

878517

UNIVERSIDAD NUEVO MUNDO

ESCUELA DE INGENIERIA

Con estudios Incorporados a la Universidad Nacional Autónoma de México



PROYECTO DE LA TRANSFORMACION DE UNA FABRICA DE CEMENTO DE SISTEMA HUMEDO A SISTEMA SEMIHUMEDO O SEMISECO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

Ingeniero Mecánico Eléctrico Area Industrial

P R E S E N T A

LUIS JAVIER ALVARADO CASTILLO

Director de Tesis: Ing. Mauricio Martínez Moro

MEXICO, D. F.

1991

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

INDICE

CAPITULO I.

INTRODUCCION.	1
--------------------	---

CAPITULO II.

BREVE HISTORIA DEL CEMENTO.	5
----------------------------------	---

II.1.- PRODUCCION DE CEMENTO EN MEXICO.	12
--	----

CAPITULO III.

PROCESO DE ELABORACION DEL CEMENTO PORTLAND.	15
---	----

CAPITULO IV.

SISTEMAS.	23
----------------	----

IV.1.- CONSUMO DE ENERGETICOS EN LOS DIFERENTES SISTEMAS.	42
--	----

CAPITULO V.

PLANTEAMIENTO Y DESARROLLO DEL PROYECTO.	48
---	----

V.1.- DESCRIPCION DE MAQUINARIA Y FUNCIONAMIENTO ACTUAL

EN LA PLANTA PROPUESTA.	56
------------------------------	----

V.2.- SITUACION ECONOMICA DE FUNCIONAMIENTO ACTUAL.	64
--	----

V.3.- PRESUPUESTO CALCULADO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO, CON DEPRECIACION.	65
V.4.- SITUACION ECONOMICA DE FUNCIONAMIENTO UNICAMENTE CON EL EQUIPO DE MODIFICACION.	67
V.5.- SITUACION ECONOMICA DE FUNCIONAMIENTO DESPUES DE MODIFICACION.	68
CAPITULO VI.	
TABLAS COMPARATIVAS DE FUNCIONAMIENTO OPERATIVO Y ECONOMICO ANTES Y DESPUES DE LA MODIFICACION.	69
CAPITULO VII.	
CONCLUSIONES.	76
CITAS.	79
BIBLIOGRAFIA.	80

CAPITULO I.

INTRODUCCION.

A medida que ha pasado el tiempo desde la Revolución Industrial de 1917 en Inglaterra hasta nuestros días el mundo desarrollado ha reconocido cada vez mas el valor y, por lo tanto, la importancia de los energeticos y es asi como día a día nos enteramos de que la sociedad entera a nivel mundial cada vez se preocupa mas por este concepto de "ENERGIA" que ha producido por demas una suerte de diferencias con soluciones hasta bélicas por este, repito, creciente y lógico interés.

La industria mundial del cemento es una de las grandes consumidoras de combustoleo y/o de gas, o sea, de productos de combustibles fósiles que sumados a la energía eléctrica, que suele ser producida mediante estos últimos, hace que ambos conceptos de energía representen alrededor del 35 % del costo total de fabricación de cemento siendo este ultimo producto, el Cemento, material indispensable en el desarrollo moderno de la sociedad entera, la preocupación lógica de susdirigentes, técnicos e investigadores a nivel mundial ha hecho posible que, sobre todo, en la segunda mitad de este Siglo XX se hayan logrado desarrollar tecnologías que han producido ahorros notables en el consumo de

energía por tonelada de cemento producido, al grado de que se han conseguido consumos tres y cuatro veces inferiores a los de hace 50 años.

La gran versatilidad del cemento portland dentro del campo de la construcción ha hecho posible su intervención cada vez mas amplia en este mercado ya que cuenta con una gran variedad de usos.

Siendo el cemento el elemento activo en un gran numero de materiales, debe producirse cuidadosamente, ya que , para lograr mayor eficiencia en distintos tipos de obras debemos obtener también la mejor calidad al producirlo. En nuestro país la producción ha ido en constante aumento gracias al aumento también de la demanda interna y del crecimiento de las exportaciones.

En la República Mexicana como en algunos otros países, la industria del cemento es una de las mas grandes y avanzadas que se conocen y mediante su gigantesco engranaje se producen los diversos y eficientes cementos, para ello las fabricas cuentan con un gran numero de técnicos especializados en diversas ramas profesionales cuya labor se conjuga para convertir las variables materias primas en un producto de calidad uniforme perfectamente

controlado, y de acuerdo con las condiciones estipuladas para el tipo de cemento que se trate.

Como consecuencia de los cambios surgen nuevos problemas, encontrar la solución incluye un amplio conocimiento. Esto implica que los profesionales que participan en la toma de decisiones o relacionados con la concepción de proyectos industriales conozcan los fenómenos que afectan a la industria.

Por ello debe tomarse en cuenta que la organización industrial es un medio social cambiante, por lo que dichos profesionales deben ser capaces de diseñar proyectos factibles, teniendo en consideración los rápidos cambios tecnológicos y sociales.

Dentro de la industria del cemento existe una gran diversidad de tópicos. Uno de ellos se refiere a las diferentes opciones o procesos que existen para la fabricación del cemento, como son los sistemas Seco, Humedo, y Semi Seco, que es de donde surge la idea de desarrollar este proyecto dando una opción mas para el fabricante de cemento que usa actualmente sistema Humedo.

La proposición de este proyecto esta enfocada a las plantas de cemento que trabajan todavía con sistema humedo, en nuestro país existen muy pocas plantas que trabajan con este proceso por ser obsoleto en términos generales ya que en ocasiones es

indispensable el sistema Humedo por circunstancias particulares como mas adelante se trataran. Por tanto estas plantas están obligadas a cambiar en su sistema pues corren el riesgo de desaparecer por ser el de mayor eficiencia el sistema seco.

La mayoría de las plantas con sistema humedo en México, han sido substituidas por sistema seco, pensando siempre en el riesgo del capital ya que la inversion es enorme.

En este proyecto se propone un sistema para transformar las plantas de sistema humedo a sistema semihúmedo o semisecho logrando bajar la cantidad de agua existente en la mezcla antes de ser alimentada a los hornos, los cuales, al tener menor cantidad de agua que evaporar, trabajan con mas rapidez y eficiencia.

Se logra así una mayor producción a menor costo quedando como otra opción para este tipo de plantas con producción húmeda que en la actualidad representa un poco mas del 8 % de la producción anual total del país la cual esta dividida en 28 plantas, distribuidas en diferentes estados de la República Mexicana, dichas plantas producen un poco mas de 27.4 millones de toneladas al ano.

CAPITULO II

BREVE HISTORIA DEL CEMENTO

El uso de materiales cementantes es muy antiguo. Caldeos, babilónicos, y asirios emplearon materiales cementantes en sus edificaciones. Los fenicios usaron morteros de cal, los egipcios ya utilizaban yeso calcinado puro, los griegos y romanos utilizaron un cemento hidráulico los romanos hacían cemento hidráulico mezclando una pasta de cal con ceniza volcánica puzolana. El nombre se deriva del puerto de Puzzuoli, cerca del Vesubio donde se encontro' una ceniza volcánica adecuada. Este cemento se utilizo' en estructuras en las cuales la mampostería se unía con morteros, tales como el Coliseo en Roma y el Pont Du-Gard cerca de Nimes y que han sobrevivido hasta esta época con su material cementante aun duro y firme. En las ruinas

de Pompeya a menudo el mortero se encuentra menos dañado por la intemperie, que la piedra blanda.

Las ruinas prehispánicas en México, Centro y Sudamérica, muestran que los antiguos americanos eran hábiles en el uso de cementos inorgánicos.

Durante la Edad Media hubo una disminución general en la calidad y uso del cemento, y no fue sino hasta el Siglo XVIII cuando se observó un progreso en el conocimiento de los cementos. En 1756 John Smeaton fue comisionado para construir el faro de Eddystone, en la costa de Cornualles, Inglaterra, reconoció que un mortero de cal y puzolana era necesario para la contracción bajo el agua. Las posteriores fallas estructurales del faro de Eddystone le condujeron a efectuar experimentos y descubrió que se hacían mejores calces a partir de roca caliza que contuviera una cantidad considerable de arcilla. Al darse cuenta del importante papel de la arcilla que hasta entonces no se consideraba conveniente, Smeaton fue el primero en conocer las propiedades de la cal hidráulica, precursora del cemento natural. También se dieron a conocer por sus investigaciones J.F. John, profesor de química en Berlín y el eminente ingeniero francés J.L. Vicat.

Posteriormente, se desarrollaron otros tipos de cementos hidráulicos, como el patentado en 1796 por James Parker en Inglaterra. El "cemento romano" tal como llamó Parker a su producto se obtenía por calcinación de nódulos de caliza arcillosa y llegó a tener amplio uso.

Los cementos naturales se fabricaban a partir de calizas arcillosas. Estas calizas impuras se conocieron como rocas de cemento, se calcinaban aunque no lo suficiente para vitrificarlas y después se reducían a un polvo fino. Si algún material se fundía se removía y desechaba como si no tuviera valor. En esta misma época un ingeniero militar francés, Lesabre, produjo en Francia un cementosimilar al de Parker.

En 1822 se expidió la patente en Inglaterra a James Frost, por su "cemento británico". Este también era un cemento de reputación en Inglaterra, Francia, Rusia, Bélgica, Alemania y Estados Unidos de Norteamérica y vino a culminar con la patente del cemento portland.

Cemento Portland

El 15 de diciembre de 1824, Joseph Aspdin (1779-1855), constructor nativo de Leeds, Inglaterra, obtuvo una patente para la manufactura de un nuevo cemento mejorado que denominó cemento Portland porque al fraguar (mezclado con agua y arena) se asemejaba a una caliza natural que se explotaba en la isla de Portland en Inglaterra.

