

111



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE QUIMICA

EXAMENES PROFESIONALES FACULTAD DE QUIMICA

IMPACTO ECONOMICO Y SOCIAL DE UNA TECNOLOGIA LIMPIA PARA LA PRODUCCION DE CEMENTO DENTRO DEL MARCO LEGAL Y LAS RESTRICCIONES ECOLOGICAS DEL SIGLO XXI.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

Q U I M I C O

P R E S E N T A

GUSTAVO ENRIQUE NUEVO FONSECA



MEXICO, D. F.

2000

10/27/00



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

COMITÉ ASISTENTE

Presidente Prof. Eduardo Rojas de Fiegl

Vocal Prof. José Luis Padilla de Alba

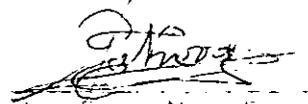
Secretario Prof. Ernesto Pérez Santana

1er. Suplente Prof. María del Socorro Cassaigne Hernández

2o. Suplente Prof. María Cortés Leónora

Este Comité se le atribuye el área de Enseñanza de Química

Asesor   
Prof. José Luis Padilla de Alba

Coordinador   
Gustavo Enrique Miravalles

## **Dedicatorias, agradecimientos, comentarios y todo el rollo anexo que conlleva esta parte, sección y/o capítulo.**

**¡Chale hijo!** siempre pensé como escribir las dedicatorias de mi tesis y ahora no se que poner, creo que es lo mas difícil de la tesis.

**¡Mira hijo!** como no quiero caer en la forma tradicional de decir gracias porque sino esto va a terminar siendo un rollo de nunca acabar, quiero empezar diciendo gracias a mi familia: "Jefes" (Juan y Nohemi), mis "Brothers" ( Jorge y Octavio), mis tias, tios, parientes, a mis amigos y enemigos, similares y conexos de la R.M., por haberme aguantado, ayudado, respaldado, criticado, peleado etc... mi estancia en esta Facultad.

A quien tengo que agradecer de sobre manera es al "Big Boss" que atiende sus asuntos en su despacho en los confines mas elevados del cielo y que cada vez que le pedía un favor hacia a un lado todos sus asuntos mundiales y me ponía atención a mí, después de dedicarme todo el tiempo necesario regresaba a sus asuntos universales sin molestarse de que le volviera a pegar el grito.

**¡Chale hijo!** esto ya se puso denso, mejor regresemos a cosas terrenales. De las personas de la Facultad tal vez debo iniciar por los **amigos compañeros y congéneres de la misma carrera**, como Angel Mendoza Martinez, Jorge L. Lopez Zepeda, Luis A. Ortiz Frade (el ex Q.A.) y Guadalupe Osorio, a la triada Lety Flores, Rosana Ferari Z. y Adriana Gomez, a Juan Carlos Cazares por las pláticas de artes marciales, boxeo y policias judiciales, a Gina Miralrio, Gina Gomez y Nadeshda Cossette.

**Tambien** a los "Inges". Francisco Garcia L. ("pacote"), Manuel Contreas (1er sem.), Angélica Gomez (ibidem) QFB Hector R. Montoya (ibidem también), Ariadna Gutierrez (3er ibidem), Cristina Castellanos (ibidem del ibidem) y Enrique Caballero (un despistado Q.A.).

**Gracias a la Facultad** por ser el lugar donde pasaba en ocasiones desde las 9:00 AM hasta las 8:00 PM, francamente ya no recuerdo que hacia durante ese tiempo.

**Gracias a los sopes de Doña Lucha, a los tacos de canasta del Sr. de la bicicleta azul, a la Sra. de los tamales de las 8:00 AM, a las cafeterias de química, ingeniería, medicina, a las tortas de biomédicas, a las gorditas y sopes de ciencias, al "Joe Special" de Diseño Industrial, a los Hot-dogs de a peso y a los tacos al pastor y pollos rostizados del paseo de la tifoidea (de las Facultades).**

Gracias a la **Química Analítica**, por enseñarme lo que es la úlcera prematura, a los **electrones voladores**, por enseñarme otra dimensión de la vida, gracias a **Estructura de la Materia** por hacerme fumar sin necesidad de tener que recurrir al vicio, gracias a la **Orgánica** y sus “mentados” mecanismos de reacción, a **espectroscopía** por terminar con dolor de ojos.

Gracias a Morrison, Charlot (el “bendito” Charlot), Stryer, Lehninger, Huheey, Skoog y tantos otros por permitirme introducirme en sus intimidades.

Gracias al **sistema de horarios de la Fac.** por darnos la dicha de tomar una clase en el 3er piso del edif. B e inmediatamente otra en el 4º del A.

Gracias a los **torneos de cascarita** de la explanada por darnos distracción entre las clases, incluyendo las “campales” que se armaban, y los partidos de las mujeres (mmmmm !!!)

No le digo a los Pumas gracias, porque pues no le voy a los pumas (**¡yo si se de futbol!**).

Muy en especial gracias a las “**Quemas de Batas**” por lo que significan, implican, aplican, e influyen como algunos de los recuerdos mas marcados.

**No puedo dejar de mencionar** a los HH ciudadanos “Profes”, en especial a las HH C. Profas. Herminia Loza, Silvia Mendoza, Aurora Ortegón (ex-jefa de la ofna. de tesis), la “Big Boss” Lena Ruiz, Sara Meza, Erika Martin, Martha Sosa Elvira Santos y Helio Flores, así como Fernando Leon (el master de masters) y Manuel M. Stivalet, y a Carlos Damian (Inst. de Quim.).

A los inigualables Mayo Martinez, Victor Ugalde e Isabel Gracia.

P.D. a Gustavo Garduño por hacerme sufrir ( y recurrar) desde primer semestre.

Entre los HH C. P. talvez a quien debo darle un apartado especial es a la **M. en C. Ma. del Rayo Salinas**, ya que si hay alguien a quien le debo el haber aprendido lo que era trabajar, disfrutar y sufrir la chamba de laboratorio es a ella, y por conservar su amistad.

Por muy, muy, muy, **diversas y variadas razones**, debo incluir en esta pequeña lista de la Fac. a Tayde Rojas, Claudia Segura, Maritzel Rosas, Edith M. de Oca, Edith Cortés, Ileana Tellez, Andrea Flores, Naibi Lopez, Angie de la Torre, Paty Severiano, Elena Lombardero. Carmina Nuñez, Adriana Ramirez Toledo, Belem Martinez, Griselda Ladrón, Virginia Jauregui y en especial Arisaí Gonzalez.

**Y por si faltaba**, del Inst. de Quim. a Leticia Sandoval, Thelma ( la de La Salle), Claudia Contreras y Rocio ( del IR), Julia Barajas (la de enfrente) e Ingrid (la del Fondo).

No crean que me he olvidado del **Jurado**: al Ing. Eduardo Rojo de Regil, Ing. Ernesto Perez Santana, al Ing. Jose Luis Padilla de Alba quien me asesoró esta tesis y con quien estaré en deuda por toda la vida, y a la Quim. Rocio Cassaigne, responsable, culpable, y originadora de que éste tema tuviera un inicio.

**Finalmente** ha llegado el momento de incluir a la bola, banda, comparsas y/o grupo de élite de reacción inmediata, con quienes, y en compañía de nuestro amigo de la ex-Union soviética, el Sr. Kerenki, tenemos mucho que comentar y compartir por el resto de nuestras vidas y a quienes procedo a mencionar en riguroso orden alfabético:

Jorge Arturo Barragán (el Arq.).  
Rodolfo Garcia Herrero.  
Isela Gonzalez Urbán.  
Adriana Licona Ponce.  
Gustavo Trujillo Flores.

y si alguien tiene duda, queja, o reclamo de lo aqui expuesto, "pues que se vaya a la"..... "con la mas"..... "de su"....."

## Índice.

	Pág.
Capítulo I	Introducción. . . . . 1
Capítulo II	Primeros Antecedentes. . . . . 4
Capítulo III	El Cemento. . . . . 6
Capítulo IV	La Producción de Cemento y la Contaminación Ambiental. . . . . 17
Capítulo V	Normatividad. . . . . 20
Capítulo VI	Normas ISO - 14000. . . . . 25
Capítulo VII	Desarrollo de Tecnologías Limpias Para Plantas de Cemento. . . . . 30
Capítulo VIII	Análisis y Discusión de las Tecnologías Desarrolladas en las Plantas de Cemento. . . . . 46
Capítulo IX	Conclusiones y Recomendaciones. . . . . 56
Bibliografía. . . . .	59

## I.- Introducción.

### Objetivos.

En el presente trabajo se pretende establecer cuales son las condiciones ambientales con las que trabaja la industria del cemento en México. La originalidad de ésta trabajo es, que se toman en cuenta todos los aspectos que, desde diferentes perspectivas tienen una importancia fundamental como son el económico, social y tecnológico, integrándolos en un mismo análisis.

### 1.1.-Cemento.

Joseph Aspdin de nacionalidad inglesa, inventó en 1824, el cemento "Portland", término genérico que se utiliza para designar al polvo hidráulico de mas uso en el mundo.<sup>1</sup> Aspdin le dió el nombre de "Portland" porque el concreto hecho con ese producto se asemejaba al color de la piedra natural de Portland, una península inglesa al oeste de la isla Wight.

El cemento "Portland" es el material de construcción de mayor uso en el mundo; sus aplicaciones se hacen principalmente en forma de concreto mezclado con agua, arena, grava y otros materiales. El cemento Portland es un polvo mineral finamente molido, resultante de la trituración, mezcla, y calcinación de los siguientes materiales de origen natural: la caliza, la arcilla y pequeñas cantidades de otras materias primas.

El polvo de cemento "Portland" llega a transformarse en sólida roca moldeada por el sabio trabajo del constructor, resultado de la reacción química que ocurre al mezclar cemento y agua. Al conjuro del cemento se han levantado obras espectaculares de la ingeniería y arquitectura moderna. A lo largo de mas de una centuria, la ciencia ha venido arrancando al grano de cemento los secretos de su naturaleza, hasta lograr un producto cada vez más adecuado al servicio de la construcción moderna.

El cemento Portland es de tipo hidráulico, fragua lo mismo al aire libre que debajo del agua y adquiere, además, una resistencia mucho mas elevada. En México se elaboran actualmente diversos tipos de cemento Portland, como el "I" para usos generales, el "II" modificado que se destina a construcciones de concreto expuestas a una acción de sulfatos entre otros.

<sup>1</sup> Mena, C.R. y Monroy, S. J. 1999

El Cemento Portland. Cementos Anáhuac S.A. de C.V.

De acuerdo con la definición que aparece en la Norma Oficial de Calidad (de la Dirección General de Normas, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, SECOFI), el cemento Portland es el material que proviene de la pulverización del producto obtenido por fusión incipiente de materiales arcillosos y calizas que contengan los óxidos de calcio, silicio, aluminio y hierro, en cantidades convenientemente calculadas y sin mas adición posterior que yeso sin calcinar y agua, así como otros materiales que no excedan del 1% del peso total y que no sean nocivos para el comportamiento posterior del cemento.

Para la obtención de tal composición se requieren dos materias primas esenciales: las calizas a base de carbonato de calcio y como material ácido se dispone de granitos, andesita, riolita, arcillas o escorias, siendo usual también el empleo de mineral de hierro para aumentar el contenido de óxido férrico en el material ácido.

Como en la naturaleza, las materias primas mencionadas existen en mayor o menor grado de pureza, de tal manera que, en las calizas se encuentra cierta proporción de óxidos ácidos y en las rocas ácidas se encuentra cal en mayor o menor proporción; es indispensable analizar cuidadosa y separadamente cada una de las materias primas para dosificarlas, de acuerdo con las propiedades que se deseen en el cemento.

Para que el cemento Portland tenga una calidad uniforme se deben regular cuidadosamente las proporciones de piedra caliza y arcilla, así como de las otras materias primas que puedan intervenir en la composición de sus diferentes tipos.

Para ello se hace el análisis químico de los materiales y en base a dicho análisis se calculan correctamente las mezclas, asegurándose una adecuada combinación, así como las propiedades correspondientes al tipo de cemento requerido. Esta es una de las labores principales del laboratorio y del químico de la fábrica.

## 1.2.- Tecnologías limpias y medio ambiente.

En las distintas fases del proceso de producción del cemento puede haber desprendimiento de partículas de polvo fino, así como humo, gases y otros tipos de contaminación del aire, además de producir ruido vibraciones debido a la operación de la maquinaria. Ante esto deben tomarse medidas para proteger al medio ambiente. Estas medidas pueden llegar a costar alrededor del 20% del costo total de la producción.

En la República Mexicana se han creado diversas normas de control y protección al medio ambiente, las cuales han sido publicadas en el Diario Oficial y que establecen textualmente: "Que las plantas productoras de cemento generan emisiones que deterioran la calidad del ambiente, por lo que es necesario su control a través del establecimiento de niveles máximos permisibles de emisión que aseguren la conservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

También se ha legislado a nivel nacional para evitar el deterioro ecológico como la "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente" elaborada por la Scretaria del Medio Ambiente y el gobierno federal.

Entre las normas mas recientes que están aplicándose en las industrias y empresas se encuentran las llamadas ISO - 14000 <sup>2</sup>. Las normas ISO - 14000, segunda serie de estándares administrativos de la ISO, próximamente serán adoptadas en nuestro país, siguiendo el camino abierto por la serie ISO-9000. Esta serie, la 9000, corresponde a estándares de control de calidad, de producción, de producto terminado, servicios y/o tecnologías para la industria, mientras que la serie 14000, corresponde unicamente a todo lo relativo a control ambiental.

Muchas empresas están desarrollando sistemas de administración ambiental, con el propósito de mejorar su desempeño, cumplir mas eficientemente con sus obligaciones ambientales y obtener ventajas competitivas. Alrededor de estas normas, se ha generado una serie de inquietudes debido a su posible uso como barreras comerciales, o bién, por estar en competencia con alguna Ley ambiental, por lo que, conviene, conocer el sentido y el contenido de estas normas.

<sup>2</sup> Barrera, C.J. 1998. ISO-14000 ¿Protección p  
Proteccionismo? Méx. Gaceta Ecológica  
INE. 45, 66-75 . pág 66.

## II.- Primeros Antecedentes.

El nombre de cemento data de la época de los romanos, quienes denominaron a un concreto similar a un enladrillado hecho a partir de piedras y un sellador de cal "cocida" como "opus caementitium"<sup>1</sup>. Mas tarde aditivos como arenas volcánicas, las cuales eran mezcladas con cal cocida para obtener un sellador hidráulico, dieron los nombres de cementum, caement, y cemento.

