurso de la jornada laboral.

La siguiente gráfica refleja el índice de operación durante los años 2006, 2007 y 2008 respectivamente. Con anterioridad nos percatamos que no era equitativa la relación combustible vapor y era de esperarse que el factor de intensidad presentara esa misma tendencia. Inmediatamente podemos suponer que la caldera esta operando ineficientemente, los porcentajes que presenta año con año son por debajo del 50 %, únicamente alcanzó su mayor eficiencia para el año 2007 durante el mes de Mayo.



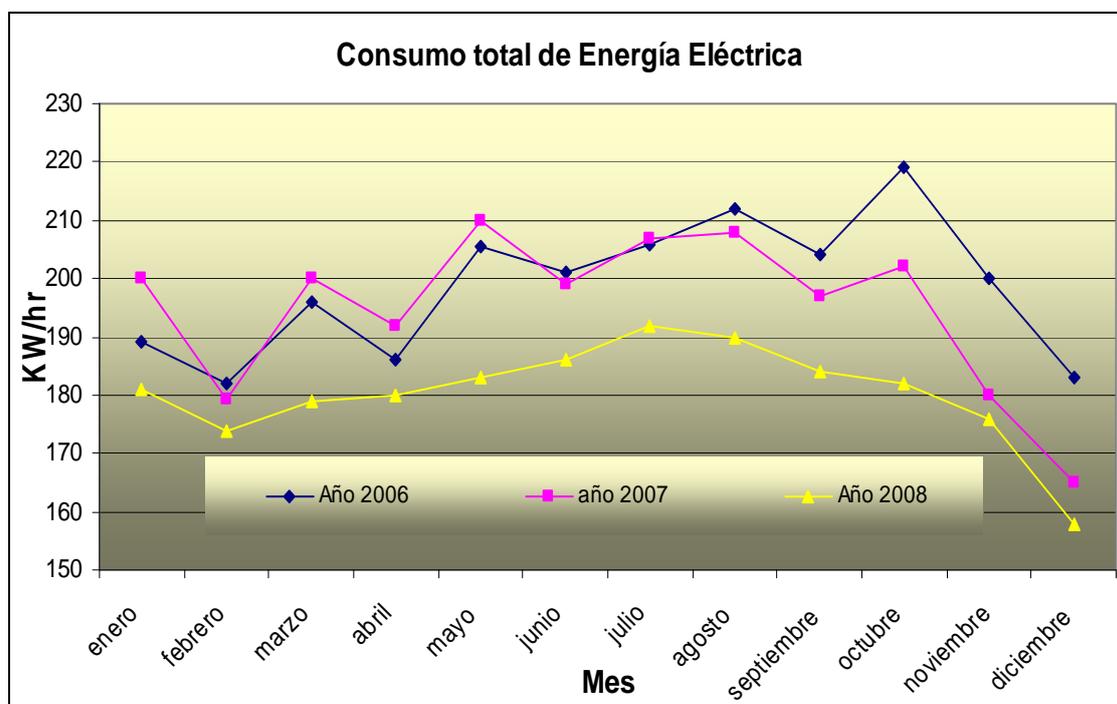
Grafica 14 Índice de intensidad

6.5 ENERGÍA ELÉCTRICA.

La Planta Industrial de Leche tiene un contrato con la Compañía de Luz y Fuerza para que les suministre una potencia de 2450 KW. El consumo de energía para el proceso de re-hidratación de Leche es de 200 KW/h, solo consideramos el consumo del departamento de Producción.

Cabe señalar que durante los tres turnos con los que labora la Planta solo en dos de ellos se lleva acabo el proceso de re-hidratación, el otro turno solo se emplea para lavar equipo y terminar de envasar la Leche que se fabricó en los anteriores turnos.

En la siguiente gráfica observamos que durante los años 2006 y 2007, sus consumos presentaron casi la misma tendencia a lo que se intuye que padecieron de los mismos problemas tanto de operación como de suministro de energía. El 2008 fue una excepción por que a demás de registrar un descenso considerable de energía, es el año que mejor se comporta.



Grafica 15 Consumo de energía eléctrica total

6.6 RELACIÓN Q/E

La relación de la demanda eléctrica (E) a la térmica (Q) permite visualizar la simultaneidad con que ocurren las demandas, pudiendo mostrar los siguientes dos posibles tipos de comportamiento:

- ◆ Uniformidad.
- ◆ Variaciones y valores máximos y mínimos.