Aspdin originó el nombre "Cemento Portland", pero aún permanece la duda si se le debe reconocer como el inventor de la sustancia "Cemento Portland". Algunas veces se le concede haber demostrado la necesidad de utilizar altas

temperaturas aunque su patente no sugiere este hecho. Probablemente el sólo fabricó pequeñas cantidades, pero promovió la idea. Su hijo William Aspdin (quien afirmaba que su padre había manufacturado este cemento desde 1811) junto con otros prosiguió su manufactura en Botherhithe en la riverá del Tamesis. Sir.M.I.Brunel empleo cemento portland de la fabrica de Aspdin en Wakefield para la construcción del túnel bajo el Tamesis en 1828 y probablemente esta fue la primera aplicación para propósitos de ingeniería en construcción. Mientras tanto otra firma, Messrs White, trabajo en Swanscombe y su gerente Isaac Charles Johnson llego a ser uno de los hombres más prominentes en el nuevo campo y además un exitoso productor de cemento Portland.

Siguiendo el descubrimiento o la invención del uso de altas temperaturas realizado por Aspdin, si tanto se le puede conceder y su posterior desarrollo practico en plantas diferentes el cemento portland se comenzó a fabricar en serio en Europa hacia 1850.

Aunque Brunckhorst y Westphalen se sugieren como primeros en comenzar la manufactura del cemento portland en Alemania hacia 1850, se dice que la primera planta comercial de cemento portland en ese país se construyo en 1855 en Zullchow cerca de Stettin, y se opero bajo una patente otorgada en octubre de 1852 a Hermann Beibtreu quien había construido una pequeña planta en 1852. En Bélgica la manufactura de cemento portland la inicio

Edward Fever, yerno de Joseph Aspdin. Las primeras fabricas de cemento portland en Francia se establecieron en 1840 en Boulogne Sur-Mer.

El primer uso extenso de cemento portland fué en la construcción del sistema de alcantarillado de Londres de 1859-1867. Los logros ahí alcanzados aumentaron su popularidad y su alto grado y de Inglaterra se comenzaron a exportar cantidades considerables.

La manufactura de cemento portland en los Estados Unidos comenzó en diversos lugares en la década de 1870-1880. La primer planta que tuvo éxito fue la de Coplay, Pennsylvania, establecida por David. O.Saylor, Adam Woolever y Esias Rehrig. El primer cemento se embarco desde esta planta en 1871. El primer cemento que se produjo en Canadá fue en Hull ,Quebec en 1889.

La primera y por mucho la principal mejora durante la manufactura del cemento Portland fue la referente al horno. Al principio los hornos para cemento portland eran de acuerdo a la practica Europea de tipo vertical y cada horno era capaz de producir cerca de 200 barriles cada 10 días.

En 1886 José. F.de Navarro (1823-1909), hombre de grandes intereses comerciales introdujo un horno rotatorio inclinado de 7.30 m de largo y 3.70 m. de diámetro. Este no tuvo éxito y en 1889 erigió otro construido bajo la patente de Frederick Ransome (1818-1893), de Inglaterra. Hombre interesado en la manufactura de piedra artificial y cemento. Este horno al

principio tampoco trabajo bien, pero tras muchos cambios y experimentos tuvo un comportamiento satisfactorio.

El primer horno rotatorio que tuvo éxito en EEUU, media 7.60 m. de largo y 3.70 m. de diámetro. De este tamaño los hornos aumentaron a los de 18 a 24 m. de largo, y 1.5 a 1.8 m. de diámetro que quemaban de 160 a 300 barriles de cemento por día. Luego siguieron los construidos bajo las patentes de T. Alva Edison en 1909, comenzaron con hornos de 45 m. de largo y 2.10 - 2.40 m. de diámetro para seguir con los hornos de 80 m. de largo que quemaban 1000 barriles de cemento al día.

Uno de los primeros problemas de los intentos del horno rotatorio fué la formación de grumos de materia prima debido a la pretensión de quemarla en pequeños terrones como se hacía en los hornos verticales. Desde 1900 casi todas las plantas de cemento han usado hornos rotatorios.

También se hicieron mejoras similares en el sistema de molienda del clinker fundido. Inicialmente el clinker se molía con piedras de molino, pero en 1886 - 1887 el molino de hierro Griffin había empezado a desplazar las piedras de molino, luego el molino de tubo cargado con guijarros de pedernal paso a reemplazar el molino de Griffin para molienda fina. Más tarde aun los guijarros se suplantaron por bolas de acero, de las cuales un solo tubo podía contener de 60 a 86 toneladas.

A semejanza del cemento natural, los primeros cementos portland fabricados en los hornos rotatorios eran de fraguado rápido. Esta dificultad se supero en la fabrica de Navarro en Coplay, Pennsylvania, gracias al químico francés P.I.Giron, quien agrego una pequeña cantidad de yeso a la mezcla incrementando así el tiempo necesario para fraguar. Desde entonces el yeso se ha empleado como retardante en la fabricación del cemento.

Algunos escritores dicen que el cemento Portland de alta resistencia edad temprana se desarrollo primeramente en Austria en 1912-1913 y poco después en Suiza. Se uso durante la primera guerra mundial con fines estratégicos y ha estado en uso comercial desde 1918. Ciertos autores afirman que tal desarrollo ocurrió en Gran Bretaña.

La calidad del cemento Portland ha mejorado significativamente desde el inicio de su manufactura, este cambio ha sucedido por el progreso natural en latécnica de manufactura del cemento y También en parte por la competencia forzada entre los fabricantes de cemento Portland.

II.1.- PRODUCCION DE CEMENTO EN MEXICO

La producción de cemento en nuestro país ha ido evolucionando.

En la elaboración se dice que ha evolucionado por los diferentes métodos y sistemas que la industria cementera mexicana ha ido adaptando conforme la tecnología también ha estado evolucionando e innovando métodos y procesos de fabricación.

En México hemos sido pioneros refiriendonos a los demás países de Latinoamérica llegando a tener la capacidad más grande, moderna e importante de latinoamérica. Esto habla de que en México siempre hemos estado a la vanguardia de la producción, calidad y eficiencia de este producto poniendo el ejemplo incluso en algunos países europeos productores importantes y tradicionales de cemento.

En México empezamos ya hace varios años adaptando en nuestras primeras plantas lo más moderno e innovador que en esta época era lo mejor y más eficiente. Posteriormente la industria cementera ha evolucionado mucho en tecnología principalmente en países como Japón, Inglaterra, Alemania Italia y Francia, poniéndose a la vanguardia encuanto a producción de tecnología, ya que entre los primeros productores de cemento en el mundo podemos citar a México.

En México comenzamos básicamente con el sistema húmedo que fue uno de los primeros en existir y que en esa época era el más conveniente.

Posteriormente y con el pasar de los años, la tecnología fue cambiando y avanzando creandose así nuevos sistemas e innovaciones las cuales poco a poco han ido substituyendo al sistema húmedo por ser estos más eficientes y productivos.

Actualmente se ha ido transformando la planta productiva mexicana llegando incluso a cerrar plantas que por el sistema que utilizaban, los tipos de horno, etc..., llegaron a ser ineficientes e incosteables.

En este momento la industria cementera mexicana es una de las más modernas y por lo tanto eficientes del mundo ocupando el cuarto lugar dentro de los exportadores de cemento y entre el décimo y doceavo lugar en la producción total de cemento.

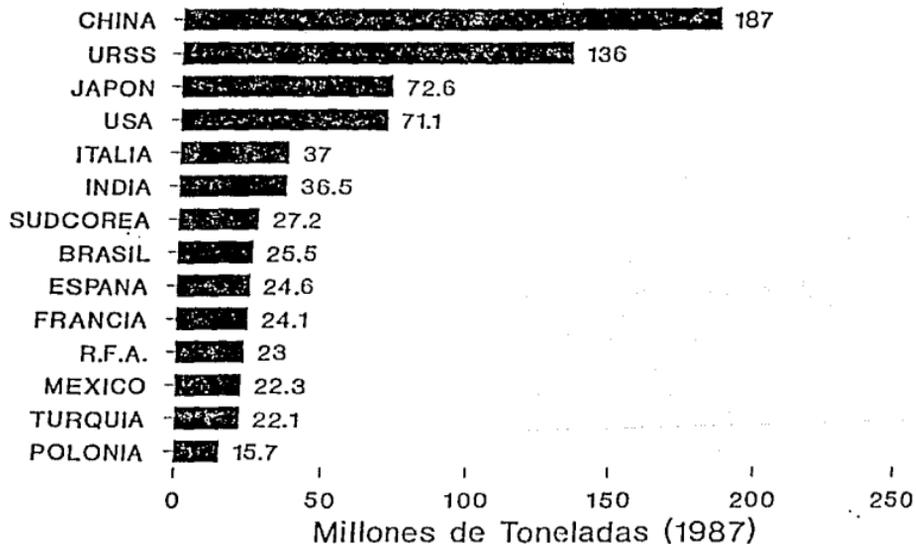
En las siguientes gráficas mostramos

- Los principales productores del mundo.
- Principales exportadores del mundo.
- Importación de cemento de los E.U.A.
- Producción de cemento en México.
- Capacidad Productora y Exportadora en México.