El Inglés John Smeaton descubrió que la arcilla jugaba un papel muy importante en las propiedades de endurecimiento del cemento de cal, cuando buscaba un sellador para la construcción que fuera resistente al agua. James Parker llamó Cemento Romano a la "cal romana", la cual se obtenía por calcinación, El francés Louis Vicat y el alemán Johann John descubrieron independientemente cada uno, que las mezclas de la piedra caliza con 25-30% de arcilla, eran mas convenientes para la producción de la cal hidráulica.

Finalmente Joseph Aspdin, por medio del calentamiento de la mezcla artificial de piedra caliza y arcilla con la cal romana obtuvo un sellador al que llamó cemento Portland. Las piedras artificiales hechas de cemento Portland eran similares a la piedra de Portland, una piedra de cal óptica que se encuentra en la costa del canal en la península de Portland en Dorsetshire.

A partir de ese momento el cemento tomó otra dimensión. William Aspdin, hijo de Joseph Aspdin, comenzó la producción de cemento Portland en 1843 en una planta establecida cerca de Londres. Este cemento probó ser superior al cemento romano como se observó durante la construcción del edificio del parlamento en Londres. La razón de esta diferencia fue que una parte considerable de la mezcla era sintetizada durante la calcinación.

La importancia de este proceso de síntesis fue aparentemente apuntada por primera vez por Isaac C. Johnson en 1844. El primer cemento Portland alemán, basado en una versión inglesa fue producido en Buxtehude en 1850. Los fundamentos de la producción de cemento Portland en Alemania fueron efectuados por Hermann Bleibteu, quien instauró las primeras plantas.

La producción del cemento portland en Francia comenzó en 1850. En los Estados Unidos, David Saylor produjo por primera vez cemento clinker en 1870. Homogeneizó la materia prima por trituración y después colocó el polvo resultante en hornos para calcinación.

<sup>1</sup> Friedrich W.L. y Jorg K. 1988. Cement and Concrete. Germany: Ullmans. pág. 492

Wilhelm Michaelis jugó un papel importante en los desarrollos posteriores. Su libro "Morteros Hidráulicos" publicado en 1868, dió por primera vez, detalles de la composición óptima de las mezclas de la materia prima.

Al principio solo había disponibles hornos de túnel de fundición, pero mas adelante se comenzaron a emplear hornos de ladrillo en forma de anillo para calentar cemento clinker. El término cemento clinker tiene su origen en ésta época debido a que el material que iba a ser incinerado en los hornos anulares era colocado en ladrillos, los cuales eran posteriormente calentados como ladrillos ordinarios. Una traducción de la palabra clinker es "residuo de una fundición" o "producto de una fundición".

Los primeros hornos de cemento rotatorios fueron operados en los Estados Unidos en 1895 y en Alemania en 1896. El primer horno con precalentador fue introducido en Alemania en 1929 y el primer "ciclón" en 1950<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Idem. pág. 492

### III El Cemento.

#### 3.1.- Tipos de Cementos<sup>1</sup>.

Diferentes desarrollos económicos e industriales, la disponibilidad o escases de fuentes de materias primas y las condiciones climáticas han llevado a la creación de variantes en métodos y materiales de construcción y, por lo tanto, a diferentes tipos de cementos. De igual modo, existen diferencias substanciales en los estándares de composición de los cementos, su designación y sus requerimientos mínimos de un país a otro.

El término cemento portland, generalmente se refiere al cemento que proviene de un cemento clinker. El sulfato de calcio, el cual esta presente prácticamente en todos los cementos, es ignorado cuando se define la composición. El cemento portland blanco esta hecho de un cemento clinker el cual no contiene ningún componente con color, como por ejemplo la aluminoferrita de calcio.

Un cemento que contiene al menos un 60 % en peso de cemento clinker y algún aditivo terroso se clasifica como el resto de un cemento portland o como un cemento portland puzzolana. El cemento pozzolánico es de una importancia económica sustancial. En general contiene arriba del 40 % en peso de pozzolana como aditivo terroso.

El cemento de horno de aire se refiere al cemento que contiene entre 35-80% en peso de restos cristalizados. Otras sustancias con menor reactividad hidráulica solo pueden ser añadidas en cantidades inferiores al 40 % en peso.

Los cementos que tienen propiedades especiales son producidos para propósitos específicos.

Por ejemplo los cementos con una alta resistencia a sulfatos son usados para construcciones de concreto expuestas a soluciones de sulfatos, como en el caso de drenaje, diques y obras portuarias. Los cementos Portland con un contenido de aluminato tricálcico bajo, y los cementos de horno de aire con un alto nivel de escorias entran en esta categoría.

Realmente, los estándares de los cementos en diferentes países, definen específicamente límites para los componentes de los mismos cementos. El contenido de aluminato tricálcico en los cementos Portland altamente resistentes a sulfatos, esta limitado a 3-5% en peso, y el contenido de escoria en los cementos de horno de aire, con una alta resistencia a sulfatos debe ser al menos del 65 % en peso.

<sup>1</sup> Friedrich W.L. y Jorg K. 1988. Cement and Concrete. Germany: Ullmans. pág: 490.

Los cementos con un bajo calor de hidratación, usados en la producción de concreto masivo para la construcción, pueden ser tanto cementos portland que contienen pequeñas cantidades de aluminato tricálcico y silicatos tricálcicos

Los cementos con bajos álcalis, son usados en la producción de concretos que contienen grandes cantidades de agregados sensibles a los álcalis. Estos son cementos portland con un contenido máximo permitido de álcali del 60% en peso.

Los cementos supersulfatados contienen escorias de hornos de aire, con al menos el 5 % en peso de sulfato de calcio anhidro y un máximo de 5 % en peso de cemento clinker.

El uso de cementos repelentes al agua es una ventaja en ciertos tipos de construcción. Estos son cementos portland a los cuales se han adicionado pequeñas cantidades de sustancias repelentes al agua durante su producción.

Los cementos afines al aceite son usados para cementar cubiertas de acero, de pozos de aceite o gas a las paredes de una perforación. Y para sellar formaciones porosas. Son cementos Portland y pozzolanicos que normalmente se asientan a temperaturas altas debido a su composición.

Los cementos expandibles generalmente contienen grandes cantidades de aluminatos y sulfatos y se expanden durante el endurecimiento.

Los cementos para albañilería son selladores para enladrillado y trabajo de enyesado. Usualmente son mezclas de cementos clinker y rocas comprimidas a las cuales se les adicionan elementos para mejorar su funcionamiento, la tensión de agua y la resistencia a bajas temperaturas.

### 3.2.- Composición del Cemento<sup>2</sup>.

El cemento clinker consiste principalmente de silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y aluminoferrito de calcio. Esta hecho de una mezcla de materias primas que principalmente contienen óxido de calcio, dióxido de silicio, óxido de aluminio y óxido de hierro (III) en proporciones definidas. Cuando esta mezcla es calentada a la temperatura de desecamiento, nuevos compuestos forman las fases clinker.

<sup>2</sup> idem. pág: 493.

Los términos "alita y belita" fueron acuñados por A.E. Tornebohm quien examinó al clinker microscópicamente en 1897. Utilizó las primeras letras del alfabeto para representar los principales componentes porque no conocía su composición. Estos nombres aún son usados para distinguir entre los silicatos del clinker, los cuales siempre contienen pequeñas cantidades de óxido de aluminio, hierro, y magnesio en adición a compuestos alcalinos, y los silicatos puros.

#### Silicato Tricálcico.

Es el compuesto responsable de la mayoría de las propiedades del cemento. Endurece rápidamente y logra alcanzar una gran fuerza cuando esta finamente molido y mezclada con agua para dar una pasta. Esta formado por la reacción química entre óxido de calcio y dióxido de silicio y puede ser producido a partir de piedra caliza y arena de cuarzo.

Los materiales iniciales deber ser finamente pulverizados y calentados a temperaturas de 1450°C. La reacción procede rápidamente en la presencia de una mezcla fundente consistente en óxido de calcio, óxido de aluminio, y óxido de hierro (III). Por esta razón, las materias primas usadas en la producción del cemento clinker Portland contienen predominantemente óxido de calcio y dióxido de silicio con pequeñas cantidades de óxido de aluminio y óxido de hierro (III).

#### Silicato dicálcico.

Se presenta cuando el cemento clinker no está completamente saturado con óxido de calcio. Su endurecimiento hidráulico es el mismo que el silicato tricálcico;

#### Aluminoferrito de calcio.

Contiene todo el hierro y una parte del aluminio presente en el cemento clinker. Es una fase en el límite de las series de soluciones sólidas  $2CaO (Al_2O_3, Fe_2O_3)$  con  $2CaO Fe_2O_3$  (Ferrita de dicalcio) y  $2CaO (0.69 Al_2O_3, 0.31 Fe_2O_3)$  como sus productos.

En el cemento clinker normal la composición aproximada del aluminoferrito de calcio corresponde a la fórmula  $4CaO Al_2O_3 Fe_2O_3$ . Puede aceptar más del 2 % en peso de óxido de magnesio en su celda cristalina. Esto provoca un cambio en el color de café a gris -el color del cemento portland-. El aluminoferrito de calcio contribuye poco al proceso de endurecimiento hidráulico.

#### Aluminato tricálcico.

Contiene el óxido de aluminio que no está combinado en el aluminoferrito de calcio. No se mezcla fácilmente, liberando óxido de calcio. Su estructura cristalina puede aceptar alrededor del 0.5 % de óxido de calcio en exceso de las cantidades estequiométricas

El aluminato de calcio reacciona rápidamente con agua, pero sus propiedades hidráulicas no son muy pronunciadas. Aún así provee el reforzamiento inicial del cemento cuando se combina con silicatos.

#### Compuestos alcalinos.

De manera semejante a los sulfatos alcalinos y a los que contienen aluminato de calcio, son también componentes menores del cemento clinker. El clinker contiene arriba del 2.0 % en peso de los óxidos alcalinos ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) y arriba del 2 % en peso de sulfatos.

### 3.3.- Proceso de Fabricación del Cemento<sup>3</sup>.

En general hay dos tecnologías básicas de producción de cemento conocidas como: Proceso Húmedo y Proceso Seco. El primero está prácticamente en desuso por razones económicas (mayor consumo de energía)

El proceso seco consiste en reducir a polvo las materias primas, calcinarlas y transformarlas en cemento Portland. Se inicia con la selección de las canteras que contienen dos de las materias primas básicas: caliza y arcilla.

El proceso en la cantera esta integrado por 5 pasos:

Extracción.

Acarreo.

Trituración.

Prehomogeneización.

Embarque.

<sup>3</sup> Mena, C.R. y Mpnroy, S.J. 1999. El cemento Portland. Cementos Anáhuac. pág 7.

## Recepción de Materias Primas en la Planta.

Desde la extracción hasta el embarque, éstas materias primas son sometidas a rigurosos sistemas de control de calidad que permiten conocer con certeza su composición física y química.

La arcilla y la caliza se reciben en la planta vía góndolas de ferrocarril, donde son descargadas por gravedad y se deposita el material sobre bandas transportadoras hasta un almacén cerrado.

Generalmente las canteras de piedra caliza se trabajan empleando dinamita, cuya explosión desprende miles de toneladas de trozos de piedra. Con estos trozos de diversos tamaños, unos 60 cm., y aun mayores, se cargan grandes camiones o góndolas de ferrocarril que transportan la piedra a las potentes máquinas trituradoras (de mandíbula, rotatorias o de martillo) que reducen el tamaño de los trozos a solo unos quince centímetros de tamaño.

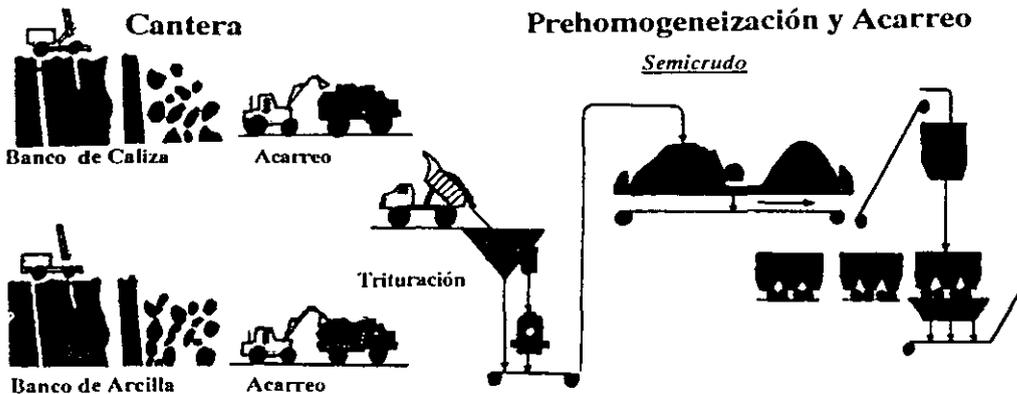


Fig. 1 Recepción de Materias<sup>4</sup>.

## Molienda de Materias Primas.

A continuación se transporta la piedra a otros quebradores de cono que la convierten a grava de un tamaño de unos 4 centímetros de diámetro o menor.

<sup>4</sup>idem pág: 8

La arcilla, la caliza y el mineral de hierro cuidadosamente dosificados, se introducen a los molinos para obtener una harina fina, a la cual se le llama "crudo".

La molienda se efectúa en circuito cerrado: el material al salir del molino, pasa a separadores centrífugos, los cuales separan el material fino que es enviado como producto terminado y el grueso retorna al molino, para que se efectúe un nuevo ciclo de molienda.

El secado de las materias primas utilizadas se efectúa en los mismos molinos, o bien en los tubos separadores.

Los molinos son cilindros revestidos con gruesas placas de acero, utilizando en su interior bolas de acero, pueden ser forjadas o fundidas, que andan sueltas en el interior del molino y producen la molienda por impacto, trituración y fricción, ocasionadas por el efecto del giro del molino.