Por ejemplo, si $Q/E > 0.5$, se trata de empresas o usuarios consumidores de energía eléctrica, tales como grandes talleres electromecánicos, comerciales y de servicios.

Si $Q/E < 0.1$, se trata de empresas o usuarios consumidores de calor como fábricas de cemento, cales, cerámicas, etc.

Cuando esta relación tenga un valor unitario o cercano a la unidad, se trata de empresas o industrias de consumo equilibrado, como fábricas de papel, industria química, petroquímica alimentaría y textil etc.

En base al criterio anterior, la siguiente tabla plantea la relación de energía térmica / energía eléctrica durante el año 2006

Año 2006				
Mes	Total KW/h	KJ	Calor térmico (KJ)	Q/E
Enero	189	6,8035E+11	929910046	0,00136682
Febrero	182	6,5515E+11	615386647	0,00093931
Marzo	196	7,0554E+11	857900660	0,00121594
Abril	186	6,6955E+11	914797347	0,00136629
Mayo	206	7,3974E+11	1153077331	0,00155876
Junio	201	7,2354E+11	1026983643	0,00141938
Julio	206	7,4154E+11	1048926417	0,00141452
Agosto	212	7,6314E+11	1130207397	0,001481
Septiembre	204	7,3434E+11	1124644441	0,0015315
Octubre	219	7,8834E+11	982479988	0,00124627
Noviembre	200	7,1994E+11	1315021186	0,00182656
Diciembre	183	6,5875E+11	1034709972	0,00157072

Tabla 6- 1 Relación Q/E en el año 2006

Posteriormente se efectuó el mismo análisis para la relación de energía durante el periodo del año 2007. la siguiente tabla expresa dicha relación.

Año 2007				
Mes	Total KW/h	KJ	Calor térmico (KJ)	Q/E
Enero	200	7,19942E+11	1094048178	0,001519633
Febrero	179	6,45788E+11	1026983643	0,001590279
Marzo	200	7,19942E+11	838461217	0,001164623
Abril	192	6,91145E+11	901508061	0,001304369
Mayo	210	7,5594E+11	1347780820	0,001782921
Junio	199	7,16343E+11	861331150	0,001202401
Julio	207	7,4514E+11	987733892	0,001325568
Agosto	208	7,4874E+11	966100171	0,001290301
Septiembre	197	7,09143E+11	982170935	0,001385011
Octubre	202	7,27142E+11	1050162630	0,001444234
Noviembre	180	6,47948E+11	952501832	0,001470028
Diciembre	165	5,93952E+11	875238542	0,001473583

Tabla 6- 2 Relación Q/E para el año 2007

Finalmente analizamos la relación para el año 2008. La siguiente tabla constituye dicha relación mes por mes

Año 2008				
Mes	Total KW/h	KJ	Calor térmico (KJ)	Q/E
Enero	181	6,51548E+11	996387380	0,001529262
Febrero	174	6,2635E+11	874620436	0,001396377
Marzo	179	6,44348E+11	784067861	0,001216838
Abril	180	6,47948E+11	832589207	0,001284963
Mayo	183	6,58747E+11	789630818	0,001198685
Junio	186	6,69546E+11	815591283	0,001218125
Julio	192	6,91145E+11	718548591	0,00103965
Agosto	190	6,83945E+11	745127163	0,001089454
Septiembre	184	6,62347E+11	719784804	0,001086719
Octubre	182	6,55148E+11	825480984	0,001259992
Noviembre	176	6,33549E+11	768924256	0,001213677
Diciembre	158	5,68754E+11	711131316	0,001250331

Tabla 6- 3 Relación Q/E para el año 2008

CONCLUSIONES

Hoy en día resulta muy importante el cuidado de los recursos renovables y no renovables de nuestro país, para ello se ha fomentado el empleo de tecnologías que permitan ahorrar energía. La Cogeneración, aporta una reducción con respecto a la dependencia de derivados del petróleo, reflejando un menor impacto ambiental, particularmente a reducción de CO₂ y SO₂ se refiere, ya que estos son directamente proporcionales a la cantidad y composición de combustible quemado.