Mostrando algunas de las características de la industria cementera de México con respecto a los demás países productores del mundo, demostrando así, que

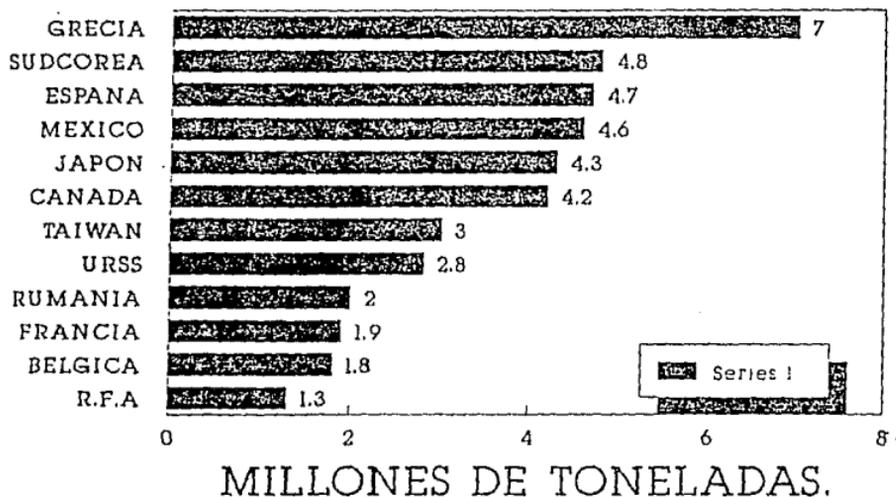
México es un país que significa mucho mundialmente en la producción y en la calidad del Cemento.

PRINCIPALES PRODUCTORES DEL MUNDO



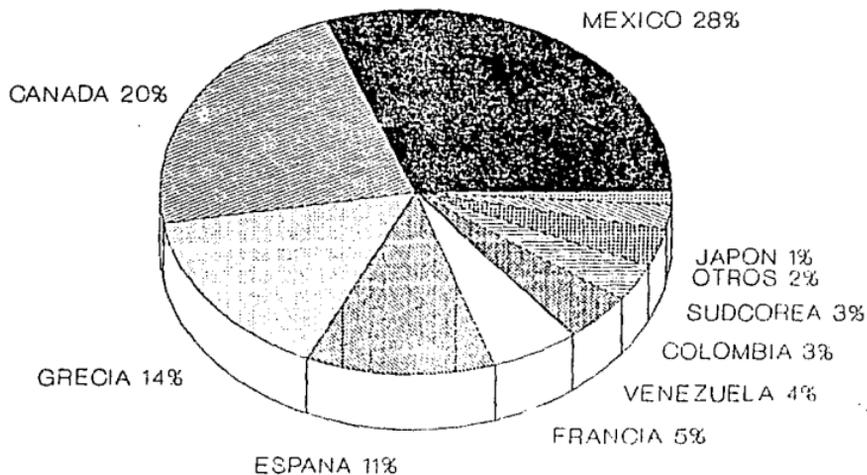
PRINCIPALES EXPORTADORES DEL MUNDO EN 1987.

PAIS.

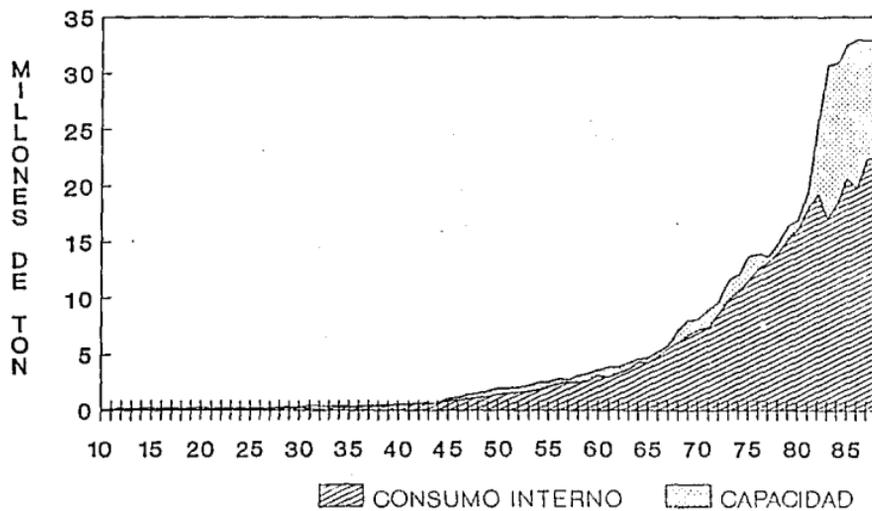


DE
IMPORTACION DE CEMENTO A LOS E.U.A.
EN 1987

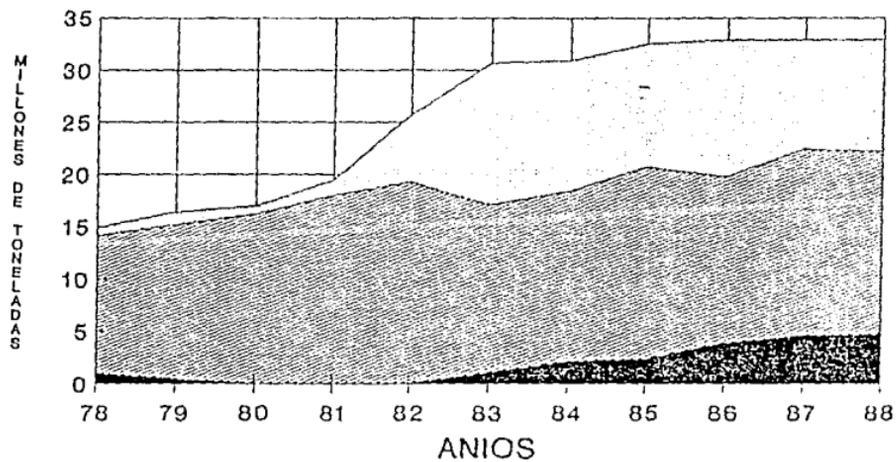
PORCIENTO POR PAISES



PRODUCCION DE CEMENTO EN MEXICO



CAPACIDAD, PRODUCCION Y EXPORTACION EN MEXICO



EXPORTACION

PRODUCCION

CAPACIDAD

CAPITULO III.

PROCESO DE ELABORACION DEL CEMENTO PORTLAND

En el presente, la industria cementera es una de las más importantes en el mundo.

Dentro de ella han venido surgiendo cambios tecnológicos los cuales nos han permitido tener un avance tanto en la productividad, como específicamente en

la disminución del costo de producción, lo que hace a esta industria más eficiente, como ya lo hemos mencionado.

Dentro de lo que es la producción de cemento en el mundo nos encontramos con diferentes procesos de fabricación como son el Sistema Húmedo, el Lepol o plato nodulizador y el Seco, los cuales pueden ser adoptados en algunos casos por modernización de una planta y otros por las características que tengan nuestras materias primas al momento de ser extraídas, que prácticamente este último punto es el que nos determinara que tipo de sistema o proceso podremos utilizar en nuestra planta.

Dentro de estas variantes podemos encontrarnos con que existen muchos países en los que en algunos sitios, las materias primas únicamente son útiles en procesos húmedos ya sea por sus características químicas o porque tienen un gran porcentaje de humedad, ya que son extraídas de ríos, lagos y en algunos casos hasta del mar, forzando a estos fabricantes a utilizar el sistema Húmedo aunque éste no sea el más moderno ni el más eficiente en el momento.

En cambio en otros países dentro de los cuales podemos citar a México, existen bancos de materias primas los cuales por sus características nos dan la opción de elegir entre un sistema y otro dejándonos así actuar con mucho más libertad, aunque no en todos los casos, pues particularmente en México existen sitios que como los que sirven a la planta de León en el Estado de

Guanajuato, las materias primas (específicamente la piedra caliza es pobre en su contenido de carbonato de calcio), no son propias para sistema seco.

Las materias primas para el cemento siempre se encuentran en estado sólido. Normalmente se explotan de yacimientos de origen sedimentario, estratificados como la piedra caliza o la pizarra, y otras veces fragmentadas, sueltas o compactadas como la arena o las arcillas.

Para convertir las materias primas en clinker, estas tienen que someterse a diferentes etapas de preparación para llegar finalmente a la fase de clinkerización en el horno o reactor.

La preparación consiste esencialmente en un proporcionamiento de las materias primas para lograr la composición química deseada en el clinker y además, una reducción de tamaño para hacerlas manejables y facilitar así su movimiento, homogenización y sobre todo su combinación química.

Los diferentes tipos de procesos en la elaboración del cemento se han desarrollado, adaptándolos en general a las características físicas y químicas de las materias primas buscando siempre optimizar el proceso tanto en la inversión inicial, como en los consumos energéticos de la producción.

Así, en lugares en donde se tienen materiales húmedos y deleznable como la tiza, el proceso húmedo es el recomendable con molinos licuadores en lugar de trituradoras y molinos de lavado y hornos largos con sistema de cadenas en su

interior para aumentar el área de contacto de calor con la pasta y ello facilite la evaporación del agua.

Si por el contrario, las materias primas son duras y secas, el proceso seco es el indicado, con trituración y molinos de bolas y hornos con precalentador de suspensión para el ahorro de energía térmica.

El sistema húmedo por lo tanto, se distingue por el manejo de las materias primas a lo largo del proceso en forma de pasta o lodo fluido con los sólidos en suspensión y contenidos de agua de aproximadamente 30 a 45 %.

En el sistema seco, la humedad que puedan contener las materias primas, se evaporara en las primeras etapas del proceso, trituración y molienda y los materiales se manejan en forma de polvo o harina.

Existen procesos que contienen una porción media de humedad dando lugar a los sistemas semisecos, si al polvo crudo sin humedad se le agrega algo de agua para nodulizar el material como en el sistema de parrilla Lepol por ejemplo, y como el que se propone en este proyecto en el cual apartir de una pasta húmeda con contenidos de agua normales (38%), se reduce considerablemente este contenido de líquido antes de entrar al horno por medios más eficientes y a la vez económicos que el de evaporación con mucho menor energía calorífica y por lo tanto produciendo efectos muy positivos en el proceso que más adelante explicaremos con todo detalle.

El cemento Portland es un material finamente pulverizado, que al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con otros materiales como arena, grava, asbesto, suelo, etc., tiene la propiedad de fraguar tanto en el aire como en el agua y formar una masa endurecida.

El cemento Portland es una clase de cementante hidráulico, (fragua bajo el agua) el cual proviene de la pulverización fina del producto obtenido por calcinación a fusión incipiente de una mezcla íntima y debidamente proporcionada, de materiales arcillosos y calizas, sin más adición posterior a la calcinación que yeso natural.