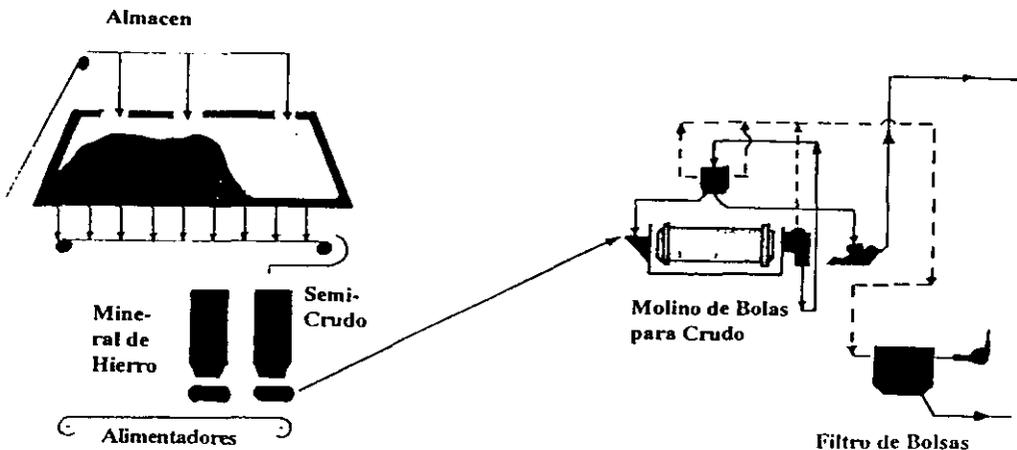


Fig. 2 Molienda de Materias<sup>5</sup>.

#### Silo de Homogeneización y Almacenamiento.

Una vez obtenida la harina cruda, se deposita en un silo de homogeneización de proceso continuo, con el fin de garantizar un producto con una calidad uniforme. Este proceso se lleva a cabo mediante la inyección de aire comprimido en el fondo del silo, lo cual permite que las diferentes capas y calidades de material se mezclen íntimamente.

<sup>5</sup> idem pág 9.

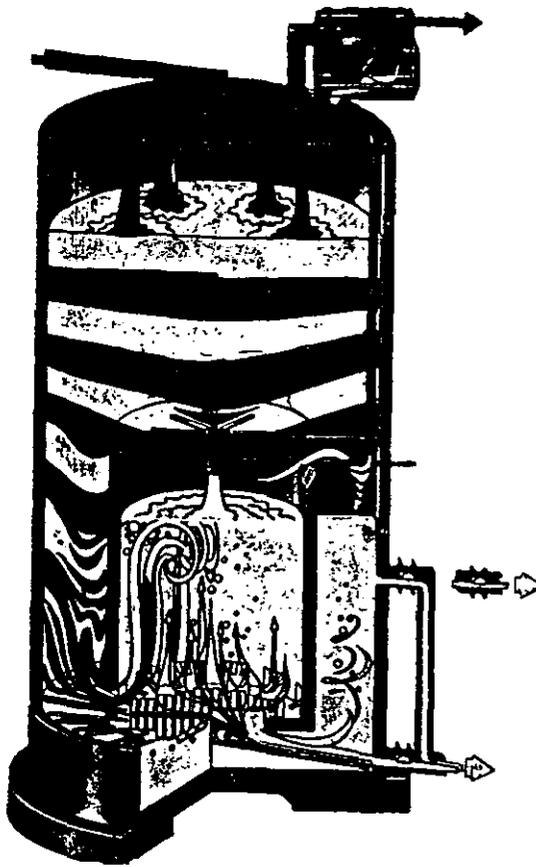


Fig 3 Silo de Homogeneización<sup>6</sup>.

Los materias ya triturados se transportan usualmente por medio de una banda de hule al patio de almacenamiento general de crudos, donde se depositan en grandes montones.

El patio de almacenamiento cuenta con un sistema de bandas transportadoras, una grúa viajera eléctrica que mueve los materiales al lugar que se requiera dentro del patio, así como a las tolvas de alimentación de secadores o molinos.

En el proceso seco una vez reducidas a fragmentos la caliza y la arcilla, se les sustrae individual y separadamente la humedad que contienen, por medio de secadores, constituidos por grandes tambores dotados de un lento movimiento de rotación y ligeramente inclinados hacia la boca, por los que circulan gases calientes en dirección opuesta a la del producto que se va a secar. Mediante el movimiento de unas palas en el interior de los tambores, que levantan continuamente y dejan caer el material a través de la corriente de gases, se consigue una desecación uniforme.

Ya secos los distintos ingredientes (que representan dos o mas composiciones) se conducen por medio de transportadores a sus correspondientes depósitos, de donde la grúa viajera los toma y los conduce a las tolvas de alimentación de los molinos de material crudo.

De las tolvas indicadas, que son en número de dos o más, correspondientes a la caliza, la arcilla, los correctores férricos y silíceos (cuando se les requiere), etc., los materiales se transportan mediante bandas de hule a pesadores automáticos que regulan la proporción de dichos materiales de acuerdo con su particular composición química debidamente controlada por el laboratorio de la fábrica y considerando además la composición deseada según el tipo de cemento que se vaya a producir.

<sup>6</sup>idem pag 10.

Ya juntas caliza y arcilla, debidamente dosificadas, se llevan al molino de material crudo. El molino de crudos es de bolas, y los hay de diversos tipos y tamaños, de acuerdo con la capacidad deseada. Está movido por un potente motor eléctrico de 2,000 HP o mayor, dividido en dos o tres compartimientos con el fin de lograr la molienda por etapas sucesivas

El material llega al primer compartimiento con un tamaño de cerca de tres centímetros o menor y, mediante bolas de acero forjado se reduce considerablemente de tamaño para pasar al segundo, donde bolas de acero de menor diámetro lo reducen todavía más y, mediante la molienda en el tercer compartimiento, con las bolas de acero de menor diámetro aún, sale el material convertido en polvo fino.

Del molino de crudos, y ya reducido a polvo, se bombea el material por medio de un dispositivo neumático a los silos de homogeneización donde se almacena en tanto se le conduce a los hornos de calcinación.

### Calcinación.

La calcinación es la etapa del proceso, donde el crudo se somete a elevadas temperaturas que originan reacciones químicas que dan lugar a la obtención del "clinker".

Los hornos de calcinación son rotatorios, tienen la forma de grandes cilindros de acero provistos de quemadores especiales para petróleo crudo o para gas, y están forrados interiormente de tabique refractario para resistir las elevadas temperaturas, las cuales alcanzan hasta 1,400° centígrados, que son necesarios para calcinar el material crudo y obtener el clinker.

Los hornos instalados en las diferentes fábricas de cemento existentes en México actualmente, miden desde 2 hasta 6 metros de diámetro, y desde 25 hasta 165 metros de largo, con capacidades de producción que fluctúan desde 80 toneladas hasta 2,000 toneladas diarias de clinker cada uno.

Los hornos tienen una inclinación como de un cuatro por ciento respecto de la horizontal, y la mezcla cruda entra por la parte superior donde la temperatura es mas baja, y conforme desciende, encuentra temperaturas más elevadas, hasta alcanzar unos 1,400° centígrados, cerca del extremo inferior, donde descarga, en un estado de semifusión o pastoso, que motiva la formación de nódulos, aproximadamente de uno a cinco centímetros de diámetro, designados con el nombre de clinker.

El clinker que sale del horno al rojo blanco pasa al enfriador de acero rotatorio, o en los tipos más modernos y eficientes por una parrilla móvil inclinada. Por la parte superior entra el clinker caliente que, al contacto con el aire atmosférico se enfría; y se descarga a la salida a una temperatura inferior a 100° C.. El aire que sale de la parte superior se calienta al contacto con el clinker recién salido del horno y se aprovecha como aire auxiliar en el horno de calcinación, recuperándose así gran parte del calor del clinker.

El clinker se conduce entonces, por medio de un transportador de cadena, al patio de almacenamiento.

Nuevamente es analizada la composición del clinker por el laboratorio, así como también la del yeso, se transportan ambos materiales mediante bandas de hule de sus respectivas tolvas a las pesadoras automáticas para, proporcionarlos convenientemente de acuerdo con los reportes del laboratorio, de allí se conducen al molino de cemento.

La correcta adición del yeso regula el fraguado del cemento Portland, eleva su resistencia y reduce su contracción por secado, o sea que, la adición del yeso mejora grandemente el comportamiento del cemento, impidiendo la prematura formación de compuestos que dificultan su más completa hidratación y endurecimiento.

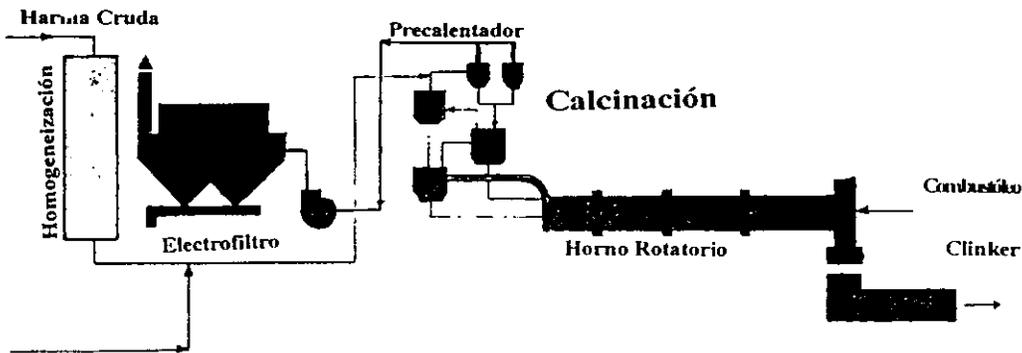


Fig. 4 Calcinación<sup>7</sup>

### Molienda de Cemento

El molino de cemento es también de bolas de acero y similar al antes descrito para el material crudo. Este molino convierte el material a polvo fino que es ya cemento Portland, que mediante un dispositivo neumático es depositado en los silos de almacenamiento.

<sup>7</sup>idem pag 11.

Para los tipos de cemento Portland común, modificado, de bajo calor y resistente a los sulfatos, se requiere que la finura del cemento represente una superficie de contacto específica, de por lo menos  $2,800 \text{ cm}^2/\text{kg}$  según el método de permeabilidad de aire.

Para el tipo de, alta resistencia temprana, es necesaria una mayor finura, de unos  $4,000 \text{ cm}^2/\text{kg}$ , pues se requiere acelerar la reacción de hidratación, y por tanto, aumentar el área de contacto.

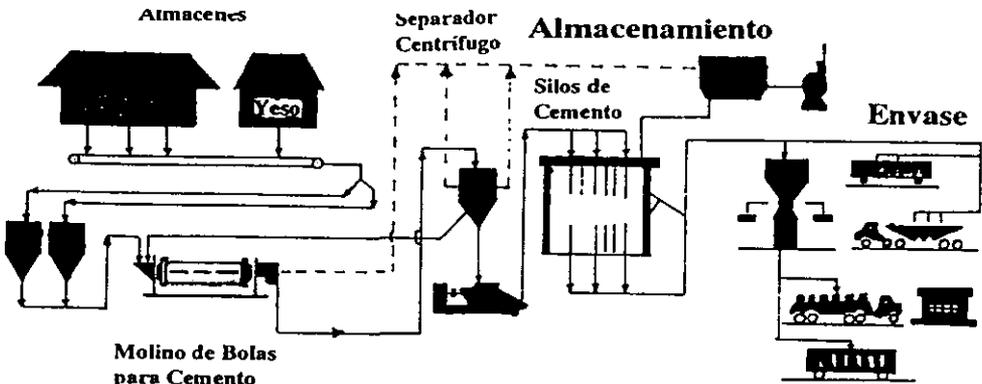


Fig 5 Molienda de Cemento<sup>8</sup>.

Envase.

De los silos de cemento se despacha a granel o por medio de un dispositivo neumático; el cemento se bombea a las máquinas envasadoras que automáticamente llenan los sacos de papel hasta un contenido neto de cincuenta kilogramos.

Una vez envasado el cemento, se distribuye a los consumidores por medio de furgones de ferrocarril o de camiones que lo conducen a las construcciones.

Se ha descrito a grandes rasgos la fabricación del cemento Portland por el proceso seco que es el más usual en las fábricas mexicanas, aún cuando algunas de ellas emplean el proceso húmedo.

En las fábricas de proceso húmedo, la arcilla se desmenuza en tanques provistos de rastrillos giratorios, en los que el lodo arcilloso se revuelve con el polvo de piedra caliza hasta producir una lechada que posteriormente se somete a la molienda en molinos horizontales tubulares.

<sup>8</sup>idem pág: 13.

En el proceso húmedo se añade agua para efectuar la molienda. El agua facilita el manejo y la revoltura de materiales, aun cuando después origina un mayor gasto de combustión al evaporarse en el horno.

En el proceso seco, por el contrario, los materiales de la molienda deben pasar antes, como ya explicamos, por hornos secadores en forma de grandes cilindros de acero, alimentados por gases calientes.

Usualmente la primera sección del horno la constituye un precalentador ya sea de parrilla, suspensión de polvos o de cadenas para recuperar el calor y hacer el sistema térmico más eficiente.

Los gases de los hornos y el aire polvoso de otras partes del sistema, se filtran en precipitadores electrostáticos o colectores de bolsas para recuperar materiales y evitar la contaminación atmosférica.

### Cualidades del Cemento Fabricado

**Homogeneo.-** Las materias primas al ser trituradas, calcinadas y molidas con la calidad requerida, se transforman en un producto homogéneo.

**Hidráulico.-** El cemento, una vez mezclado con el agua, reacciona químicamente hasta endurecerse, conservando su forma en condiciones naturales secas, húmedas e incluso bajo el agua.

**Moldeable.-** Al entrar en contacto con el agua, el cemento se vuelve totalmente dócil y manejable.

**Fragua y endurece.-** El yeso contenido en el cemento, influye para controlar su tiempo de consolidación. El endurecimiento aumenta conforme la masa va adquiriendo su aspecto pétreo.

**Mantiene el volumen:** El cemento conserva el volumen y la forma que el constructor le da, sin que los elementos atmosféricos lo destruyan o alteren.

**Resistente y durable:** El cemento al transformarse en concreto, desarrolla resistencias mecánicas por la cohesión de los granos.

#### IV La Producción de Cemento y la contaminación ambiental.

Para poder dimensionar la relevancia del problema de las emisiones potencialmente contaminantes del ambiente en la producción del cemento, se puede tomar como base de cálculo la producción de una tonelada de cemento:

En el curso de la producción del cemento son molidas: 2.6-2.8 toneladas de materia prima, cemento clinker, cal, y si es necesario, escoria de horno<sup>1</sup>.

Durante el secado, molienda, transporte, calentamiento y enfriamiento se agitan y mueven más de 300 Kg de partículas finamente divididas de polvo y humo. El polvo es succionado en diferentes puntos. El gas residual, y las corrientes de aire residuales, que se generan en cantidad de 6,000 - 12.000 m<sup>3</sup> arrastran los polvos que usualmente son reciclados al proceso de producción.

##### 4.1.- Polvos.

Los principales productores de polvo en la planta de cemento son los hornos, junto con sus enfriadores, secador, el equipo de molienda y transporte, silos, y lugares de almacenaje, y las áreas abiertas al aire.

2.7 toneladas de materiales producen alrededor de 300 Kg de polvos.