Para nuestro caso de estudio, una micro-cogeneración es el resultado óptimo, el cual permite ser más eficiente a la industria de Leche y contribuir al ahorro del sector eléctrico de nuestro país.

Debido al análisis de los datos obtenidos, y empleando la metodología de un diagnóstico energético de primer grado se pudo establecer la viabilidad de un sistema de micro-cogeneración, debido a que los consumos eléctricos se encuentran por debajo de los 50KW, además de que poseen la ventaja de tener ahorros en pérdidas por transporte y transformación sin olvidar que optimizan el uso de la energía primaria, al ser menor el consumo de ésta, contribuye a la reducción de contaminantes a nivel ambiental.

La propuesta de micro-cogeneración para la industria de Leche, reducirá los consumos de la facturación para los costos de producción, dando como resultado un aumento en la competitividad de la industria. Pero lo más importante de esta nueva tecnología será la de eliminar la central térmica (caldera); por que además de que dispone de un alto costo para su mantenimiento, ocupa una superficie mayor para su funcionamiento.

Esta nueva tecnología también brinda la posibilidad de emplear el gas natural dentro de la gama de combustibles, ya que resulta menos contaminante; permite disponer de sistemas de generación más modernos y eficientes. Asegura también la viabilidad de su operación al ser un combustible muy limpio.

Al establecer las relaciones entre energía térmica y eléctrica se observó que la relación está por debajo de los índices establecidos para implementar un sistema de Cogeneración, además de que los requerimientos térmicos son muy pocos.

Otro aspecto muy importante para la decisión de implementar una microcogeneración, se debió a que el vapor se encuentra en condiciones bajas, no se requiere de un vapor sobrecalentado con temperaturas superiores a los 400 °C, y es ahí donde la micro turbina otorga una mejor alternativa de eficiencia, ya que aporta agua caliente a temperatura de 95°C.

CONCLUSIONES

Con esta tecnología permitirá ser más rentable a la industria lechera, ser más eficiente con sus energéticos y la implementación del gas natural por el Diesel, repercutiendo en bajos niveles de contaminación.

A través de la metodología de un diagnóstico energético de primer nivel logramos observar varios puntos rojos tanto del área térmica, como del área eléctrica de entre los cuales tenemos los siguientes:

- 1.- La caldera opera muy ineficientemente a demás de que continúa emitiendo gases contaminantes, ya que emplea el diesel como combustible.
- 2.- No tiene línea de retorno de condensados por lo que hay un desperdicio considerable de energía
- 3.- El vapor destinado para el área de lavado de canastillas se desperdicia y no existe línea de retorno.
- 4.- La industria lechera sigue disponiendo de equipos con más de 20 años de antigüedad lo que repercute en constantes mantenimientos para los motores
- 5.- Tanto el área de producción como de oficinas, desperdician grandes cantidades de energía eléctrica al mantener lámparas en muy mal estado o simplemente por que continúan en uso cuando no se requiere.

Desafortunadamente no se abordó más minuciosamente este diagnóstico, ya que se requería de datos de operación de cada uno de los equipos y un historial más detallado de su mantenimiento.

GLOSARIO

ABSORCIÓN: Es la operación unitaria que consiste en la separación de uno o más componentes de una mezcla [gaseosa](#) con la ayuda de un [solvente líquido](#) con el cual forma [solución](#) (un [soluto](#) A, o varios solutos, se absorben de la fase gaseosa y pasan a la líquida). Este proceso implica una difusión molecular turbulenta o una transferencia de masa del soluto A a través del gas B, que no se difunde y está en reposo, hacia un líquido C, también en reposo.

AERODERIVADAS: Son aquellas que tiene su origen en turbinas diseñadas para propulsar aviones, son compactas, robustas, tienen una alta relación potencia/peso, son versátiles de operar, ya que al derivar de aviones estos nos van siempre a un ritmo constante y pueden necesitar subidas o bajadas rápidas de potencia, su arranque es más sencillo que las diseñadas para uso industrial puro. Sus potencias rondan los 50 MW. Todas estas características las hacen fáciles de mantener y sustituir en caso necesario.