Las materias primas fundamentales para la fabricación del cemento son: un material calcareo como la caliza o marga y un material arcilloso como el barro o pizarra. La combinación de estos materiales a la elevada temperatura que setiene en los hornos de calcinación forma los compuestos químico y mineralógicos que constituyen el cemento Portland. Además existen otros materiales como pueden ser el fierro, aluminio, cuarzo y otros que pueden ser empleados como correctores para lograr ciertos tipos de cementos o para corregir algunas carencias en las materias primas, los cuales están formados por las mismas materias primas básicas pero que en su composición química utilizan algunas variaciones en su contenido como pueden ser aumento de oxido ferrico o de aluminio para asi lograr ciertas carcterísticas deseadas, o bien

para subsituir las cantidades o porcentajes que deben tener las materias primás para ser aptas para fabricar Cemento Portland.

Otro corrector utilizado en la composición final del cemento portland es el yeso el cual se agrega al clinker antes de ser molido y sirve para controlar el tiempo de fraguado del cemento.

Estos materiales se encuentran por lo general cerca de las fabricas, transportándose por góndolas, camiones y aun directamente por bandas, aunque algunos de ellos, como el yeso y el mineral ferrico, quedan algunas veces lejos de las instalaciones teniéndose que transportar por ferrocarril o carretera.

Los consumos relativos de materias primás pueden variar grandemente, ya que las cantidades de caliza y arcilla dependen de su composición química (contenido de cal, sílice, alúmina, y oxido ferrico). El yeso estará en función de su composición química, de la composición de las otras materias y del tipo decemento que se pretenda elaborar.

Sin embargo se pueden considerar los siguientes consumos generales típicos de materias primas por cada tonelada de cemento.

BASICOS PARA 1 TONELADA.

CALIZA	1200 Kg
ARCILLA	370 Kg
YESO	60 Kg

CORRECTORES

MINERAL FERRICO	30 Kg
MATERIAL SILICOSO (CUARZO)	30 kg

Estos dos últimos compuestos solo se emplean cuando se requiere fabricar cementos especiales, modificados, con bajo calor y resistentes a los sulfatos o cuando las materias primas básicas así lo requieran por tener alguna deficiencia o exceso en su composición natural.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes componentes para la elaboración del cemento portland

COMPONENTES DEL CEMENTO
(compuestos anhidros)

MATERIA PRIMA	COMPUESTO QUIMICO APORTADO	SIMBOLO	PRODUCTO
------------------	-------------------------------	---------	----------

PIEDRA CALIZA	OXIDO DE CALCIO	C	
ARCILLA	OXIDO DE SILICIO	S	CLINKER
CORRECTOR (FUNDENETE)	OXIDO DE ALUMINIO	A	
	OXIDO FERRICO	F	
YESO	SULFATO DE CALCIO	S'	CEMENTO PORTLAND

CLINKER PORTLAND

Conglomerado cristalino de silicatos
aluminato y ferroaluminato de calcio

CEMENTO PORTLAND

Mezcla de clinker y yeso finamente molida

COMPUESTOS QUIMICOS PRIMORDIALES

C3S	SILICATO TRICALCICO
C2S	SILICATO DICALCICO
C3A	ALUMINATO TRICALCICO
C4AF	FERROALUMINATO TETRACALCICO

CAPITULO IV.

SISTEMAS.

Existen tres procesos para la fabricación del cemento portland| Húmedo, Semiseco o Lepol, y Seco. Dentro de cada uno de estos procesos existen algunas variaciones, las cuales están enfocadas básicamente al tipo de horno que utilizan ya que el proceso o sistema básico es el mismo.

Dentro del proceso Seco existen tres sistemas en los hornos|

- Horno largo sin precalentador.
- Horno con precalentador de suspensión.
- Horno con precalentador y precalcinador.

En lo que se refiere al proceso húmedo las variaciones prácticamente son muy pequeñas ya que estas básicamente se encuentran en la fabricación del

horno según las diferentes marcas. Sin embargo se puede establecer un sistema húmedo con cadenas en su interior para tener más área de contacto con el material y a la vez una recuperación de calor o simplemente húmedo sin cadenas. Y por último en el proceso semiseco podemos mencionar al sistema Lepol o de plato nodulizador con precalentador de parrilla y los sistemás que eliminan parte del agua de la pasta cruda alimentándose el horno con baquetas o tabletas de material semihúmedo.

A continuación se describirá cada uno de los diferentes sistemas con sus ventajas y desventajas.

En los tres métodos por igual, el proceso comienza con la explotación de los bancos de materias primas y su acarreo.

PROCESO SECO.

Este proceso es el que generalmente se sigue en la República Mexicana y consta de las siguientes etapas|

Trituración.- Las materias primas que llegan a la fábrica se trituran en varias etapas en una serie de máquinas que están adaptadas al tamaño adecuado de las partículas en proceso. La reducción de tamaño va desde las grandes piezas de cantera, de 1 m. a 1.5 m. de tamaño, hasta fragmentos de unos 3cm.

La primera etapa de Trituración se efectúa en trituradoras del tipo dequijada o rotatoria. La Trituración secundaria que reduce el tamaño a unos 20 mm., como máximo se efectúa generalmente en quebradoras de cono rotatorio o de martillos.

Actualmente son de uso común los molinos secadores los cuales simultáneamente muelen y secan la pequeña humedad que pudieran traer los materiales.

Con este equipo se eliminan los secadores de tubos rotatorios los cuales eran ineficientes y causaban un gasto más encuanto a mantenimiento, operación, etc...

Molienda. - Una vez quebrados la caliza y el barro se dosifican- adecuadamente con basculas automáticas pasando esa mezcla de los molinos tubulares que son grandes cilindros horizontales de 2 a 3 m. de diámetro y de 7 a 14 m. de largo, revestidos con placas de acero| además tienen motores desde 200 hasta 5000 HP. y están divididos en su interior en 2 o 3 compartimientos por medio de diafragmas.

Para aumentar la eficiencia de la molienda, suele recurrirse a la clasificación por tamaño del material que sale del molino, de tal modo que la parte fina pueda pasar a la siguiente etapa del proceso, y en cambio la que aun esta demasiado gruesa, regrese al molino.

Los clasificadores de tamaño se basan en general en los principios de la decantación (Ley de Stokes), según la cual si se tiene partículas sólidas, las de mayor tamaño se sedimentan con mayor rapidez, separándose en esta forma para regresarlas al molino. En la industria del cemento los clasificadores de tamaño más comunes trabajan con aire y se llaman "Separadores de Aire".

Al material que sale de los molinos se le llama "mezcla cruda" o "crudo" simplemente.

Calcinación-. Cuando el material crudo sale de los molinos, se envía a un silo de homogenización para obtener una composición siempre uniforme, de esta forma la mezcla que entra a los hornos será siempre de la misma calidad.

De los silos de almacenamiento de crudo el material se envía a los hornos de calcinación. El horno es la parte fundamental de la fábrica, pues en él se realizan las reacciones químicas que forman los compuestos constituyentes del cemento.

La Industria Mexicana del cemento emplea exclusivamente hornos rotatorios, constituidos por grandes cilindros de acero, forrados en su interior con material refractario (de unos 22 a 2.5 cm. de espesor) para resistir las elevadas temperaturas (hasta 1700 grados centígrados) que alcanza la flama del horno. Los hornos existentes en el país miden desde 1.80 hasta 6 m. de diámetro

y desde 50 hasta 126 mts. de longitud, con capacidad diaria desde 300 hasta 3000 ton. de material calcinado.

Algunos de estos hornos cuentan además con cambiadores de calor que aprovechan los gases calientes del propio horno para precalentar el material crudo que entra a ellos.

Los hornos rotatorios presentan una inclinación en relación con la horizontal de aproximadamente 4%, los materiales crudos se alimentan por la parte superior y conforme van descendiendo se encuentran con temperaturas más elevadas, hasta llegar al extremo inferior donde se tiene el quemador que, en nuestro país, generalmente trabaja con combustóleo.

El largo cilindro que constituye la estructura del horno, está provisto de llantas metálicas que se apoyan sobre rodillos, y cuenta además con una corona conectada al piñón de un reductor de velocidad accionado con un motor eléctrico usualmente de velocidad variable.

En el horno de cemento no se funden completamente los materiales, sino que solo se llega a una semifusión o estado pastoso (fase líquida) durante el cual se forman aglomerados cuya forma se aproxima a la esférica, y cuya tamaño varía normalmente entre 5 a 25 mm de diámetro.

Estos aglomerados que incluyen los 4 compuestos principales que forman el cemento portland se designan con el nombre de Clinker.

La calcinación de las materias primas en el horno debe ser perfecta para que prácticamente toda la cal, óxido de calcio disponible producida por la descomposición de la caliza, alcance a combinarse con los óxidos de hierro, aluminio y silicio de la arcilla. Si esta operación no fuese tan perfecta quedaría un residuo de cal libre mayor del 2% que motivaría una expansión detrimental en la pasta del cemento o concreto. Los hornos bien controlados producen clinker con un contenido de cal libre que no excede de 1,5%.

A continuación se muestra un esquema del tipo de horno que se utiliza en este proceso.

Enfriamiento- Antiguamente todos los enfriadores de clinker estaban constituidos por cilindros de acero inclinados de 2 m. de diámetro por 20 m. de longitud aproximadamente, en cuyo extremo superior se introducía el clinker caliente y se enfriaba al ponerse en contacto con el aire que entraba por el extremo inferior.

Este aire se calentaba al enfriar el material y constituía el aire secundario para el quemador con una recuperación térmica.

En la técnica moderna, el tipo indicado ha sido desplazado por enfriadores de parrilla inclinada con barras oscilantes sobre las cuales se forma un manto de clinker caliente que va descendiendo, enfriándose al contacto con el aire que entra por la parte inferior. Este aire caliente que sale de los

enfriadores, se aprovecha para la combustión en los hornos, recuperándose parcialmente el calor del clinker.