Los filtros eléctricos y los filtros de tela, son los más comúnmente usados para remover el polvo. También se usan colectores de polvo de operación continua, que pueden reducir la concentración de polvo a menos de 50 mg / m<sup>3</sup>. La instalación de colectores de polvo modernos ha reducido la emisión de polvo substancialmente. En 1950 las emisiones de polvo eran de mas del 3.5 % de la producción del cemento, hoy en día este valor es menos del 0.06%.

En general, el polvo de los hornos de cemento es una mezcla de los componentes de la mezcla de la materia prima y sales alcalinas, en particular, sulfatos y cloruros, los cuales se han concentrado por reciclamiento externo o interno.

<sup>1</sup>Fridrich W.L. y Jorg K. 1988. Cement and Concrete. Germany: Ullmans. pág 514

Un ciclo interno se forma cuando compuestos volátiles se evaporan en zonas calientes y se condensan en zonas frías del horno, en el precalentador, o en los secadores de las plantas, luego suben otra vez a las zonas calientes del horno y se reevaporan

Un ciclo externo se forma cuando el polvo del horno junto con los compuestos volátiles condensados, se precipitan en los colectores de polvo y se regresan a la mezcla de materia prima.

El polvo proveniente de los hornos del cemento también puede contener compuestos de metales pesados como: arsénico, plomo, cadmio, cromo, cobalto y níquel. Las concentraciones de estos compuestos dependen de las concentraciones correspondientes en la mezcla de materia prima y en los combustibles; así como en las condiciones de reciclaje del sistema del horno.

#### 4.2.- Emisiones de Gases.

El gas residual<sup>2</sup> que proviene del horno del cemento consiste principalmente de nitrógeno, dióxido de carbono, oxígeno y vapor de agua. En suma, pueden contener pequeñas cantidades de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxidos de carbono y compuestos orgánicos de carbono.

Bajo condiciones de calentamiento oxidantes, el azufre introducido en el horno de cemento con la materia prima y el combustible, se convierte en dióxido de azufre gaseoso. Mucho del dióxido de azufre reacciona con oxígeno y los compuestos alcalinos vaporizados a temperaturas de reacción para formar sulfatos alcalinos.

El fluor contenido en toda la mezcla de materia prima del cemento en un grado del 0.05% en peso se libera a alta temperatura, reacciona con el material que va a ser calentado y se convierte en parte de la mezcla del cemento clinker y del polvo del horno. No se emiten compuestos de fluor gaseosos.

El gas residual generalmente contiene muy pequeñas cantidades de monóxido de carbono debido a que los hornos de cemento son operados con exceso de aire. La concentración de compuestos orgánicos es muy baja y depende del tipo de materia prima y combustibles utilizados.

<sup>2</sup> idem. pag 515.

#### 4.3.- Ruido y vibraciones.

Las partes ruidosas de una planta de cemento , como los molinos, son acomodados en edificios que absorben los ruidos, o son encerradas en paredes a prueba de ruidos. Los ruidos molestos producidos por los ventiladores son eliminados por la instalación de silenciadores. En resumen, las áreas de trabajo del personal de operación son a prueba de ruido

#### 4.4.- Toxicología<sup>3</sup> .

Los cementos forman una solución acuosa alcalina, saturada con hidróxido de calcio y que contiene otros hidróxidos alcalinos. El pH de esta solución generalmente es mayor de 12.5. La mezcla de cal y arena fresca y el concreto pueden causar quemaduras.

<sup>3</sup> idem. pág 515.

## V Normatividad.

### Programa de Normalización ambiental industrial 1997-2000

Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental<sup>1</sup> además de permitir a la autoridad el establecer límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a diferentes medios y las condiciones para su verificación, desempeñan un papel fundamental en la generación de una atmósfera de certidumbre jurídica y una no menos importante función de promover el cambio tecnológico.

Por otro lado, la creciente tendencia de la industria hacia la autorregulación a través de normas voluntarias, y a buscar en beneficio propio, condiciones que vayan mas allá de lo establecido por la normatividad oficial, permite plantear este instrumento como un elemento fundamental que complementa a la regulación oficial.

#### 5.1.- Programa de Normalización Ambiental Industrial 1997-2000.

Este programa se presenta como un compromiso en tres planos fundamentales de la gestión pública. En primer lugar, expresa objetivos y propósitos claros de política, que surgen de una experiencia larga de regulación industrial y de una nueva relación convergente entre la industria organizada y la autoridad ambiental.

En segundo término, este programa intenta ofrecer un horizonte de certidumbre a la actividad productiva, sobre los proyectos e intenciones de regulación normativa para los próximos años. Con ello, las empresas podrán planear inversiones e iniciativa a través de un proceso adaptativo a mediano plazo.

Por último, es importante señalar que el Programa de Normalización Ambiental se integra en un plano de mayor generalidad a otros instrumentos de política, como lo son la regulación directa, los incentivos fiscales, los sistemas de información y las auditorías, entre otros, para configurar una Nueva Política Ambiental para la Industria Mexicana.

#### 5.2.- Normas Oficiales Mexicanas.(NOM).

A partir del decenio pasado empezó a cobrar importancia el desarrollo de un sistema normativo cuyo objetivo era el control de la contaminación. Este esfuerzo significó un avance muy importante, tanto en el aspecto de crear condiciones específicas de control de emisión de contaminantes hacia los diferentes medios como en términos de dotar a la autoridad ambiental de un mecanismo de regulación simultánea para un gran número de agentes productivos.

<sup>1</sup>Programa de Normalización Ambiental Industrial 1998. Méx. Gaceta Ecológica INE 45, 82-88 pág 82.

Surgieron inicialmente las Normas Técnicas Ecológicas (NTE) a raíz de la publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente.

A partir de 1992, bajo los lineamientos de la Ley Federal de Metrología y Normalización, la elaboración y aprobación normas oficiales constituye un complejo mecanismo que garantiza un elevado nivel técnico, una amplia participación social en las diferentes fases de su desarrollo y un minucioso análisis de sus efectos económicos. Muchas de las NTE se han convertido en Normas Oficiales Mexicanas.

El tipo y número de normas existente es considerable y deben continuar desarrollándose para llenar vacíos que persisten bajo la perspectiva de incluir aspectos ambientales de la operación de las empresas que pueden ser objeto de regulación con criterios de costo/efectividad.

En materia de normas de emisión al aire destaca particularmente la NOM 085 que aplica al  $SO_2$  y  $NO_2$  y partículas de los proceso de combustión. Se han publicado asimismo nueve normas que referentes a la emisión de contaminantes a la atmósfera, de ramas industriales específicas. Es también considerable la normalización de métodos de medición para emisiones industriales a la atmósfera.

En general, puede decirse que la elaboración de un número considerable de normas aplicables a la industria ha constituido, sin duda, uno de los avances más importantes de la política regulatoria ambiental del país. Se han enfrentado los problemas específicos prioritarios impulsando la adaptación a las circunstancias mexicanas de la mejor tecnología de control postproductivo disponible. Asimismo, la difusión de las NOM entre los agentes normados y la vigilancia de su cumplimiento han tenido un impacto significativo en la conducta de muchas empresas industriales.

### 5.3.- Limitaciones del marco normativo.

A pesar de lo anterior, varios aspectos de la normalización ambiental deben ser objeto de una revisión profunda, entre otras, por las siguientes razones:

- El camino originalmente planteado de buscar que cada empresa adopte la mejor tecnología de control disponible resulta excesivamente lento y complejo, debido a las especificidades tecnológicas de cada familia de procesos productivos, y a los prolongados tiempos de discusión inherentes a un mecanismo de normalización jurídicamente complejo.
- Hay un alto costo asociado a los estudios requeridos para el diseño de normas aplicables al control de procesos específicos..

- Se promueven soluciones de control remediales y no cambios en los procesos productivos u otras alternativas de menor costo y/o mayor eficiencia.
- No se obliga a todos los productores a acatar límites, y algunos permanecen sin normar en tanto no se desarrolle una NOM específica para ellos, lo que inhibe una adecuada protección del ambiente y favorece la discrecionalidad en las funciones de inspección.
- Se establecen límites diferentes para cada industria y para un mismo contaminante en un ecosistema dado que, no reflejan adecuadamente los costos ambientales involucrados.
- Se ignoran los efectos diferenciales que la emisión de un contaminante tiene sobre cada ecosistema receptor.
- No se consideran los efectos de transferencia de contaminantes entre medios.
- Los métodos de medición contemplados en algunas normas se han vuelto obsoletos.

#### 5.4.- Perspectivas.

Para superar limitaciones y vacíos existentes es necesario revisar el marco normativo actual en varios sentidos, tanto para darle mayor alcance como para corregir sesgos tecnológicos implícitos, con la finalidad de lograr una más eficiente protección del ambiente. Las Normas deben tomar en consideración las tecnologías de procesos, control y medición disponibles y el costo de las mismas, pero bajo ninguna circunstancia es permisible que favorezcan tecnologías particulares ni que se constituyan en un obstáculo para la adopción de tecnologías que pudieran surgir.

Es posible señalar algunos lineamientos deseables para el desarrollo de normas ambientales para la industria:

- Deben ser de observancia generalizada para los actores, procesos o actividades.
  - Su aplicación debe ser gradual, para permitir una transición menos costosa.
  - Los efectos potenciales sobre los demás medios (agua, aires, suelo etc.) requieren ser considerados.
- El tiempo de aplicación debe ser lo más prolongado posible, para dar certeza a los agentes normados.

## 5.5.- Atmósfera<sup>2</sup>.

La NOM-085, que afecta a todos los procesos de combustión, establece límites regionales diferentes y considera plazos de cumplimiento, a la vez que incorpora de manera explícita la creación de un mercado de certificados de emisión de SO<sub>2</sub> en zonas críticas y plantea metas coordinadas con la disponibilidad de combustibles, que se reflejan en la NOM-086. Sin embargo, el énfasis puesto en los combustibles en el desarrollo de la norma y la nueva evidencia en materia de la importancia del SO<sub>2</sub> como contaminante, llevan a la necesidad de replantearla.

En general las demás normas de emisión de contaminante a la atmósfera por parte de la industria deben seguir los lineamientos de la NOM-085, regulando las emisiones de proceso atendiendo a las necesidades de las cuencas atmosféricas y no a las características tecnológicas. Esto se traduce en que para otros procesos diferentes a la combustión también se deberán establecer límites diferenciados entre zonas críticas y el resto del territorio nacional. Se deberá analizar la conveniencia de crear burbujas regionales y mercados de certificados de emisión.

En este campo se requiere cubrir al menos algunos de los contaminantes que hoy no están limitados, tales como partículas provenientes de procesos diferentes a la combustión y compuestos orgánicos volátiles.

## 5.6.- Impacto Ambiental<sup>3</sup>.

Hoy en día, una gran cantidad de actividades o proyectos de carácter estandarizado o repetitivo se regulan a través del Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental. Tal es el caso de prospección sísmológica para actividades petroleras, prospección minera y otras. Se considera que esta manera de regular es ineficiente, y que debe trasladarse a la normatividad la función de definir parámetros, lineamientos y condiciones de diseño, construcción y operación que garanticen su compatibilidad ambiental.

De esta forma, habrá una mayor eficiencia regulatoria y menores rezagos en la dictaminación de proyectos, lo cual se traducirá en menores costos y obstáculos a la inversión.

<sup>2</sup>idem. pag.83.

<sup>3</sup>idem. pág 84.

## 5.7.-Legislación Ambiental<sup>4</sup>.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece la política ambiental, e instrumentos de la política ambiental como son planeación y ordenamiento y la evaluación del impacto ambiental. También hace referencia a las Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental, cuyo artículo 36 establece que:

Para garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas, la Secretaría del medio ambiente emitirá normas oficiales mexicanas en materia ambiental y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, que tengan por objeto:

- tablecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas ecosistemas en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas en el uso y destino de bienes, en insumos y en procesos.
- Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y protección al ambiente.
- Estimular o inducir a los agentes económicos para orientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable.
- Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación ambiental que ocasionen.
- Fomentar actividades productivas en un marco de eficiencia y sustentabilidad.

4 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente . 1996

## VI Normas ISO - 14000<sup>1</sup>.

### 6.1.- Introducción.

Entre las normas más recientemente establecidas se encuentran una serie conocida como las normas ISO-14000 sobre protección y equilibrio ecológico.

En el diario oficial de 1996, se publicó el aviso de apertura del tiempo de consulta pública, para las normas NMX (equivalente a ISO 14001 y equivalente a ISO 14004). Estos proyectos de norma fueron elaborados por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C. (IMNC), en conjunción con el Comité Técnico Nacional de Normalización de Sistemas de Administración Ambiental (COTENNSAAM).

### 6.2.- ¿Qué es la ISO:?

La ISO, International Standards Organization, con sede en Ginebra, Suiza es una organización internacional especializada en el desarrollo de estándares técnicos. La ISO se estructura con aproximadamente 220 comités técnicos (TC), cada uno de los cuales elabora estándares para un área específica. En México, el vínculo oficial con la ISO se da por medio de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), a través de la Dirección General de Normas (DGN).

La DGN delegó oficialmente al Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC), la coordinación de todas las actividades relacionadas con el comité mexicano para la atención del comité ISO-TC-207.

Al iniciar la ISO solo se ocupó de elaborar estándares técnicos, hasta que se formó el TC-176 para desarrollar la primera serie de estándares administrativos, la serie ISO-9000, para el manejo total y aseguramiento de calidad, que apareció en 1987. Estos estándares aplican a todo tipo de empresas, grandes y pequeñas, de manufactura o de servicios.

Los estándares de esta serie que son empleados para propósitos de registro, son los 9001, 9002, 9003. Más de 90 países han adoptado la serie ISO - 9000. Todos los estándares desarrollados por ISO son, en principio, voluntarios, sin embargo las autoridades de los países participantes a menudo adoptan los estándares de ISO y los aplican como normas obligatorias.

<sup>1</sup>Barrera, C.J. 1998. ISO-14000 ¿Protección o Proteccionismo? Méx. Gaceta Ecológica. INE. 45, 66-75. pág: 66 25

### 6.3.- La serie ISO - 14000.

Muchas empresas han desarrollado Sistemas de Administración Ambiental (SAA), con el propósito de mejorar su desempeño, cumplir más eficientemente con sus obligaciones ambientales y obtener ventajas competitivas. En el Reino Unido, se desarrollaron estándares con el nombre de BS-7750. Existen iniciativas regionales como el EMAS de la Unión Europea.