CALOR: Es un tipo de energía que puede ser generado por [reacciones químicas](#) (como en la combustión), [reacciones nucleares](#) (como en la fusión nuclear de los [átomos](#) de [hidrógeno](#) que tienen lugar en el interior del [Sol](#)), disipación electromagnética (como en los hornos de microondas) o por disipación mecánica (fricción). Su concepto está ligado al [Principio Cero de la Termodinámica](#), según el cual, dos cuerpos en contacto intercambian energía hasta que su [temperatura](#) se equilibre. El calor puede ser transferido entre objetos por diferentes mecanismos, entre los que cabe reseñar la [radiación](#), la [conducción](#) y la [convección](#), aunque en la mayoría de los procesos reales todos los mecanismos anteriores se encuentran presentes simultáneamente en mayor o menor grado.

CAPACIDAD CALORIFICA: La capacidad calorífica de un cuerpo es el cociente entre la cantidad de [energía](#) calorífica transferida a un cuerpo o sistema en un proceso cualquiera y el cambio de temperatura que experimenta. En una forma menos formal es la energía necesaria para aumentar 1 [K](#) su temperatura, (usando el [SI](#)) Indica la mayor o menor dificultad que presenta dicho cuerpo para experimentar cambios de temperatura bajo el suministro de calor.

CALOR ESPECÍFICO: El calor específico de una sustancia o sistema termodinámico es una [magnitud física](#) que se define como la cantidad de [calor](#) que hay que suministrar a la unidad de masa del sistema considerado para elevar su temperatura en una unidad (kelvin o grado Celsius) a partir de una temperatura dada; en general, el valor del calor específico depende de dicha temperatura inicial.

CATALASA: La catalasa es una [enzima](#) que se encuentra en organismos vivos y [cataliza](#) la descomposición del [peróxido de hidrógeno](#) (H_2O_2) en [oxígeno](#) y [agua](#).

COADYUVAR: Contribuir al [logro](#) o [realización](#) de una actividad.

COGENERADOR: Es aquella persona natural o jurídica que produce energía utilizando un proceso de Cogeneración y que puede o no, ser el propietario del sistema de Cogeneración.

COLOIDAL: En [química](#) un coloide, suspensión coloidal o dispersión coloidal es un sistema físico-químico formado por dos [fases](#): una continua, normalmente fluida y otra dispersa en forma de partículas; por lo general sólidas, de tamaño [mesoscópico](#) (a medio camino entre los mundos [macroscópico](#) y [microscópico](#)). Así, se trata de partículas que no son apreciables a simple vista, pero mucho más grandes que cualquier [molécula](#)

DISACARIDO: Los disacáridos o azúcares dobles son un tipo de [hidratos de carbono](#), o carbohidratos, formados por la condensación (unión) de dos [monosacáridos](#) iguales o distintos mediante enlace O-glucosídico (con pérdida de una molécula de agua), mono o dicarbonílico, que además puede ser α o β en función del -OH hemiacetal o hemicetal.

EFICIENCIA: La palabra eficiencia proviene del latín efficientia que en español quiere decir, acción, fuerza, producción. Se define como la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. No debe confundirse con [eficacia](#) que se define como la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera. Eficiencia tiene varios significados, aunque todos ellos están relacionados pues involucran una razón en la que el [denominador](#) representa la entrada, insumo o input en algún sistema, en tanto que el [numerador](#) representa la salida, producto o output del mismo.

ENZIMA: En [bioquímica](#), se llaman enzimas las sustancias de naturaleza [proteica](#) que [catalizan reacciones químicas](#), siempre que sea [termodinámicamente](#) posible (si bien no pueden hacer que el proceso sea más termodinámicamente favorable). En estas reacciones, las enzimas actúan sobre unas [moléculas](#) denominadas [sustratos](#), las cuales se convierten en diferentes moléculas, los productos. Casi todos los procesos en las [células](#) necesitan enzimas para que ocurran en tasas significativas.

HIDROFOBICO: El término hidrofobia proviene del griego, donde se combinan las palabras hydrós ([agua](#)), y fobos ([horror](#)). Por lo tanto, algo hidrófobo es aquello que tiene horror al agua. En el contexto fisicoquímico, el término se aplica a aquellas sustancias que son repelidas por el agua o que no se pueden mezclar con ella. Un ejemplo de sustancias hidrófobas son los [aceites](#).