Enseguida se almacena el clinker producido en el patio de almacenamiento de materiales, para posteriormente ser molido.

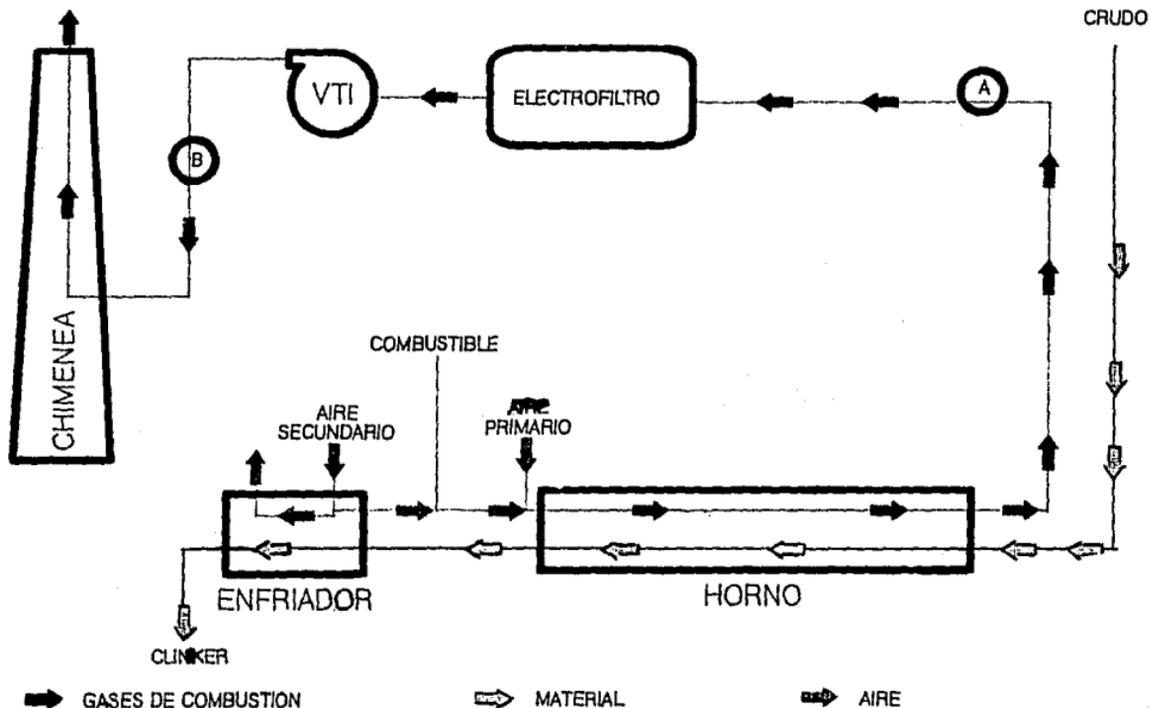
Molienda del Cemento.- Del patio de materiales el clinker pasa a los molinos de cemento o molinos de acabado junto con una cantidad de yeso previamente dosificado (5 a 10 % aproximadamente) en donde se muele a finura muy elevada de 3000 a 3300 cm²/g Blaine (superficie específica), en cementos de finura normal hasta 5000 cm²/g Blaine, en cemento tipo III o resistencia rápida.

Para lograr las finuras indicadas, la molienda conjunta de clinker y yeso, se realiza en general en molinos tubulares similares a los descritos en la molienda de crudos. Para lograr mayor eficiencia en la molienda conviene clasificar mediante separadores de aire a los materiales, las partículas de mayor tamaño se sedimentan con mayor rapidez y regresan al molino para ser remolidas, los graños finos que no se sedimentan son transportados a los silos de almacenamiento.

No obstante que el proceso de transformación termina cuando el cemento sale de los molinos de acabado, quedan aun ciertas maniobras por realizar, como son la conducción del cemento a los silos de almacenamiento, la cual se

realiza a través de bombas neumáticas que impulsan el material hasta una cámara en donde es arrastrado por el aire y transportado por tuberías a distancias considerables. Posteriormente el cemento es envasado en bolsas de papel, o cargado directamente a los carros o camiones tolva cuando se entrega a granel.

DIAGRAMA DE HORNO DE CEMENTO PORTLAND SISTEMA SECO, LARGO, SIN PRECALENTADOR



SISTEMA SECO CON PRECALENTADOR DE SUSPENSION.

Este sistema es el mismo que el sistema Seco sin precalentador hasta el momento en el cual llega el crudo al horno. Al igual que en el proceso descrito anteriormente se anexa un esquema del horno con los aditamentos que lo diferencian del sistema seco, sin precalentador.

La primera patente que se basa en la aplicación de un ciclón como precalentador del crudo con los gases del horno fue solicitada por Vogel Jorgensen, entonces adscrito a la firma F.L.Smith., de Copenhague en Dinamarca, en la oficina de patentes de Checoslovaquia, siendo concedida en 1934. Se propone el precalentamiento del crudo en un ciclón separador antes de su entrada en el horno rotatorio, este último considerablemente recortado comparativamente con un horno convencional por vía seca. No obstante, pasaron 19 años (1953), antes de que funcionara satisfactoriamente el primer ciclón precalentador (o precalentador de suspensión), encargado por la fabrica de Bomke y Blechmann, de Beckum, RFA, para instalar en uno de sus hornos con una garantía de producción de 300 ton/día de clinker, después de que su funcionamiento fuera definitivamente demostrada por Franz Muller.

Sin embargo, en 1953 la mayor parte de los hornos de cemento producían entre 300 y 500 ton de clinker al día, mientras que en la actualidad los hornos con precalentador tienen una capacidad de producción de 5000 ton de clinker al día sin ser muy comunes existen varios, siendo igualmente equipados con precalentadores, incorporando la misma idea básica de la transmisión de calor de los gases calientes salientes del horno al polvo crudo en suspensión en la corriente gaseosa.

La exigencia de cada vez más elevadas producciones de clinker por unidad de horno dio por resultado el aumento de tamaño de las virolas de los hornos y de los ciclones del precalentador.

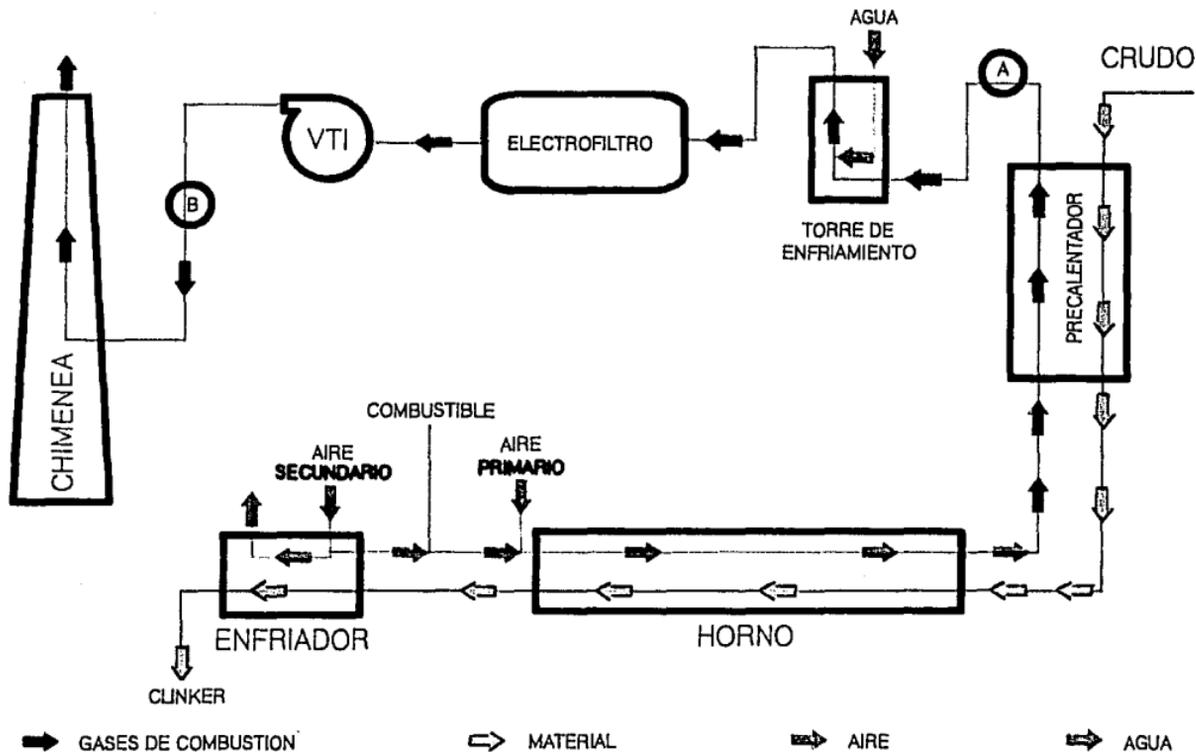
Este sistema, trabaja con los gases que el mismo horno desprende, ya que estos al momento de salir del horno conservan una gran cantidad de calor.

Estos gases entran al precalentador antes de ser enviados a la chimenea. Dentro del precalentador esta entrando también el crudo antes de ser alimentado al horno el cual toma calor de esos gases aprovechando así un poco más del calor que sería perdido si no existiera este.

Posteriormente estos gases suelen pasar a una torre de enfriamiento cuando es necesario para acondicionar la temperatura y así puedan entrar al electrofiltro que es el que se encarga de separar la casi totalidad de los polvos que arrastran los gases que finalmente salen limpios a la atmósfera.

Este sistema de precalentador se implantó con el fin de economizar en el consumo de combustible, ya que el material, aprovechando los gases calientes del horno, toma calor de ellos y es menor la cantidad de calor que el horno tiene que suministrar para que esta mezcla llegue a su fusión o calcinación, siendo así un poco más eficiente que el horno sin precalentador.