En parte como respuesta a la aceptación de las normas ISO - 9000 y en parte debido a la proliferación de estándares ambientales en varias partes del mundo, la ISO formó el "grupo de acción estratégica para el medio ambiente", SAGE. En 1992 el SAGE presentó sus recomendaciones sobre administración ambiental a la entidad organizadora de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente. Como resultado se acordó la creación del TC-207 en 1993.

El TC-207 está estructurado en seis subcomités y un grupo de trabajo, los cuales han trabajado en los siguientes rubros:

- Sistemas de administración ambiental ( normas ISO 14001 y 14004).
- Auditorías ambientales ( normas ISO -14010, 14011, 14012 y 14013).
- Etiquetado ambiental (normas 14020/23)
- Desempeño ambiental ( normas ISO 14031 y 14032)
- Análisis de ciclo de vida ( Normas ISO-14040/43).
- Glosario (norma ISO-14050)
- Aspectos ambientales en estándares de productos ( norma ISO-14060).

La serie ISO-14000 se ha desarrollado bajo el proceso normal para la elaboración de estándares, con excepción de un factor: el tiempo. El tiempo normal para el desarrollo de un estándar es de más de cinco años y en ocasiones ha superado los diez. En el caso de la serie 14000, éste, se ha abreviado a cuatro años, aproximadamente.

Existen diferentes tipos de estándares dentro de la ISO: los de especificaciones y los de guía. Los primeros son estándares certificables que contienen una serie de parámetros medibles, que pueden ser auditados de manera que se especifique si una empresa cumple o no con los requerimientos del estándar. En la serie 14000 sólo existe uno de este tipo y es el 14001. Los demás de la serie son todos estándares de guía.

Los de gestión ambiental, 14001 y 14004, son los más adelantados de la serie, fueron declarados DIS (Draft ISO Standards) en la reunión de Oslo, en julio de 1995 y aprobados como estándares ISO entre septiembre y noviembre de 1996.

#### 6.4.- Las Normas NMX (equivalente a ISO-14001 y 14004)<sup>2</sup>.

La mejor descripción de las normas se encuentra en las normas mismas. Debe señalarse que oficialmente son aún proyectos de norma y deben considerarse como tales.

Las premisas básicas son dos:

- a) que la mejor manera de alcanzar los objetivos de protección ambiental y el cumplimiento de las obligaciones ambientales de una organización se da a través de un sistema de gestión bien estructurado e integrado a las actividades administrativas globales de la organización.
- b) que dicho sistema administrativo, un sistema de administración ambiental (SAA), debe apegarse a los lineamientos establecidos en la norma de referencia, ISO-14001, y debe por lo tanto, ser un sistema certificado por un tercero.

En consecuencia, la norma ISO-14001 describe los elementos básicos de un SAA. Estos incluyen : la definición de una política ambiental; el establecimiento de metas y objetivos ambientales a nivel de toda la organización, y la implementación de programas para alcanzar estos objetivos; así como el establecimiento de controles adecuados para evaluar su eficacia, corregir los problemas que puedan surgir y revisar el sistema de manera continua.

Debido a que la empresa no opera en un vacío, los elementos de su política ambiental, deberán ajustarse a su entorno social, comercial, corporativo y, por supuesto a la política ambiental del Estado.

Un SAA efectivo debe ayudar a una empresa a manejar, medir y mejorar los aspectos ambientales de sus operaciones. Debe conducir a un cumplimiento más eficiente en los requerimientos ambientales obligatorios y voluntarios. También debe ayudar a la empresa a realizar un cambio cultural a medida que las prácticas de administración ambiental son incorporadas en el conjunto de todas sus operaciones.

La norma ISO-14001 describe los requerimientos básicos de un SAA. Esta es la norma que las compañías deberán implementar y sobre la cual deberán decidir ya sea hacer una autodeclaración de conformidad con la norma o requerir la certificación mediante una tercera instancia. ISO-14004 en cambio, es un estándar guía que proporciona a las empresas información valiosa para la implementación de un SAA.

<sup>2</sup> idem. pág 70.

El propósito principal del ISO-14001 es la preparación para obtener la certificación a través de un tercero, aunque puede ser usado internamente para una autodeclaración o para propósitos contractuales. Por ello esta norma contiene solamente aquellos requerimientos que pueden ser objetivamente auditados para propósitos de certificación.

En contraste, la ISO-14004 proporciona descripciones y ejemplos relativos al desarrollo e implementación de principios y sistemas de administración ambiental y sobre cómo coordinar éstos, con otros sistemas administrativos.

La interpretación es que el SAA debe permitir a la organización elevar progresivamente sus niveles de desempeño ambiental, sin embargo, la norma no establece requisitos absolutos en este sentido, más allá del compromiso de establecer una política para el cumplimiento de la legislación y de las regulaciones aplicables y con el mejoramiento continuo.

En consecuencia, “ dos organizaciones que realizan actividades similares pero que tienen desempeño ambiental diferente pueden cumplir con sus requisitos, la adopción de la norma no garantiza por sí misma resultados ambiental óptimos” <sup>3</sup>.

Entre las características importantes de un SAA está el que “toman en cuenta las necesidades de un conjunto amplio de partes interesadas y las necesidades desarrolladas de la sociedad para la protección ambiental”.

La norma especifica los requisitos del SAA, los cuales deben permitir que una organización formule una política y objetivos tomando en cuenta los requisitos legales y la información sobre los impactos ambientales significativos. Se aplica a aquellos aspectos ambientales que la organización pueda controlar y sobre los que puede esperar tener influencia. En sí, no formula criterios específicos de desempeño ambiental.

De hecho, “ la norma es aplicable a cualquier organización que quiera:

- a) implementar, mantener y mejorar un sistema de administración ambiental.
- b) asegurar que su desempeño está de acuerdo con su política ambiental establecida.
- c) demostrar dicho desempeño a otros.
- d) buscar la certificación - registro de su SAA por medio de una organización externa.
- e) hacer una autodeterminación y declaración del desempeño de acuerdo a la norma mexicana.

<sup>3</sup> idem. pág 71.

Fuera de los aspectos mencionados, el contenido de la norma ISO-14000 en sí se limita a la descripción de los elementos del SAA, ya mencionados, los cuales son esencialmente iguales a los de cualquier sistema administrativo profesional moderno.

En consecuencia, las empresas pueden elegir entre una diversidad de sistemas administrativos como base para su SAA, en particular aquéllos consistentes con ISO-9000.

## VII Desarrollo de tecnologías limpias para Plantas de Cemento.

7.1.- Para el desarrollo de esta parte de la tesis se obtuvo la información de la planta de Cementos Anahuac S.A. de C.V. en Barrientos Edo. de México.

La primera planta de Cementos Anáhuac<sup>1</sup> S.A. de C. V. , inicia en 1943 en San Pedro Barrientos, Tlalnepantla, en el estado de México. En 1945 inicia sus operaciones con 53 trabajadores, contando con dos molinos de material crudo, un horno de preparación y dos molinos de cemento; la capacidad instalada era de 30,000 toneladas al año. Gracias a la creciente demanda y a la mayor aceptación de sus productos para los años 1950, su producción se triplica llegando a 105,000 toneladas al año, resultando necesario la instalación de otros dos molinos de material crudo, horno y un molino de cemento.

El crecimiento de la demanda continuó y en los años 1950 se adquiere nueva tecnología y realiza cambios en su equipo: instala un novedoso sistema de calcinación, único en México, llegando a un aumento de su capacidad de producción de 200,000 toneladas al año de clinker. En los años sesenta, Cementos Anáhuac se integro al desarrollo económico, respondiendo con mayor producción y en 1969 se inicia la exportación de cemento mexicano con una planta en Veracruz.

En 1973 se instalan 2 nuevos hornos con sistemas de precalentamiento, lo cual permite alcanzar una capacidad de producción instalada, cercana al millón y medio de toneladas de Clinker por año.

Entre 1977 y 1983, Cementos Anáhuac experimenta un gran crecimiento ampliando la capacidad de los dos hornos con precalentador, de 1,700 a 2,200 Toneladas por día de Clinker, cada uno. Se instalan dos nuevos sistemas de molienda: uno para materia prima y otro para Cemento. Además de contar con las siguientes terminales terrestres ubicadas en: Los Reyes, Estado de México, Morelia, Michoacán; San Luis Potosí, S.L.P.; Iguala, Guerrero; Puebla, Puebla, y Roberto Ayala, Tabasco.

A mediados de los años 80 Cementos Anáhuac y la Planta en Barrientos, se vieron afectadas por la crisis económica que impactó a la industria mexicana, siendo hasta principios de los años 90 cuando inició su recuperación económica e iniciando una nueva etapa modernizadora acorde con las nuevas tecnologías y estándares internacionales.

<sup>1</sup>Mena, C.R. y Monroy, S.J. 1999. El Cemento Portland. Cementos Anáhuac. S.A. de C.V.

Cementos Anahuac es uno de los grupos que conforman el Grupo Cementos Mexicanos, (Cemex).

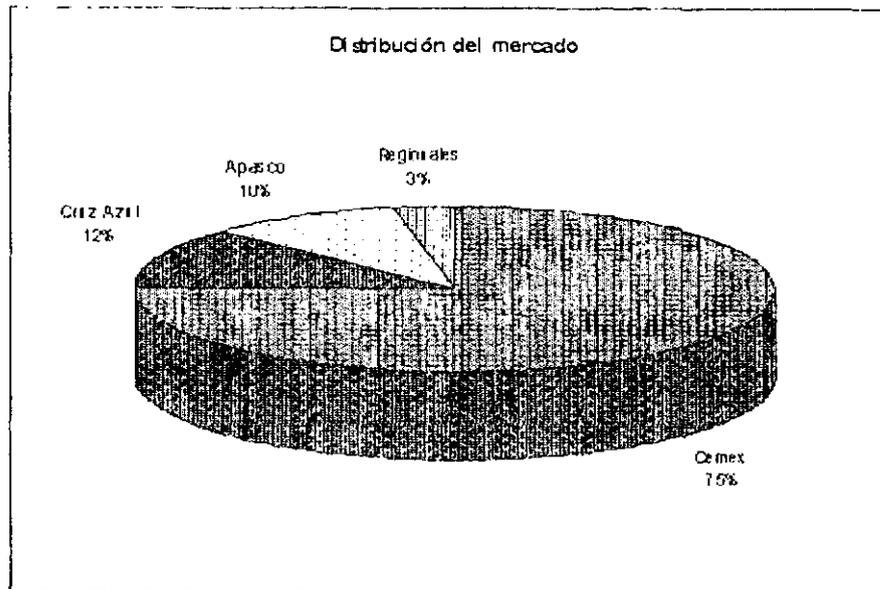
Cementos Mexicanos es el grupo cementero mas grande de México llegando a cubrir cerca del 75 % del mercado de nacional, por encima de otros grupos como son Cementos Cruz Azul, Cementos Apasco, y diferentes cementeras regionales.

El Grupo Cemex está conformado por:

- Cemento Atlante.
- Cemento Gallo.
- Cemento Maya.
- Cemento Campana.
- Cemento Tolleca.
- Cemento Anahuac
- Cemento Hidalgo
- Cemento Centenario.
- Carsa..
- Cemento California.
- Copresa.
- Cemento Guadalajara.
- Cemento Monterrey.

Cementos Mexicanos se ubica como el cuarto grupo cementero mas grande, siendo los grupos mas importantes:

- 1.- Holderbank Financiere Glans (Suiza).
- 2.- Blue Circle (Gran Bretaña).
- 3.- Lafarge (Francia).
- 4.- Cemex (México).



Fuente: Ing. P. Valverde, Planta Barrientos.  
Cementos Anahuac, Cemex

## 7.2.- Instalaciones para preservar el medio ambiente.

Existen mas de un centenar de sustancias contaminantes de la atmósfera en el área metropolitana, las mas importantes son: el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y los hidrocarburos gaseosos liberados tras una combustión incompleta de los hidrocarburos líquidos.

La industria cementera no emite éste tipo de contaminantes, pues la propia naturaleza de los procesos, obliga a mantener en forma permanente una combustión completa de los combustibles utilizados, lo cual asegura trabajar con valores mínimos de CO.

Respecto al SO<sub>2</sub> éste se mezcla con los álcalis contenidos en las materias primas y se retiene en forma de sulfato en el producto final.

El control ecológico en una planta cementera, implica controlar las emisiones de particulas a la atmósfera, para lo cual se realiza una adecuada selección de equipos anticontaminantes, de acuerdo a las características de cada una de las fases del proceso.

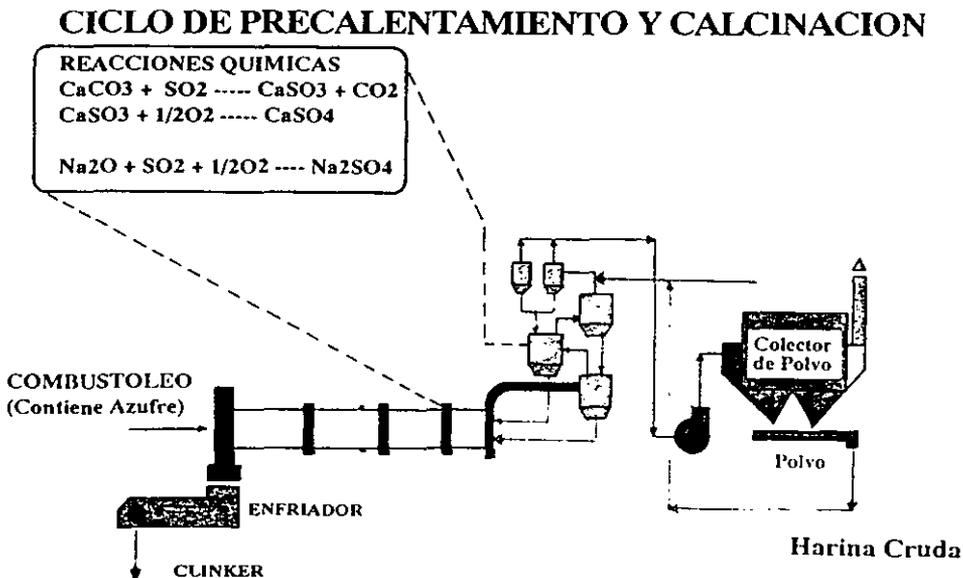


Fig.6 Ciclo de Precalentamiento<sup>2</sup>.

## Equipo Para La Preservación y Conservación del Medio Ambiente.

a)Gases.

### Cámara de sedimentación.

Son equipos que se utilizan para depurar gases con elevado contenido de partículas, su principio de operación está basado en la pérdida de velocidad del volumen de gases, lo cual da lugar al asentamiento de las partículas por acción de la gravedad.