HIDROFILICO: Hidrófilo de la palabra griega hydros (agua) y philia (amistad); es el comportamiento de toda [molécula](#) que tiene afinidad por el [agua](#). En una [disolución](#) o [coloide](#), las partículas hidrófilas tienden a acercarse y mantener contacto con el agua. Las moléculas hidrófilas son a su vez lipóforas, es decir no tienen afinidad por los [lípidos](#) o grasas y no se mezclan con ellas.

INOCUO: Incapaz de dañar

INSUMO: El insumo es un bien consumible utilizado en el proceso productivo de otro bien. Este término, equivalente en ocasiones al de [materia prima](#), es utilizado mayormente en el campo de la producción [agrícola](#). Los insumos usualmente son denominados factores de la producción o recursos productivos. En general los insumos pierden sus propiedades y características para transformarse y formar parte del producto final. Para el caso de servicios se alude a los recursos de entrada al proceso cuyo flujo de salida es el servicio entregado

LACTEO: Los lácteos, también denominados productos lácteos, son aquel grupo de alimentos que incluyen la [leche](#), así como sus [derivados](#) procesados (generalmente [fermentados](#)). Las plantas industriales que producen estos [alimentos](#) pertenecen a la [industria láctea](#) y se caracterizan por la manipulación de un producto altamente perecedero, como es la leche, que debe vigilarse y analizarse correctamente durante todos los pasos de la [cadena de frío](#) hasta su llegada al consumidor

LEUCOCITO: Célula de la sangre y de la linfa, que no posee hemoglobina, por lo que contrasta con los glóbulos rojos por su falta de coloración. Puede ser de varios tipos diferentes y cumple un papel fundamental en la lucha contra las infecciones.

MACROSCOPICO: En [física](#), el nivel macroscópico es el nivel de descripción en que la posición o estado físico concreto de las partículas que integran un cuerpo puede ser resumido en una [ecuación de estado](#) que sólo incluye magnitudes extensivas (volumen, longitud, masa) y magnitudes intensivas promedio (presión, temperatura).

MEMBRANA: Una membrana es un elemento estructural bidimensional sin [rigidez flexional](#) que soporta [tensiones](#) y [esfuerzos normales](#).

MICROSCOPICO: Un cuerpo microscópico es un objeto que por su tamaño, es imposible verlo a simple vista, se necesitan aparatos como [microscopios electrónicos](#) para poder verlo o detectarlo. En el terreno de la [Física](#), al hablar del nivel microscópico se alude a partículas subatómicas ([electrones](#), [protones](#), etc.). En general la descripción del nivel microscópico requiere el uso de las ecuaciones y reglas de la [mecánica cuántica](#).

MOLÉCULA: En [química](#), una molécula es una partícula neutra formada por un conjunto de [átomos](#) ligados por [enlaces covalentes](#) (en el caso del [enlace iónico](#) no se consideran moléculas, sino redes cristalinas), de forma que permanecen unidos el [tiempo](#) suficiente como para completar un número considerable de [vibraciones moleculares](#). Constituye la mínima cantidad de una [sustancia](#) que mantiene todas sus [propiedades químicas](#).

PARTÍCULA: Una porción o fragmento muy pequeño de algo. Una porción de materia extremadamente pequeña como un [átomo](#) o un [núcleo](#) atómico.

PERCAPITA: Per cápita es una [locución](#) latina de uso actual que significa literalmente por cabezas (está formada por la [preposición](#) per y el [acusativo](#) plural de caput, capitis 'cabeza').

Generalmente, se utiliza para indicar la [media](#) por persona en una [estadística](#) determinada, generalmente de [ingresos](#). Así, se utilizan los índices de la [renta per cápita](#), los ingresos familiares per cápita, o el [PIB](#) per cápita.

pH: El pH es una medida de la [acidez](#) o [basicidad](#) de una [solución](#). El pH es la concentración de iones [hidronio](#) [H₃O⁺] presentes en determinadas sustancias. La sigla significa "potencial de [hidrógeno](#)" (pondus Hydrogenii o potentia Hydrogenii; del latín pondus, n. = peso; potentia, f. = potencia; hydrogenium, n. = hidrógeno)

POTENCIAL: En [física](#) se define el potencial como una [magnitud](#) que puede ser [escalar](#) o [vectorial](#), que sirve para describir la evolución o variación probable de otra magnitud. Generalmente los potenciales aparecen para describir a un [campo físico](#) y también aparece en [termodinámica](#)

REPOTENCIACIÓN: El reemplazo de un motor que ha dejado de funcionar, por uno que ha sido remanufacturado o reconstruido.