DIAGRAMA DE CEMENTO PORTLAND SISTEMA SECO, CON PRECALENTADOR DE SUSPENSION



SISTEMA SECO CON PRECALENTADOR Y PRECALCINADOR

El principio de la precalcincación y sus aplicaciones se han desarrollado muy particularmente en Japón y Europa. Una característica común a todos los sistemas de precalcincación es la de dividir la entrada de combustible entre dos unidades de quemadores, una en el horno y la otra en los precalentadores de suspensión, principio que se presenta esquemáticamente en la figura que al final de la descripción se anexa.

Los quemadores en, o asociados con, el precalentador reciben para la combustión el aire procedente de los enfriadores de clinker. Dicho aire se conduce a través del horno o mediante una conducción de aire separada (tubería de aire terciario). Si el aire se envía al precalcinador por el interior del horno este debe tener una sección 20% mayor que si se envía por una tubería exterior, y el exceso de aire para la combustión debe aumentar de 1,1 a 2,1. La carga por unidad de volumen del horno que en los hornos clásicos es de 2 ton/m³, en los hornos con precalcinador aumenta a 3,3 ton/m³ si el aire de la precalcincación pasa por el interior del horno, y a casi de 4 ton/m³ si existe una conducción de aire terciario. Por medio del último sistema y para un volumen de horno determinado, la producción de clinker

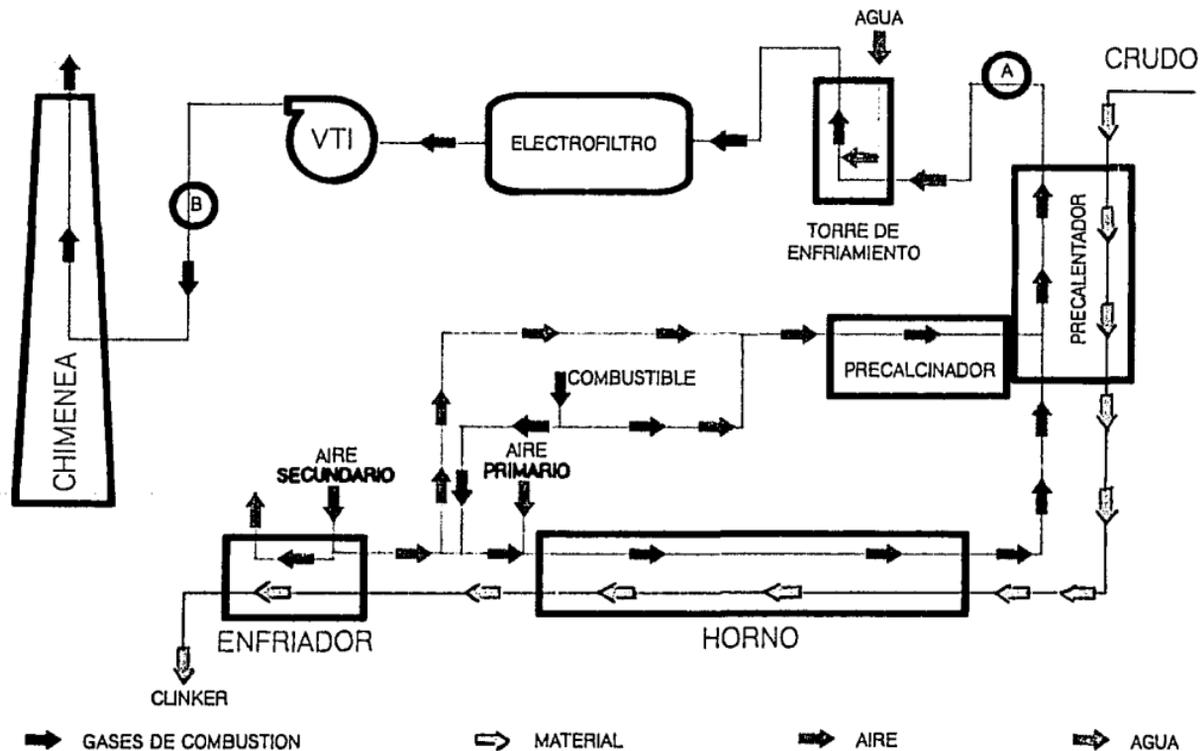
puede duplicarse con la precalcinación respecto a la que se alcanza con el sistema clásico de combustión.

Con este sistema el 60% del total de combustible puede quemarse en el precalcinador. Con esta proporción de combustible sería preferible el término calcinador al de precalcinador ya que la descarbonización del carbonato cálcico se cumple, con exceso, en este dispositivo. Sin embargo, la denominación precalcinador está bien consolidada.

Con la precalcinación, el consumo específico de calor y la temperatura final de los gases aumentan ligeramente en comparación con lo que resulta en los hornos con precalentador únicamente.

Un horno rotatorio provisto con precalentador de ciclones o suspensión ya instalado, al añadirle un precalcinador, verá aumentada su capacidad de clinker en un 100%, según los casos. En hornos de nueva implantación, equipados con precalcinadores, es posible alcanzar producciones de clinker hasta tres veces mayores comparadas con las que se consiguen en hornos rotatorios convencionales con precalentadores, al paso que también podrán reducirse las dimensiones del tubo rotatorio en longitud y diámetro.

DIAGRAMA DE HORNO DE CEMENTO PORTLAND SISTEMA SECO, CON PRECALENTADOR Y PRECALCINADOR



SISTEMA HUMEDO.

El procedimiento de fabricación que se acaba de describir es por vía seca, sin embargo, existe otro procedimiento de fabricación por vía húmeda, el cual difiere del anterior en algunos aspectos. Este procedimiento es utilizado en dos de las diferentes plantas instaladas actualmente en México.

La arcilla no se tritura sino que se descarga en un molino de rastrillos que la desmenuza y la mezcla con agua para producir una lechada bastante fluida (65 % de agua) que se bombea a través de un tubo de 15 cm. de diámetro aproximadamente hasta descargarla en un tanque de concreto provisto de agitadores.

Esta lechada que se dosifica junto con la caliza previamente triturada, alimenta a los molinos de crudo, donde se añade agua para facilitar la molienda, manejo, control y mezclado de los materiales.

De los molinos, el crudo en forma de pasta o lechada pasa a unos tanques correctores y de ahí a unos mezcladores de donde a su vez pasa al horno.

Dado que este es el proceso en el cual trataremos de implantar esta idea, se tomo como ejemplo a la planta de Cementos Moctezuma, ubicada en Jiutepec

Morelos, para así poder tener un punto de referencia en los hornos de sistema húmedo que utiliza y poder tomar a uno de ellos como posible receptor de este sistema para la transformación de húmedo a semihúmedo.

Uno de estos hornos, el número 3, es un horno F.L.Smith., de 3.60 metros de diámetro con una longitud de 122 metros, lo que lo hace uno de los más largos que existen dentro de este sistema.

Este horno tiene una capacidad de 450 toneladas de clinker diarias y tiene en su interior un sistema de cadenas para el mejor contacto con el material y una mayor transferencia de calor, las cuales se encuentra dentro de los primeros 30 metros del horno, y giran conforme al horno que por lo general da de 3/4 a 1 revolución por minuto. siendo esta la parte por donde la pasta cruda, con un 38% de humedad es alimentada y por lo tanto se toma en cuenta como la primera face del horno. (1).

(1) Cementos Portland Moctezuma. S.A. de C.V.

Los siguientes pasos de la fabricación son iguales a los que siguen el proceso por vía seca.

En cada caso y según las condiciones existentes, materias primas, agua disponible, etc..., el fabricante debe apreciar y comparar debidamente las ventajas e inconvenientes de ambos procesos y optar por el que más convenga.

Siendo la calcinación en los hornos la parte medular de la fabricación del cemento, conviene conocer aunque sea en forma breve las reacciones que lleva a cabo dentro de el para formar los distintos compuestos que forman el clinker.

En el primer tramo del horno, es decir, el más cercaño a la entrada del material crudo, este se calienta a unos 700 grados centígrados aproximadamente (zona de calentamiento), enseguida se descompone la caliza a una temperatura de unos 900 grados centígrados, desprendiéndose gas carbónico que es arrastrado hacia la chimenea de donde sale junto con los gases de combustión quedando oxido de calcio (cal) libre.

En la siguiente zona del horno se efectúa la descomposición de la arcilla en sus óxidos principales| sílice, alúmina y oxido ferrico, desprendiéndose también su agua de hidratación, comenzando por la cal (CaO) proveniente de la caliza con los óxidos de fierro (Fe_2O_3) y aluminio (Al_2O_3) para formar primero, el ferroaluminato tetracálcico y enseguida el aluminato tricálcico, esto se efectúa a 1250 grados centígrados aproximadamente. Posteriormente se efectúa la combinación de la cal (CaO) con la sílice (SiO_2) formándose el silicato dicálcico, el cual en presencia de más cal, forma el silicato tricálcico.

Entre los 1250 y 1500 grados centígrados se efectúa la semifusión. En este punto se funde aproximadamente de 20 a 30 % de la masa.

Como se suénalo antes, en el horno no se alcanza una fusión completa, sino solo una semifusión o estado semipastoso, durante el cual se forman aglomerados de cristales y vidrios cálcicos, de forma aproximadamente esférica y con un diámetro que varía de 0.5 hasta unos 4 cm. que se conoce con el nombre de clinker. Este clinker se muele finamente con una cierta cantidad de yeso

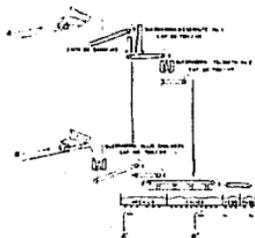
(5 % aproximadamente) para así llegar por fin al producto totalmente terminado, listo para ser empacado en bultos o despachado en pipas a granel.