Son dispositivos económicos dada su sencillez, sin embargo, son los menos eficientes y por lo tanto, están instalados como separadores de partículas gruesas, delante de colectores de polvos de alta eficiencia.

### Ciclones.

Son equipos metálicos que constan de dos partes: una cilíndrica y otra cónica. El gas o aire sucio entra tangencialmente por la parte alta del cuerpo cilíndrico y se mueve en espiral hacia abajo, hasta la parte inferior del cono ( torbellino exterior ), desde donde sube también en forma de espiral ( torbellino interior ).

La fuerza centrífuga hace que las partículas sólidas suspendidas en el gas se depositen en la pared del ciclón y tanto por la acción de la gravedad como del torbellino exterior, se desplacen hacia abajo, las partículas captadas se extraen usualmente con un transportador helicoidal. Al igual que la cámara de sedimentación los ciclones también se instalan delante de colectores de alta eficiencia.

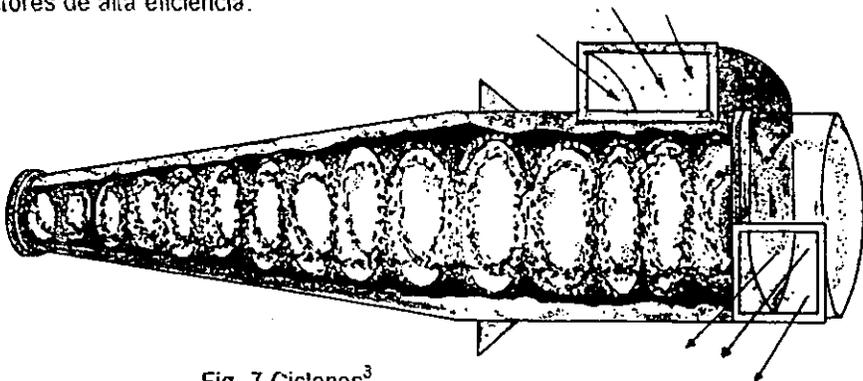


Fig. 7 Ciclones<sup>3</sup>.

### Filtros de bolsas (casa de bolsas).

Estos equipos constan de una o más cámaras metálicas que alojan en su interior una serie de bolsas tubulares, suspendidas verticalmente.

Este tipo de colectores pueden retener partículas extremadamente finas y por consecuencia su rendimiento alcanza valores hasta de 99.9%.

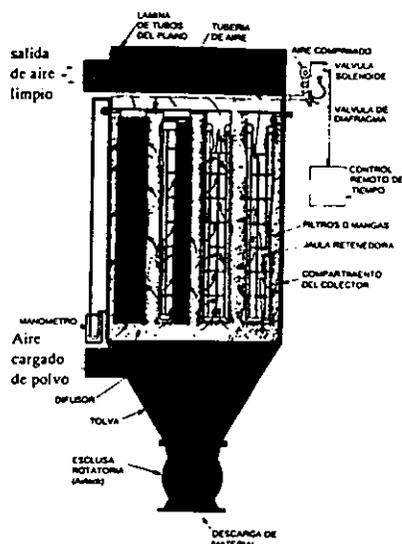


Fig. 8 Filtros<sup>4</sup>.

Normalmente éste tipo de colectores se emplean para manejar gases o aire sucio cuya temperatura no sea superior a los 110°C., sin embargo, con tejidos de fibras especiales pueden aceptar temperaturas hasta de 285°C.

Los gases o aire sucio pasan a través de un medio poroso ( las bolsas) y depositan partículas en sus huecos . Cuando éstos se han llenado, comienza a formarse una capa de material, la cual es removida por medio de inyección de aire comprimido a cada una de las cámaras, (en ventilación opuesta al del flujo de aire seco).

Las partículas captadas se extraen por medio de transportadores helicoidales. Por su altísima eficiencia, éste tipo de colectores se tienen instaladas en la trituración y transporte de materias primas, transporte y homogeneización de harina cruda, enfriadores de clinker, transporte y molienda de clinker, y transporte, almacenamiento y envasado de cemento.

b) Polvos.

### Filtros Electrostáticos.

El principio de sedimentación de partículas sólidas con filtros electrostáticos, se basa en aprovechar el efecto de ionización de los gases en un campo eléctrico intenso, formado entre los electrodos emisores ( negativos) y los electrodos de precipitación ( positivos ).

Bajo la influencia de la intensidad del campo, los iones negativos se desplazan hacia los electrodos positivos conectados a tierra.

Los iones negativos ceden su carga a las partículas sólidas y estas se desplazan hacia el electrodo positivo. Ahí se depositan y quedan neutralizadas.

Por percusión se sueltan éstas partículas acumuladas sobre los electrodos y caen en una cámara colectora.

En nuestro caso, los gases son acondicionados antes de entrar a los electrofiltros, dando la humedad y temperatura que permitan optimizar la eficiencia electrostática de las partículas acarreadas y que generalmente es del orden de 99.9%.

Por las características de los procesos, este tipo de colectores los tenemos instalados en los procesos de molienda de materias primas y hornos de calcinación. La temperatura de gases y aire que manejan éstos precipitadores, fluctúan entre 130 y 140 °C.

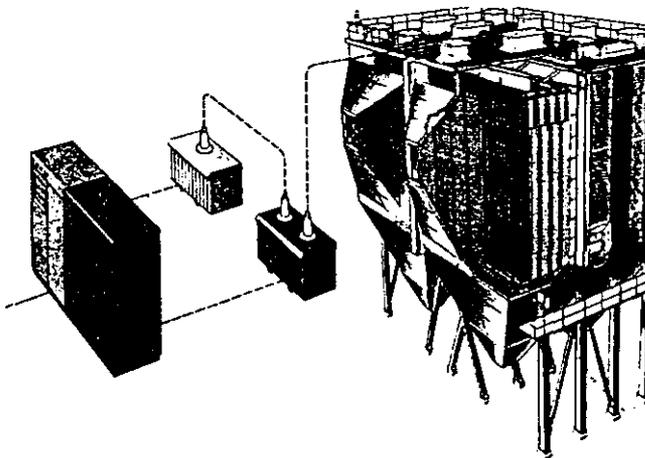


Fig. 9 Filtros<sup>5</sup>.

## Filtros de Camas de Gravas.

Los filtros de lecho de gravas generalmente se instalan en baterías; cada uno de ellos consta de una cámara metálica que combina un separador de ciclón para depositar las partículas gruesas que acarrean los gases y una cama de grava que retiene las partículas mas pequeñas.

Con dispositivos automáticos programados, se efectúa una limpieza periódica del sistema con aire de lavado a contracorriente.

Por su insensibilidad frente a oscilaciones de temperatura del aire sucio residual, así como por la variedad del tamaño de las partículas sólidas, los filtros de lecho de gravas son adecuados ante todo para depurar el aire excedente de los enfriadores de clinker.

El rendimiento de éstos filtros puede alcanzar valores hasta de 99.9% de efectividad en el control de emisión de partículas sólidas.

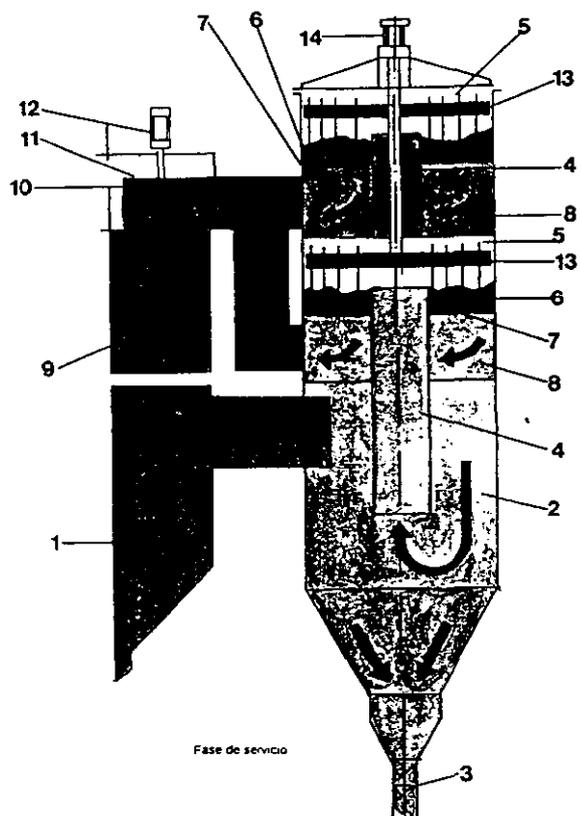


Fig.10 Filtros<sup>6</sup>

- |                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1.-Entrada de Gas               | 2.-Separador Preliminar             |
| 3.-Registro Pendular Doble      | 4.-Tubo Sumergido                   |
| 5.-Compartimiento de Filtración | 6.-Tapa Filtrante                   |
| 7.-Criba                        | 8.-Cámara Colectora de Gas Depurado |
| 9.-Tubería de Gas Depurado      | 10.-Registro de Cierre              |
| 11.-Entrada de Aire de Barrido  | 12.-Cilindro de Ajuste              |
| 13.-Ailsador                    | 14.-Motor de Ailsador               |

<sup>6</sup>idem pág 23

Equipo en operación para el control ecológico.  
(Cementos Anáhuac Planta Barrientos)<sup>7</sup>

Area	Filtros de bolsas.	Electro filtros	Filtros de cama de gravas
Molinos de materias primas	6	3	0
transporte de crudo	3	0	0
Calcinación	5	6	2
Transporte de clinker.	15	0	0
Molinos de acabado.	11	0	0
Envase de Cemento	16	0	0
Totales	56	9	2

TOTAL DE FILTROS: 67  
Además se cuenta con un equipo "Altech" de monitoreo conituno de emisiones

c) Energéticos<sup>8</sup>.

1.- Energía Eléctrica.

La Comisión Federal de Electricidad es proveedor de ésta importante fuente de energía, utilizada para mover los equipos de transporte, molienda, calcinación, envasado, y el funcionamiento de los equipos para la captación de partículas contaminantes.

La electricidad se puede generar por diferentes métodos como lo son las plantas termoeléctricas, hidroeléctricas y modernas plantas de energía solar, eólica y nuclear.

<sup>7</sup>idem. pág: 24

<sup>8</sup>idem.pág: 15

Las plantas termoeléctricas emplean el calor proporcionado por combustibles fósiles como el diesel, combustóleo, gas natural. Las plantas hidroeléctricas emplean la energía proporcionada por la caída de grandes volúmenes de agua.

El bióxido de carbono, y el óxido nítrico y el metano pertenecen a los llamados gases de invernadero y deben su existencia a la quema de combustibles como el petróleo, el gas natural y el carbón.

Del total de la capacidad productiva de electricidad en México el 54% se genera en plantas termoeléctricas que consumen hidrocarburos. Solamente en la Ciudad de México se consumen 16 millones y medio de litros de gasolina al día, de esa forma, la utilización de esa energía es causante de un 46% de las emisiones de gas de invernadero.

Una planta termoeléctrica consume hidrocarburos. Supongamos que en promedio ésta planta genera 2.15 gramos de óxido nítrico, 546 gramos de bióxido de carbono y 0.52 gramos de monóxido de carbono por cada Kw-hr generado. Si una casa promedio utiliza 150 Kw-hr al mes de electricidad, en una ciudad de un millón de casas se consumirá entonces 150 millones de Kw-hr, lo cual conlleva a la emisión de 82 mil toneladas de contaminantes al mes a la atmósfera. Estos gases tienen impactos ambientales, los cuales se desea minimizar y la manera de hacerlo es disminuir la demanda de electricidad.

## 2.- Energía Calorífica.

Las fuentes de energía calorífica en las plantas de cemento mexicanas son el combustóleo tipo bunker "C" y el gas natural. Los energéticos representan una parte importante en el proceso de fabricación del cemento: desde el secado de materias primas, hasta la fase de calcinación.

Se tiene mucha atención en la optimización de los recursos energéticos, para lograr una combustión completa al máximo nivel y evitar la contaminación del medio ambiente y mantener los costos.

### El Uso del Gas Natural.

Es una mezcla de hidrocarburos compuesta primordialmente por metano. (CH<sub>4</sub>), y se encuentra en depósitos subterráneos profundos constituidos por roca porosa. Este combustible puede encontrarse en forma pura o asociada con otros compuestos como el petróleo crudo. El gas natural, a diferencia del gas LP se transporta y se distribuye por medio de ductos.

En términos ecológicos, presenta varias ventajas el gas natural. Es un combustible altamente eficiente y sus emisiones contienen un número significativamente menor de contaminantes que los de otros combustibles; por ejemplo, las emisiones de los hogares equipados con gas natural reducen en 99 por ciento el bióxido de azufre, en 90 por ciento los óxidos de nitrógeno y de 40 a 50 por ciento el monóxido de carbono. Estos son algunos de los principales contaminantes de la atmósfera en las ciudades. Las emisiones de bióxido de carbono que producen el "efecto invernadero" disminuyen entre 60 y 70 por ciento.

La combustión del gas natural prácticamente no genera emisiones de bióxido de azufre, que es la causa principal de la lluvia ácida. El gas natural emite cantidades mucho menores de monóxido de carbono, hidrocarburos reactivos, óxidos de nitrógeno y bióxido de carbono que otros combustibles fósiles.

El uso de gas natural puede contribuir significativamente a mejorar la calidad del aire. Por ejemplo, los vehículos que funcionan con gas natural pueden reducir las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos reactivos hasta en 90 por ciento, en comparación con los vehículos que utilizan gasolina.

Otra manera de mejorar el ambiente es usar más gas natural en la generación de electricidad. Nuevas tecnologías como sistemas de turbina de ciclo combinado de alto rendimiento, aumentan la utilidad de la energía y simultáneamente reducen la contaminación.

El consumo de gas natural emite una menor cantidad de CO<sub>2</sub> en comparación con todos los demás combustibles fósiles; aproximadamente 45 por ciento menos que el carbón y 30 por ciento menos que los productos que derivan del petróleo.

El uso de gas natural permitirá la reducción de combustibles más contaminantes como el diesel, el combustóleo y el gas LP. Además, el gas natural es un combustible eficiente, ya que se requiere menos combustible que otros para generar igual cantidad de energía y es mucho más seguro, pues se dispersa en el aire con mayor rapidez que otros combustibles.

### 7.3- Política para la preservación del medio ambiente. Sistema ISO-14000 aplicado en Planta Barrientos.

Las políticas implementadas para llevar un control efectivo del medio ambiente pueden resumirse en:

- Trabajar bajo un esquema de mejora continua en la prevención de la contaminación en todas las actividades propias de la operación que se realizan desde el yacimiento hasta la entrega de los productos al cliente.