RIBOFLAVINA: La vitamina B2, llamada así en primera instancia, contenía sin duda una mezcla de factores promotores del desarrollo, uno de los cuales fue aislado y resultó ser un pigmento amarillo que ahora se conoce como riboflavina. La riboflavina sigue denominándose a veces con el nombre de vitamina B2, lo cual no es estrictamente correcto. La riboflavina pertenece al grupo de pigmentos amarillos fluorescentes llamados flavina

SUSPENSIÓN: Las suspensiones son [mezclas heterogéneas](#) formadas por un sólido en polvo ([solute](#)) o pequeñas [partículas](#) no solubles (fase dispersa) que se dispersan en un medio líquido (dispersante o dispersora). Cuando uno de los componentes es agua y los otros son sólidos suspendidos en la mezcla, son conocidas como suspensiones mecánicas.

TERMICO: Dícese de la temperatura. Que mantiene la temperatura de una cosa.

TURBINA: Turbina es el nombre genérico que se da a la mayoría de las [turbo máquinas](#) motoras. Éstas son máquinas de fluido, a través de las cuales pasa un fluido en forma continua y este le entrega su energía a través de un rodete con paletas o [álabes](#). Las turbinas constan de una o dos ruedas con paletas, denominadas rotor y estator, siendo la primera la que, impulsada por el fluido, arrastra el eje en el que se obtiene el movimiento de rotación.

El término turbina suele aplicarse también, por ser el componente principal, al conjunto de varias turbinas conectadas a un [generador](#) para la obtención de [energía eléctrica](#)

BIBLIOGRAFIA.**Textos**

- I. Cengel Yunus A, "Termodinámica 5ª Edición", Mc Graw Hill, México 2006.
- II. Andrews, Frank, C "Thermodynamics: principles and applications", New York, Wiley-Interscience 1971.
- III. Balzhiser, Richard E "Termodinámica química para ingenieros", Englewood Cliffs, New Jersey México: Prentice-Hall International, 1980.
- IV. Hu, S David "Cogeneration" Reston, V.A Reston 1985
- V. Spiewak, Scott A "Cogeneration and small power production manual" 5ª Edición Lilburn, GA: Fairmont, 1997.
- VI. Instituto para la diversificación y ahorro de energía "Técnicas energéticas especiales: residuos, cogeneración y recuperación" Madrid: IDEA, 1989.
- VII. Orlando. Joseph A. "Cogeneration Planner's" Edición Lilburn The Fairmont Press. INC. 1991
- VIII. Nelson. E. "Guide To Natural Gas Cogeneration" The Fairmont Press. INC 1991
- IX. M.J. Moran. H. N. Shapiro "Fundamentos de Termodinámica Técnica" Reverte 1995
- X. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), "Esquemas de Cogeneración" Secretaría de Energía, México 1995
- XI. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), "Diseño de Sistemas de Cogeneración" Secretaría de Energía, México 1995
- XII. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) "Diagnósticos Energéticos", Secretaría de Energía, México 1995
- XIII. Perry. Green "Manual del Ingeniero Químico" Mc Graw Hill Séptima edición.
- XIV. Buendía Domínguez, Eduardo, "Perspectivas e Impacto de la cogeneración en México" Diplomado de Cogeneración, México 1991.

- XV. Charles Alais "Ciencia de la Leche" Principios de Técnica Lechera Cía. Editorial continental, S.A. de C.V México, DF. 1970.
- XVI. E. Cardona, A. Piacentino, "A methodology for sizing a trigeneration plant in Mediterranean areas", Applied Thermal Engineering, 23, 1665-1680, 2003.
- XVII. J.C. Bruno, A. Ortiz, A. Coronas, "Aplicaciones e implantación actual de la refrigeración por absorción en plantas de cogeneración", Energía, 179, 2004.
- XVIII. The American Water Works Association , Inc. Water Quality and Treatment Third Edition.
- XIX. Lizarraga. J. M "Cogeneración, aspectos termodinámicos, tecnológicos y economicos" 1994.
- XX. Habib. M. A "Thermodynamic analysis of performance of cogeneration plants" Energy Vol 17