Por ser este el sistema en el que tratamos de implantar nuestra idea, se anexa un diagrama de flujo de la planta mencionada anteriormente en el cual se describe todo el proceso de fabricación y se indica en que parte de el es donde se podría implantar esta nueva opción para el fabricante.

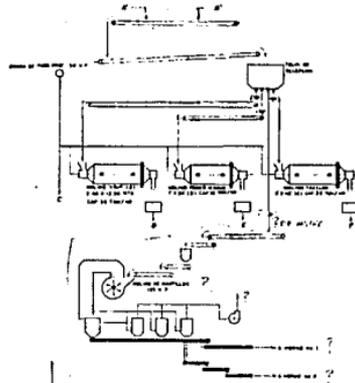
CEMENTO MOCTEZUMA
DIAGRAMA DE FLUJO



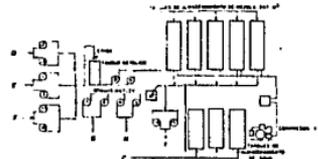
EXPLORACION DE MATERIAS PRIMAS

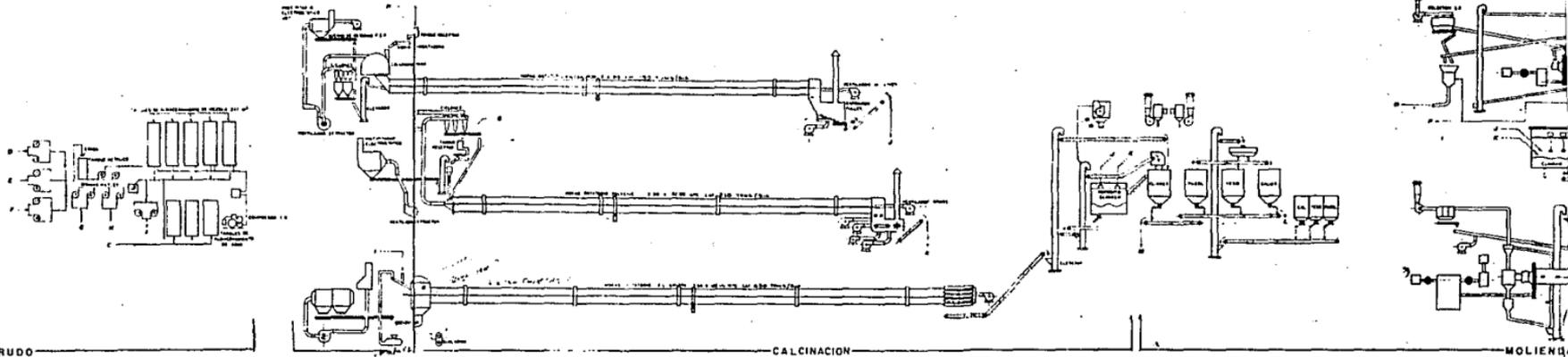


MATERIAS PRIMAS



MOLIENDA DE CRUDO

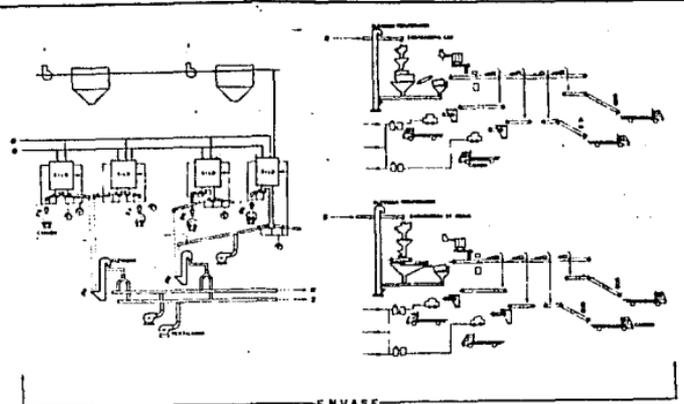
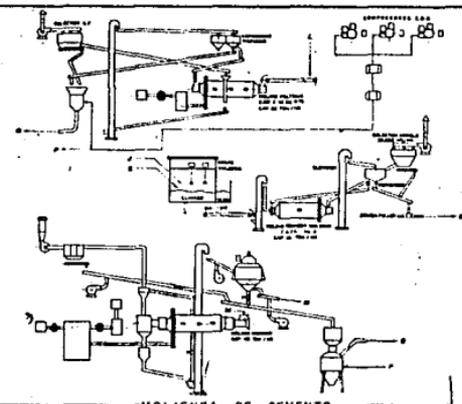
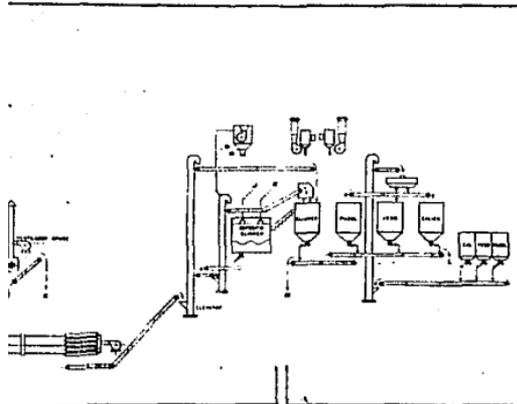


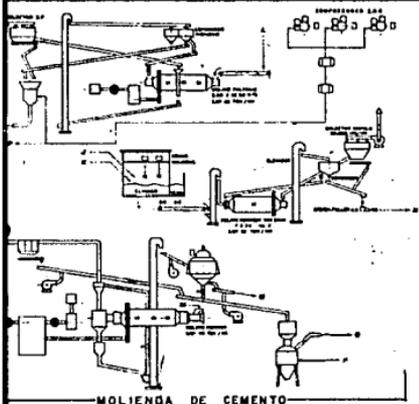


DE CRUDO

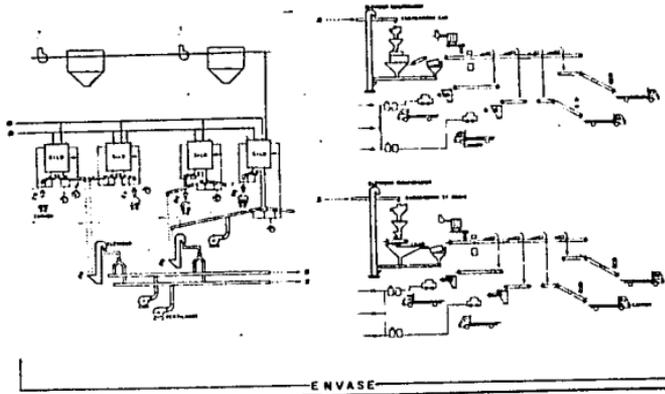
CALCINACION

MOLIENDA





MOLIENDA DE CEMENTO



ENVASE

CEMENTO MOCTEZUMA
 DIAGRAMA DE FLUJO

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Hoja:

SISTEMA SEMIHUMEDO O DE PARRILLA LEPOL.

Los primeros esfuerzos desarrollados para el ahorro de calor, mejorando el rendimiento del horno, ocurrieron con la introducción de los precalentadores de parrilla.

Un precalentador de este tipo consiste en una parrilla móvil sobre la cual avanza un lecho de material crudo granulado o en forma de nodulos, formados por el humedecimiento del material en forma de polvo crudo en una máquina de nodulización adecuada.

Este método de fabricación del cemento se denomina sistema Lepol y al precalentador se le llama parrilla Lepol.

Este nombre deriva de su inventor, el Dr. Lellep. y de Polysius, firma constructora de las parrillas que existen de este tipo.

La corriente de gases calientes del horno pasan a través de un lecho de nodulos de unos 15 a 20 cm. de espesor formado sobre la parrilla, esto solo

una vez en los primeros modelos que existieron que eran de un solo paso, y dos veces en las últimas versiones del sistema según el principio del doble paso.

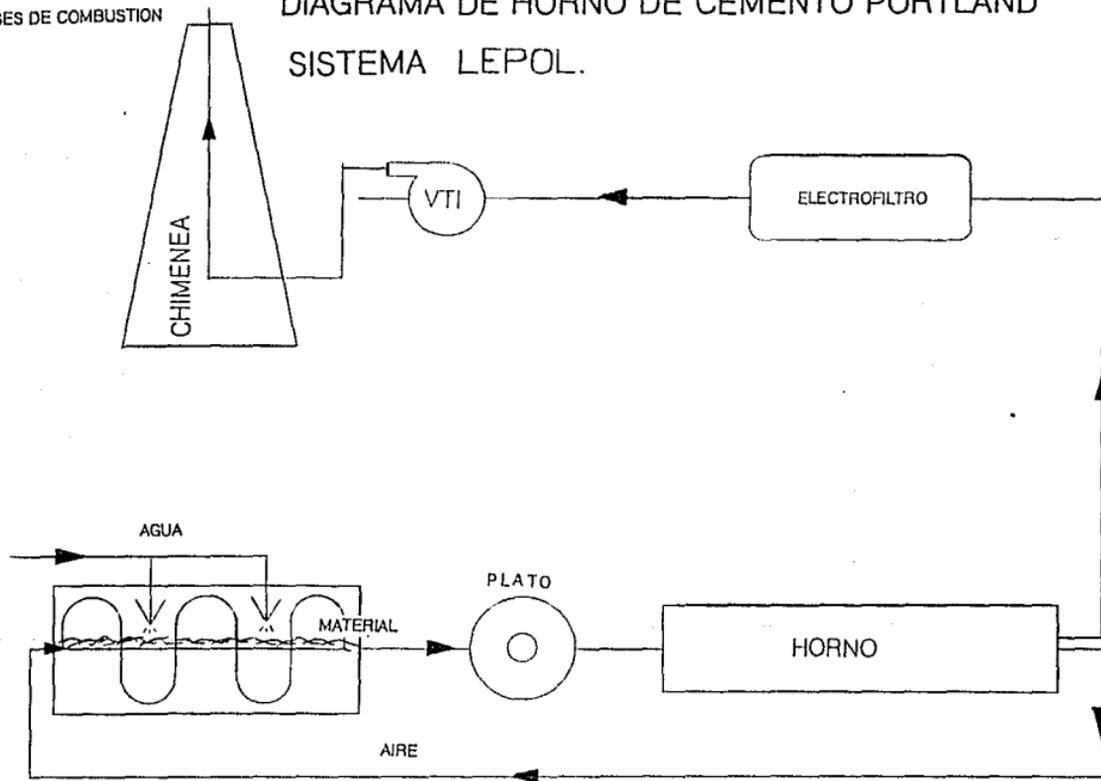
Con materiales crudos por vía seca o polvo crudo los nodulos se forman con una cierta cantidad de agua añadida en un nodulizador en forma de cazo o plato rotatorio e inclinado, los nodulizadores en forma de tambor también se emplean en ciertas ocasiones.