- Todas las acciones para la protección y cuidado del medio ambiente, van más allá del cumplimiento de las leyes y regulaciones aplicables a las actividades, productos y servicios de la planta, así como otros compromisos que se asuman voluntariamente.

- Apoyados en un Sistema de Gestión Ambiental, se reconocen, evalúan y previenen los impactos potenciales de los procesos al ambiente y son la base de los objetivos y metas en materia ambiental.

- Trabajar bajo un marco de desarrollo sustentable, haciendo uso racional de las materias primas y energéticas que se consumen, conscientes del compromiso que se tiene de preservarlas para las generaciones futuras, incorporando la tecnología de punta que sea necesaria.

- El personal operativo conoce y apoya la política Ambiental de la Planta Barrientos, misma que es difundida a clientes, proveedores y a la comunidad, a través de un canal de comunicación abierto.

- En planta Barrientos, todo el personal operativo es responsable de cumplir y hacer cumplir esta política y estar capacitados y orgullosos de que a través de la participación proactiva se promueva y dé solución a problemas en materia ambiental.

- Se hace el máximo esfuerzo por mejorar la imagen y presentación de las instalaciones a través de auditorías realizadas con personal interno y externo, medir y reconocer logros.

*¿Cómo se logra la implementación de esta política ambiental?*

Esta política se maneja a través de lo que se conoce como el SIGA, es decir, Sistema de Gestión Ambiental, el cual consta de cuatro pasos principales<sup>3</sup>.

<sup>3</sup>Boletín Ecológico Nuestra Imagen, No 25  
1998. México. Cemex.

**A) Política Ambiental.**

- Mejora Continua.
- Cumplimiento de la normatividad aplicable.
- Prevención de impactos ambientales.

**B) Planeación Ambiental.**

- Aspectos Ambientales.
- Requisitos legales y otros.
- Metas y objetivos.
- Programa de gerencia ambiental.

**C) Implementación y operación.**

- Estructura y responsabilidades.
- Entrenamiento y concientización.
- Comunicación.
- Documentación.
- Control de documentos.
- Control operacional.
- Preparación para emergencias.

**D) Monitoreo y Acción Correctiva.**

- Monitoreo y medición.
- NO conformidad y acción correctiva y preventiva.
- Récorde.
- Auditorías del Sistema de Gestión Ambiental.

Los cuales llevan a dos resultados producto de la política implantada:

**1) Revisión Gerencial.**

- Seguimiento.

**2) Mejora Continua.**

Cada uno de estos pasos se aplica de la siguiente forma:

a) Cuando se plantea o se establece una política se reconocen de entrada los problemas existentes y por consecuencia, la intención de una mejora continua de la calidad de producción y el cumplimiento de las leyes correspondientes que en este caso las normas aplicables son, entre otras, la Ley Federal de Protección al Ambiente. Este cumplimiento es la base de la prevención, que es la que completa la prevención.

b) Puesto que la política debe tener un cause para que esta se lleve efectivamente a cabo, se procede a lo que se denomina planeación. Mas concretamente es el nivel en el cual se analizan los aspectos ambientales y jurídicos involucrados en la legislación, en la producción, en la administración y como aplicarlos de manera ordenada y sistemática en base a sus requisitos y obligaciones. Así mismo, cuales son las metas y objetivos que se planean obtener y que se deben cumplir para obtener el fin deseado en base a un programa bien detallado.

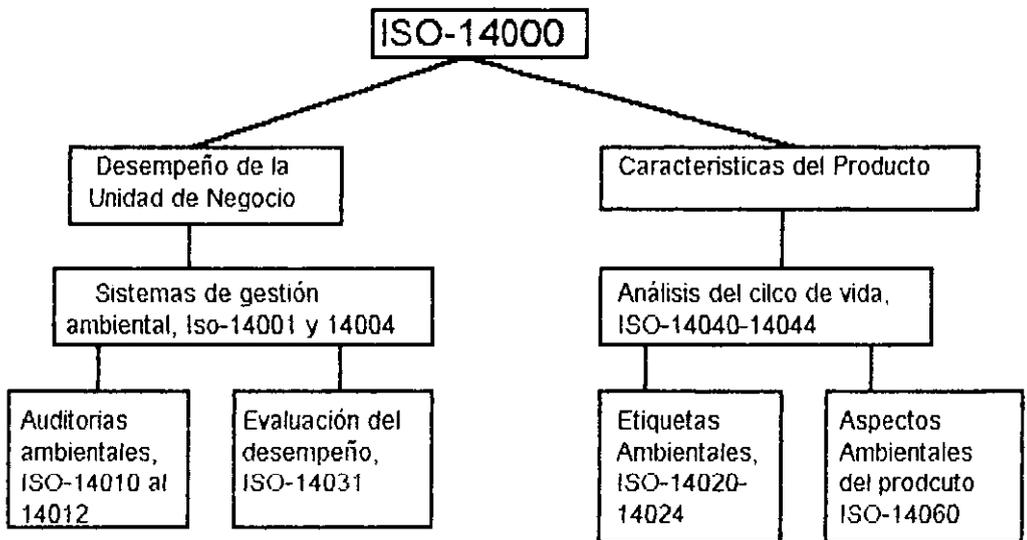
c) La implementación y operación del sistema es quizá la parte mas difícil ya que en esta se debe involucrar a toda la gente que de alguna manera u otra forman parte de la planta porque aquí es cuando se asignan y se delegan las responsabilidades. Entrenar y capacitar a la gente, mantener abiertos y fluidos los canales de comunicación, documentación para la información y todo el control operacional y organizativo que este conlleva. Pero mas que nada, es importante introducir y reafirmar la concientización de lo que se quiere y se tiene que lograr como objetivos generales y particulares y llevar un seguimiento detallado.

d) El monitoreo es lo que llevará a la confirmación o corrección de los estandares que se están logrando. Esto es, que si ya se obtuvo una marca o nivel, entonces se puede obtener el siguiente en cuanto a niveles de contaminación o de eficiencia, lo cual se logra a través de las auditorias ambientales y con un seguimiento de récords obtenidos.

Como consecuencia de los cuatro pasos del Sistema, se obtienen dos beneficios que son: Un seguimiento ordenado y una mejora en nuestros productos y en las realaciones con la comunidad.

Esto se convierte en un modelo cíclico cuyo paso final es la revisión y las auditorias con personal calificado que da por resultado una mejora continua de toda la estrategia y además se convierte en la base para iniciar nuevamente el proceso, buscando las siguientes niveles de mejoramiento.

## Estructura del ISO-14000<sup>10</sup>



### 7.4 Productos.

En base a esta tecnología aplicada, en la Planta Barrientos se obtienen los siguientes productos:

#### Cemento Portland tipo 1:

Es el resultado de la molienda fina de clinker y de yeso, se utiliza en toda clase de construcciones en forma de concreto, mezclado con agua, arena grava y otros materiales.

<sup>10</sup>Boletín Ecológico No. 25 1998,  
México, Cemex.

### Cemento Portland Puzzolana:

Este cemento resulta de la molienda de clinker, yeso y puzolana. La puzolana es una roca de origen volcánico que adquiere sus propiedades cementantes al ocurrir diversas reacciones químicas en su composición, durante su estado natural.

Posee la propiedad de ser un material sumamente moldeable y desarrollar altas resistencias mecánicas, por la firme cohesión a los materiales agregados. además de adherirse firme y rápidamente al entrar en contacto con el agua.

### Cemento de Albañilería:

Mejor conocido como "Mortero Hidráulico", tiene múltiples usos en la industria de la construcción, como: pegar tabique rojo, bloques de concreto, plantillas, firmes, aplanados y enjarres.

Este cemento no debe emplearse como concreto estructural.

## VIII.- Análisis y discusión de las tecnologías desarrolladas en las Plantas de Cemento.

### 8.1.- Efecto sobre el desempeño ambiental.

La información obtenida en la planta de Cemex-Anáhuac en Barrientos es un excelente referente sobre el impacto económico y social que puede llegar a representar una planta de cemento en México.

Sin embargo, no hay que considerarla como verdad única, sino que lo mas adecuado sería hacer un análisis desde afuera y en general, de la industria cementera.

Esto es con el fin de no cerrar las opiniones a una sola planta sino considerar otras perspectivas, incluso a las dependencias del gobierno.

Un estudio efectuado por el INE (Instituto Nacional de Ecología), dependiente de la Semarnap establece la siguiente observacion:

Las características singulares de un SAA, de acuerdo a la norma 14001, son tres: la primera, que debe ser un sistema certificable; la segunda que la norma no establece criterios específicos de desempeño ambiental; la tercera que debe tomar en cuenta las necesidades de un conujunto amplio de partes interesadas.

A partir de este parrafo podemos hacer el siguiente análisis:

En virtud de las dos primeras, resulta claro que “dos organizaciones que realizan actividades similares pero que tienen desempeño ambiental diferente pueden cumplir con sus requisitos”. Más aún, como lo certificable es el SAA y no su resultado, es decir el desempeño ambiental, queda entonces abierta la posibilidad de que una organización con un desempeño ambiental superior no tenga acceso a la certificación por diversas razones.

De lo anterior se desprende, como un posible corolario, que una organización no certificada pudiera tener un desempeño ambiental superior al de una empresa certificada.

En la sección de definiciones de la norma mencionada, se establece que “parte interesada” es aquel individuo o grupo preocupado o afectado por el desempeño ambiental de una organización; asimismo se define “ambiente” como el entorno en que opera una organización, incluyendo aire, agua, suelo, recursos naturales, humanos, flora, fauna y sus interrelaciones, con una nota específica que el entorno, en este contexto, se extiende del interior de la organización hacia el sistema global.

Es notorio el carácter general, e incluso vago, de estas definiciones. Por otra parte, serán los certificadores quienes se encuentren en posición de decidir si el SAA toma en cuenta efectivamente las necesidades de “un conjunto amplio de partes interesadas”, y por supuesto de discriminar quiénes son o pueden ser estas “partes interesadas”.

Otra observación es que, si bien el SAA establece un compromiso con el mejoramiento continuo, no se mencionan criterios en los aspectos auditables de la norma para decidir que grado de avance es aceptable en este mejoramiento continuo.

En el capítulo no. 1, introducción, se menciona que la ISO-14000 puede presentar dudas e incompatibilidades por ser utilizadas posiblemente como barreras comerciales.

En el caso particular del SIGA que se emplea en la Planta Barrientos, este no es contrario a la Ley Federal de Protección al Ambiente, sino que más bien son dos sistemas complementarios.

El sistema ISO-14000 es un sistema voluntario que se aplica para establecer un control ambiental. Al realizarse de manera voluntaria simplemente se está ayudando a preparar el control ambiental que será muy útil cuando se realice la inspección por parte del gobierno y las dependencias federales.

Es decir, al cumplir con un estándar certificable, por medio del “departamento de seguimiento ambiental”, la planta cumple con los parámetros establecidos por la Ley, ya que ambas, tanto el estándar como la ley buscan la protección del medio ambiente de la comunidad, si bien, pueden ser por caminos diferentes. El estándar ISO por auditores terceros, y la Ley directamente por la Procuraduría Federal del Medio Ambiente, el INE y la Semarnap. Adicionalmente existen legislaciones estatales y/o regionales.

El departamento de seguimiento ambiental, es la oficina encargada, dentro de la planta, de llevar el registro de todos los datos, mediciones atmosféricas, partículas, equipos, y medidas administrativas que se implanta y operan en la política ambiental seguida.

No es adecuado, caer en una actitud simple de decir que una abeneficia a la otra o que una complementa a la otra, pues como se planteo al inicio de éste análisis diferentes empresas pueden o no ser certificadas or la ISO aunque tengan desempeño ambiental similar, aunque en este caso, el resultado ha sido positivo para la Planta de Barrientos.

Un ejemplo de esta situación incluso dentro de la misma empresa, Cemex, y mas concretamente en la misma Cementos Anáhuac, es el caso de la Planta Atotonilco en Hidalgo, la cual cumple con los requisitos legales pero no ha obtenido aún el certificado Iso-14000

## 8.2.- Costos económicos de implantación.

El costo global de implementación de tecnología para la conservación y control del medio ambiente en la planta Barrientos, asciende hasta la fecha a 140 millones de pesos, en instalaciones y 14 millones en mantenimiento y operación.

Lo mas correcto sería cuestionarse como repercute esta inversión económica efectuada en la producción del cemento y en el precio que se ofrece al cliente.

En el aspecto económico no repercute en el precio ni reporta beneficio económico como tal. Si bien es una inversión elevada, esta es con el fin de mantener un equilibrio adecuado y buenas relaciones con el entorno en general, productores, distribuidores, pero sobre todo, clientes y comunidades aledañas.

La instalación de un filtro nuevo o de un colector están consideradas dentro del presupuesto general de la planta. El precio del cemento se basa en la oferta y producción del mercado así como en la situación económica de la industria de la construcción del país.

Además de ser parte de un presupuesto, son parte de un proceso; analizando los diagramas de cada uno de los pasos de producción y de precalentamiento y acalcinación se observa la presencia de filtros, separadores y colectores de polvo. Estos se encuentran dentro de un esquema de producción y son parte de toda la línea, por lo que su modificación realmente no afecta.

Es decir, el fin que se busca con las inversiones es la eficiencia del producto en calidad y aparición y la imagen que la planta y la empresa son capaces de proyectar. La razón es sencilla, invertir para ganar la aceptación y la confianza de los consumidores y no directamente obtener una ganancia económica, pues esta es y será consecuencia de la aceptación que el producto tiene entre los clientes.

En el capítulo VII, se mencionan los tipos de producto que se fabrican en la planta siguiendo este proceso.

Todo esta planeación y sus acciones correspondientes se traducen en la permanencia en el mercado de los productos de la empresa.

Los precios de la industria del cemento que se ofrecen a los clientes, son muy similares entre las diferentes marcas y compañías y es muy difícil que se presente una guerra de precios para atraer a los clientes.

Los objetivos son dos:

- a) Mejorar Imagen.
- b) Beneficio Social.

Ahora bien, se debe tener en cuenta que, ésta empresa como cualquier otra, busca obtener una ganancia que corresponda a la inversión que se le inyecta.

Se toma en cuenta el principio Imagen-Negocio. Es evidente pensar que la producción del cemento se vea como una inversión y es también lógico pensar en como se obtiene las ganancias correspondientes.

Esto se logra a través de las utilidades reportadas del producto y de la óptima calidad que se ofrece a los clientes y en la práctica eficiente de la producción. Hace unos 10 años, se planteó la posibilidad de cerrar la Planta Barrientos debido a que era una planta muy cara y poco eficiente;

En el capítulo VII, se describe brevemente la evolución de la planta a través de sus innovaciones tecnológicas; con la crisis de los años 1980 tuvo un rezago importante y la decisión fue hacerla más eficiente, para evitar gastar más, no invertir más para cobrar más en el producto.