ARTÍCULOS

- XXI. Cogen Europe, "Who's Who in European Cogeneration 2000-2001" septiembre 2001.
- XXII. Makansi, J., "La Cogeneración y los Productores Independientes de energía" Instituto de investigaciones eléctricas (IIE)
- XXIII. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), "Elementos para la exposición de motivos y la elaboración de un régimen especial para la cogeneración en el mercado eléctrico mexicano" Mayo de 2002
- XXIV. Comisión reguladora de energía (CRE) "Infocre", varios reportes, México 1998,1999,2000
- XXV. " Cogeneration and On Side Power" Vol 9 N° 6 2008.
- XXVI. Joseph Sinclair "Cogeneration" Heating/Piping/Air Conditioning, November 1994.
- XXVII. Energy Conservation Center "Energy Conservation Technology", Japan, 1994.
- XXVIII. CEPAL(Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2007), "Foro internacional sobre políticas públicas para el desarrollo de México" México, D.F., 7 y 8 de febrero.
- XXIX. Foro sobre la aplicación regional de desarrollo sostenible, Santiago de Chile "Energía para el desarrollo sostenible, desarrollo industrial, contaminación del aire/atmósfera y cambio climático: resultados, tendencias y desafíos para América Latina y el Caribe", documento presentado en el primer, 19 y 20 de enero. 2006.
- XXX. Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (documento de trabajo), Ministerio de Economía y Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa, 27 de junio de 2003.
- XXXI. Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México, Secretaría de Energía (SENER) y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), enero 2006.

- XXXII. Charles R. Peters "Water Treatment for Industrial Boiler Systems Industrial" Water Engineering Magazine November/December 1980.
- XXXIII. N. Strachan, A. Farell. "Emissions from distributed vs. centralized generation: The importance of system performance". *Energy Policy*. Vol. 34. 2006.
- XXXIV. F. Jurado, A. Cano, J. Carpio. "Biomass based microturbine plant and distribution network stability". *Energy Conversion & Management*. Vol. 45. 2004.
- XXXV. P. Pilavachi. "Mini- and micro-gas turbines for combined heat and power". *Applied Thermal Engineering*. Vol. 22. 2002.
- XXXVI. Bergman, O.; Fraile, D. y Marjokorpi ,T. "Turbina de gas o motor diesel para una instalación de cogeneración", Jornadas de Cogeneración´92, Madrid.
- XXXVII. Fraile, D. "Sistemas de recuperación de calor en cogeneración", INGENIERIA QUIMICA, marzo (1996).
- XXXVIII. Fraile, D. "Mejora de la competitividad en cogeneración", INGENIERIA QUIMICA, marzo (1998).
- XXXIX. Ing Julio Montalvo "Descripción de tecnologías y aplicación en eficiencia energética, cambio de combustibles y cogeneración 18 Febrero, 2008"

SITIOS WEB

- XL. CONUEE (Antes CONAE) Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la energía. www.conuee.gob.mx
- XLI. Secretaría de Energía. www.sener.gob.mx
- XLII. Comisión Reguladora de Energía. www.cre.gob.mx
- XLIII. “AESAs: La Cogeneración” www.aesa.net
- XLIV. “Cogeneración” www.euskalnet.net
- XLV. “Eficiencia Energética en América del Norte: evolución y perspectivas” www.conuee.gob.mx
- XLVI. “Permisos para generación eléctrica del sector privado” www.conuee.gob.mx
- XLVII. Organización Latinoamericana de Energía www.olade.org
- XLVIII. “Comisión Federal de Electricidad” www.cfe.gob.mx
- XLIX. <http://europa.eu.int/comm/eurostat/>
- L. <http://www.cogen.org>
- LI. <http://www.energias-renovables.com>
- LII. <http://www.watergymex.org/contenidos/rtecnicos/Diagnosticos%20para%20agua%20y%20energia/CURSO%20BASICO%20DE%20AHORRO%20DE%20ENERGIA%20ELECTRICA.pdf>
- LIII. <http://www.iae.org.ar/presentaciones/Rabinovich-22.pdf>
- LIV. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAERFTE.pdf>
- LV. <http://www.sener.gob.mx/webSener/res/0/Programa%20Energias%20Renovables.pdf>