Las medidas que se tomaron estaban dirigidas a:

a) racionalizar el uso de las materias primas y la energía utilizadas para aprovechar al máximo los recursos disponibles y elevar la calidad del producto.

b) Invertir en mejores equipos, menos contaminantes y más modernos. Pero todas estas políticas se insertan dentro de una planeación general.

A lo largo de estos 10 años, se cumplió el objetivo no aumentando el precio del cemento fabricado, sino haciendo que la planta fuese más barata y más eficiente. Por el volumen de producción se evitó que subiera el costo teniendo en cuenta que se mejoró la inversión ante los clientes.

Se introdujeron equipos nuevos, se capacitó y concientizó mejor al personal de la planta. Actualmente existe la propuesta concreta de introducir gas natural en lugar de seguir utilizando combustóleo por dos razones principales.

La primera es que el gas natural como se explicó anteriormente es más limpio que el combustóleo que se utiliza actualmente en los hornos. Esto disminuye el consumo de energía y hace que el proceso sea más ecológico

En segundo lugar, se termina con el problema de depender a su vez de otra compañía para que proporcione el combustóleo, en este caso, Pemex.

### 8.3.-Análisis de combustibles

No existe ningún impedimento para seleccionar el uso del gas natural. Será difícil que si se tiene acceso a la red de gas natural no se desee utilizar este combustible debido a los beneficios en economía seguridad, comodidad y cuidado del ambiente que proporciona.

Debido a que el gas natural es un combustible que se distribuye por medio de ductos, su suministro es constante y solo se paga el volumen de gas que se consume.

Es necesario aclarar, que deben realizarse adecuaciones adecuaciones que se llevarían a cabo en las mismas instalaciones como son cambio en la línea de suministro, espreas, así como válvulas de conexión y de presión en las que se recibirá el gas.

Además el gas natural, actualmente utilizado en otras industrias en diversas partes del mundo, ha demostrado que sus características alargan la vida de las piezas y las instalaciones.

¿Por qué se ha utilizado el combustóleo?

Efectivamente el combustóleo es más contaminante por ser un carburante, sin embargo, se ha utilizado durante mucho tiempo debido a que la energía eléctrica en el Cd. de México y su área conurbada es mas costosa, por cuestiones de geografía, instalaciones etc...

Cómo se puede hacer para disminuir la demanda de electricidad

La actitud que tome la industria en torno a este problema repercutirá notablemente en el ahorro de la energía. El panorama para el futuro puede presentarse como positivo o negativo dependiendo de si se toma conciencia de lo que repercute en el ambiente, moderar y optimizar la generación de electricidad.

La política recientemente instaurada en la planta consiste :

Obtener la adecuada iluminación de la planta y de las instalaciones.  
Evitar gastos incesarios de equipo.

Verificar que los equipos estén en perfecto estado, para que duren y gasten menos energía.

Producir la mayor y mejor cantidad de producto de manera constante, ya que la producción intermitente gasta más energía en el equipo.

Verificar que el calor de los hornos sea uniforme.

Asi mismo, verificar que los equipos que los requieran, tengan una adecuada circulación de aire.

Se procede a revisión para que los equipos sellen hermeticamente, ya que de lo contrario ocasionan un mayor consumo de energía.

Otro tipo de combustible muy contaminante es la quema de llantas. La única planta que cuenta con el permiso federal para efectuar quema de llantas es la Planta Atotonilco, en el estado de Hidalgo.

#### Emisiones de partículas.

La norma NMX-040 especifica que la cantidad máxima permisible de partículas sólidas lanzadas a la atmósfera sea de  $80 \text{ mg/m}^3$ , siendo que la planta produce solamente  $13 \text{ mg/m}^3$ .

La constante actualización tecnológica en el equipo; el cuidado en la calidad de los productos; la dedicada experiencia de los integrantes de la organización y el mejoramiento continuo de la calidad de los recursos humanos; permiten reafirmarla como una de las principales empresas productoras de cemento en el país y una de las que marca la pauta en innovación de tecnología ambiental.

#### 8.4.- Qué beneficios se esperan obtener.

Haciendo un análisis de cual ha sido el resultado de implementar el sistema de gestión ambiental en la planta, se coincide en que se han obtenido como beneficios:

a) Se ha apoyado el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, así como otros acuerdos voluntarios y planes de acción con las autoridades correspondientes.

b) Se ha promovido el cambio cultural en la organización y se han modificado los hábitos y actitudes de las personas.

c) Se ha promovido la integración del factor ambiental a todas las actividades de la organización, así como la mejora continua en su desempeño ambiental.

d) Se ha facilitado la exportación de bienes y servicios, y se ha establecido que, carecer de esta certificación sería una limitante comercial que podría afectar en un futuro cercano.

e) Aumentar la eficiencia en operaciones haciendo uso racional de materias primas, materiales e insumos.

f) Mejorar la imagen de Cemex a nivel Nacional e internacional y de cada unidad de negocio ante las autoridades y la comunidad en general.

g) Cubrir las expectativas Ambientales de los clientes. Además de que facilita el cumplimiento con la legislación aplicables y permite estar preparados para cualquier eventual actualización.

Entre las nuevas tareas que se han impuesto en la planta se encuentran las del manejo de recursos humanos. Conocer al personal, preparar y capacitar a sus integrantes, apreciar sus conocimientos y experiencias en el trabajo y tener fe en las acciones y resultados del trabajo diario, es la característica propia en el trato del personal que labora en ésta Organización, que tiene como objeto permanente el desarrollo integral de cada persona.

Asimismo, alrededor de la organización gravitan innumerables sectores de empleo con dependencia indirecta en la misma organización.

Se pueden mencionar entre otros, a los siguientes: transportistas de materias primas; transportistas de combustibles; transportistas y distribuidores de los productos; los productores de sacos de papel para envasar el cementos; los fabricantes de tabique refractario; los fabricantes de bolas para los molinos; los productores de refacciones y equipos; los que otorgan sevicios de mantenimiento, de capacitación; etc..

Las medidas, propuestas y aspectos que están por aplicarse o que ya están en fase operativa son:

Presentar a nivel gerencial de las plantas, el nuevo "Plan Operativo en Materia Ambiental".

Se realiza la octava auditoría interna al Sistema de Gestión Ambiental de Planta Barrientos.

Se continúa con la implementación en otras plantas de cementos Anáhuac, como es el caso de la Planta Atotonilco.

Se imparten cursos para la formación de auditores internos en las plantas.

Se realizan tramites para revalidar el registro de descarga de augas residuales de Planta Barrientos.

Se participa en Seminarios nacionales e internacionales sobre el ISO-14000.

Se imparte capacitación en los niveles conciencia y competencia a todo el personal de Plantas y yacimientos que equivalen a 1224 horas-hombre.

Recibir las visitas de los delegados de la PROFEPA en las plantas con el fin de verificar el cumplimiento de las acciones comprometidas en el Convenio de la Auditoria Ambiental Voluntaria.

Se solicitó al I.N.E. su anuencia para realizar mediciones a los equipos principales instalados.

En 1998 tanto la Planta Atotonilco como la de Barrientos, lograron la obtención del certificado como industria limpia y la revalidación del certificado ISO-14001 respectivamente.

Es obvio que aún se debe continuar mejorando el desempeño ambiental de las Plantas y consolidar una cultura para el cuidado del medio ambiente, que permita encontrar beneficios y oportunidades, en lugar de costos y dificultades, enfocándose a realizar acciones para prevenir y no para corregir, haciendo uso de prácticas de ecoeficiencia.

Uno de los retos más importantes , es el acelerado y amplio deterioro del medio ambiente, razón por la cual tanto el gobierno, como otras instituciones y organizaciones públicas y privadas suman esfuerzos para establecer un proceso de desarrollo sustentable que garantice una mejor calidad de vida y un hábitat más saludable.

Con respecto a las auditorías ambientales:

Fecha Última revisión: Febrero 11 , 1999.

Fecha Próxima Revisión: Febrero, 2000.

En copia certificada Cemex-México, Edición: 03.

Fecha. Febrero 11, 1999.

## IX.- Conclusiones y Recomendaciones.

### 9.1.- Barreras comerciales.

La NMX (equivalente a ISO 14001)<sup>1</sup> especifica que “ al igual que otras normas mexicanas, no está destinada para usarse en crear barreras comerciales no arancelarias o para aumentar o cambiar las obligaciones legales de una organización”.

Por otra parte, durante la formación del SAGE en el seno de la ISO, en 1991, que fue el antecesor directo del TC-207, se estableció como uno de sus objetivos de trabajo el determinar si un estándar internacional en materia ambiental podía servir a los siguientes objetivos:

- Promover un acercamiento común a la administración ambiental.
- Incrementar la capacidad de una organización para alcanzar y medir sus avances en desempeño ambiental;
- Facilitar el comercio y eliminar barreras comerciales.

La respuesta del SAGE, fue precisamente la formación del TC-207, encargado de desarrollar la serie ISO-14000.

Al respecto, conviene revisar el caso de la serie ISO-9000, único antecedente de un estándar administrativo de ISO: “Para muchas compañías, el registro ISO-9000 es un requisito legal para participar en mercados regulados. Este es el caso por ejemplo, del sector de productos y aparatos para la práctica médica en la Unión Europea.

En otros casos, el registro se ha planteado como requisito para obtener una orden de compra o contrato. Algunos gobiernos han incorporado ISO-9000 dentro de sus estructuras regulatorias, o al menos la han evaluado como un apoyo para alcanzar metas de gestión o regulación ambiental..

La principal presión, sin embargo, para obtener el registro ISO-9000 ha sido la presión del mercado. El cumplimiento de los estándares ISO-9000, vía certificación por un tercero, se ha convertido en un requisito de facto para participar en muchas áreas de negocios.

<sup>1</sup> Barrera, C.J. 1998. ISO-14000 ¿Protección o Proteccionismo? Méx. Gaceta Ecológica. INE. 45, 66-75. Pag 68.

Las empresas han obtenido el registro para mantener o incrementar su participación en el mercado, para mantenerse en él o para obtener ventaja sobre la competencia

## 9.2.- Los objetivos de protección ambiental.

Como puede verse, la serie ISO-14000 efectivamente puede resultar cuestionable y no es sencillo decidir si es una herramienta de gestión ambiental o un componente de estrategia comercial. Sin embargo, en la contraparte, puede también cuestionarse el papel de muchas empresas en torno al desempeño y la protección ambiental.

Si bien es cierto que actualmente cualquier organización tiene acceso a las herramientas técnicas y gerenciales para mejorar estos aspectos, también es verdad que no se cuentan entre sus prioridades y que la historia demuestra que prácticamente cualquier avance en la responsabilidad social de las empresas se ha logrado bajo alguna forma de presión externa.

En consecuencia, tampoco resulta fácil decidir si al rechazar la implantación de este tipo de medidas, se busca defender la libertad de comercio y la viabilidad de las pequeñas y medianas empresas, o la libertad de continuar transfiriendo costos a la sociedad vía la contaminación y el aprovechamiento irresponsable de los recursos naturales.

En este examen, tanto las posiciones que están a favor de las normas ISO-14000, como las que se oponen a ella, revelan cierta ambigüedad. En rigor, este parece ser un hecho que debemos aceptar: las normas de la serie ISO-14000, por su naturaleza y por las modalidades y el contexto en que se aplican, son a la vez un instrumento de gestión ambiental y un componente de estrategia comercial.

De ahí que los diferentes actores tiendan a destacar como negativos los aspectos que afectan sus intereses y a subvalorar aquéllos de los que pueden derivar beneficios. El camino, como siempre, parece estar en una negociación franca que preserve lo mejor de ambas partes y busque minimizar los efectos perjudiciales, tanto sobre el ambiente y los recursos naturales, como sobre la infraestructura industrial y la viabilidad de las pequeñas y medianas empresas.

De acuerdo a lo anterior, se pueden derivar las conclusiones y recomendaciones siguientes:

Implementar un SAA que cumpla con los requerimientos de ISO-14000 y alcanzar el registro mediante una tercera instancia, esta en vías de convertirse en un requisito de facto para hacer negocios.

Puede dudarse de la utilidad, como estándar certificable, de una norma que no establece vínculo entre el SAA y su resultado, el desempeño ambiental.

Entre los puntos clave para una defensa de los intereses de las pequeñas y medianas empresas se encuentran los siguientes:

Fortalecer su posición negociadora, asumiendo la marcha de los tiempos y creando compromisos con la protección ambiental, la modernización de sus procesos y estructuras administrativas y la competitividad.

Participar activamente, buscando el perfeccionamiento de instrumentos como las normas ISO -entre otros- en tanto que herramientas de gestión y autoregulación ambiental y limitando su manipulación como barreras comerciales disfrazadas de medidas ecológicas.

Desarrollar mecanismos para tener acceso al control de los sistemas de certificación: esto es, procurar tener sistemas de certificación y auditores de ISO-14000 propios, sin caer en la trampa de reproducir a nivel interno, lo que se desea evitar a escala internacional: la monopolización de los mecanismos e instituciones de certificación.

Para las autoridades ambientales, el punto nodal es actuar en forma creativa y decidida para fortalecer los aspectos y los caminos que conduzcan a la aplicación de estas normas como instrumentos de mercado al servicio de la protección ambiental, y no a la inversa.

Si en la Era de la globalización todos los negocios son internacionales, el reto consiste en asegurar que todos puedan ser igualmente internacionales

## Bibliografía.

- 1) Friedrich W. L. y Jorg K. 1988. Cement and Concrete. Germany: Ullmans.
- 2) Mena, C.R. y Monroy, S. J. 1999. El Cemento Portland. Cementos Anáhuac S.A. de C.V. Presente en el progreso de México.
- 3) Barrera, C.J. 1998. ISO-14000 ¿Protección o Proteccionismo? Méx. Gaceta Ecológica. INE. 45, 66-75.
- 4) Programa de Normalización Ambiental Industrial. 1998. Méx. Gaceta Ecológica. INE 45, 82-88.
- 5) La Fabricación y Empleo del cemento Portland. 1995. México: Grupo Tolteca, Cemex.
- 6) Boletín Ecológico Nuestra Imagen, No. 24 1998. México: Cementos Anáhuac, Cemex.
- 7) Boletín Ecológico Nuestra Imagen, No. 25 1998. México: Cementos Anáhuac., Cemex.
- 8) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 1996. México. Gaceta Ecológica. INE 40, 84-120.