Los nodulos deben tener una suficiente resistencia mecánica para no estallar cuando se trasladan del nodulizador a la parrilla Lepol. Deben poseer además un cierto grado de plasticidad que impida su desintegración por resultados de un calentamiento relativamente rápido al ser expuestos a los gases calientes. Por otra parte, los fragmentos de nodulos estallados pueden ahogar la parrilla obstruyendo el paso de los gases a través del lecho, dando lugar a serios trastornos en el funcionamiento del horno.

Al igual que en los sistemas anteriormente descritos se anexa un esquema en el cual se describe el funcionamiento de la parrilla Lepol, que aunque es un sistema innovador por el ahorro de Energéticos, este nunca fue muy bien aceptado por la industria y en la actualidad podemos decir que su funcionamiento o existencia dentro de la industria es casi nula. Además, hay que decir que el uso de este sistema depende importantemente de que la arcilla a usar como materia prima, debe tener un alto grado de plasticidad sin lo cual no funciona el sistema.

GASES DE COMBUSTION

DIAGRAMA DE HORNO DE CEMENTO PORTLAND SISTEMA LEPOL.



IV.1.- CONSUMO DE ENERGÉTICOS EN LOS DIFERENTES SISTEMAS.

Dentro de la industria cementera existen varios puntos o conceptos, los cuales son básicos para poder llegar a nuestro producto final.

Indiscutiblemente uno de los más importantes es el consumo de energía que tiene una planta. En términos generales podemos decir que del 35 al 40 % del costo total del Cemento Portland lo forman los Energéticos. Dentro de este consumo de energía se encuentran tres elementos básicos que son el combustóleo, la energía eléctrica y el gas en algunos casos, los cuales son utilizados en las

diferentes partes del proceso como son la trituración en la molienda, en la calcinación y en la molienda del clinker principalmente.

Sin estos elementos la elaboración del cemento no se podría llevar a cabo, por lo que tenemos que tener un gran cuidado en su consumo porque así

como interviene directamente en la elaboración del cemento también de la misma manera interviene en el costo de nuestro producto y en la eficiencia de nuestra planta.

En 1988 la industria cementera utilizó el 9.4 % del consumo energético de la industria nacional sumando 25.4 billones de kilocalorías, cantidad 6.6 por ciento mayor a la registrada en 1987.

El combustóleo fue el energético más utilizado con una participación de 78.6 por ciento del total (82.6 en 1987), el gas natural contribuyó con 10.4 (7.7 por ciento el año anterior) y la electricidad con 10.2 por ciento (9.7 en 1987).

Los 19.9 billones de kilocalorías de combustóleo utilizadas por esta rama significaron 31.2 por ciento del consumo industrial de este producto, así como el 7.7 por ciento del consumo nacional.

La relación de energía por unidad de producción en esta rama durante el año de 1988 fue de 1.1 millones de kilocalorías por tonelada de cemento producida, cantidad que guarda los mismos niveles del año anterior. (2).

(2).- Fuente| Secretaría de Energía, Minas e Industria

Parestatal. SEMIP.

CONSUMO DE ENERGÉTICOS EN LA INDUSTRIA CEMENTERA
DE MEXICO.

	ELECTRICIDAD	COMBUSTOLEO	GAS
	MILES Kw/h	Miles lts.	Miles m3
1982	2,456,300	1,085,600	1,110,100
1983	2,324,300	1,128,800	790,100
1984	2,663,897	1,526,706	535,277
1985	2,907,314	1,744,645	624,308
1986	2,766,679	1,772,334	359,090
1987	2,833,620	2,042,011	246,371

(3)

(3).- Fuente| Cámara Nacional del Cemento.

El consumo de Energéticos dentro de los diferentes sistemas de fabricación, es distinto, ya que una de las principales variantes entre un sistema y otro esta basada en el manejo de las materias primas durante el proceso y la humedad o cantidad de agua que estas necesitan para ser manejadas y transformadas hasta llegar al producto final.

El sistema húmedo como su nombre lo dice, es el que más agua o humedad necesita ya que la molienda de las materias primas se realiza mezclando a estas con agua, para formar una pasta que contiene por lo general entre un 35 y 45 % de agua, que al momento de ser alimentada al horno esta tendrá que ser evaporada.

Para un horno de sistema húmedo la transformación de pasta a clinker requiere de aproximadamente 1800 Kcal/Kg de clinker, siendo este sistema uno de los más altos en consumo de combustóleo.

Por lo que se refiere a energía eléctrica, su consumo es menor que el del sistema Seco por dos razones fundamentales:

1).- Los molinos de crudo en el sistema húmedo al moler con agua tienen un grado mucho menor de dificultad.

2).- En los sistemas húmedos no existe el proceso de prehomogenización que hace consumir cantidades considerables de energía eléctrica en la operación de los sistemas secos.

En el sistema seco el proceso de elaboración cambia ya que la molienda y el manejo de las materias primas, se realiza en forma seca o con la humedad mínima, que traen las materias primas al ser extraídas que varia aproximadamente entre 6 y 8 %, la cual se pierde en las primeras etapas del proceso.

Esto en el sistema seco hace que el horno sea mucho más corto que el que se utiliza en el sistema húmedo, ya que aunado a que el material entra seco al horno, nos hace que el consumo de energía calorífica sea mucho menor utilizando entre 700 y 900 Kcal/Kg de clinker dependiendo si el horno tiene precalentador o no. Haciendo a este sistema más eficiente o ahorrrativo en el aspecto de Energéticos.

En este sistema el consumo de energía eléctrica aumenta ya que la molienda de las materias primas se realiza en seco lo cual hace mucho más difícil su movimiento y funcionamiento consumiendo una cantidad mucho más elevada que en el sistema Húmedo.

Y como se menciono antes, existe en este sistema un proceso de prehomogenización el cual es necesario ya que en el sistema húmedo es mucho más fácil llegar a una homogenización o combinación perfecta entre las diferentes materias primas y compuestos químicos de las mismas por estar mezcladas con agua por lo que el sistema seco tendrá que realizar este punto

como si fuese una parte más del proceso de fabricación por separado y por lo tanto tener un consumo extra de energía eléctrica.

Existe también el sistema de plato nodulizador o parrilla Lepol, el cual es muy poco utilizado por su complejidad y su poca eficiencia, ya que de un material seco, agregándole agua, lo convertimos en un material semiseco que posteriormente tendrá que ser secado nuevamente y tendremos que utilizar energía adicional para secarlo, lo que hace que este sistema tenga también un consumo considerable de energía el cual por esto y por su dificultad de manejo hace un sistema poco usado actualmente.

CAPITULO V.

PLANTEAMIENTO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

Este proyecto trata de implementar un sistema de filtración de agua que no es conocido por la industria cementera como podrían ser los filtros prensa los cuales no son del todo eficientes, por lo que se refiere al costo de funcionamiento ni del mantenimiento. Este tipo de filtro propuesto no había sido utilizado anteriormente por la industria cementera ya que originalmente no fueron diseñados para ella , pero hicimos algunos estudios que nos llevaron a concluir que pueden ser utilizados para este tipo de materiales los cuales requieren de filtros que dejen pasar los líquidos o fluidos pero no los sólidos que posteriormente serán los componentes del cemento.

La empresa Pannevis de Utrecht, Holanda se dedica a la construcción de instalaciones para la separación de líquidos y sólidos para uso industrial.

El principio de funcionamiento de sus equipos esta basado en la capacidad de retención de sólidos por parte de un filtro de tejido de polyester permitiendo al mismo tiempo la filtración de agua por efecto de un vacío generado por debajo del filtro o de la tela filtrante.

Las máquinas que se construyen son bandas transportadoras de ancho y largo variable en función de la capacidad requerida sobre las cuales se deposita el lodo o la pasta húmeda que se quiere deshumificar. En la parte inferior de la banda están instaladas unas charolas metálicas cuyos bordes superiores están complementados por material flexible y suave sobre los cuales se apoya la banda del filtro.

Dicha banda esta construida de material filtrante el cual tiene que ser probado por medio de ensayos de laboratorio las que nos diran el tipo adecuado de material y tejido a utilizarse para este tipo de pasta utilizada en una planta de sistema húmedo.

Para este proyecto hicimos pruebas con los diferentes materiales disponibles hasta conseguir el que nos proporcionó mayor eficiencia, en nuestro caso particular.

Se anexan algunas muestras como ejemplo con las carcterísticas de los diferentes tipos de tejidos existentes, probados y aprobados para este proyecto.

HILOS.

MONOFILAMENTO

Filtración húmeda facilidad
para lavarse y excelente capacidad de
descarga del aglomerado.

MULTIFILAMENTOS

Buena resistencia a la tensión y
buena capacidad de desprendimiento
en filtración húmeda y seca.

FIBRAS CORTAS.

Telas muy permeables y con
buena capacidad de retención.
Filtración seca y húmeda.

TELAS TEJIDAS.

TEJIDO PLANO.

Debido a su construcción ofrece una buena resistencia al trabajo mecánico.

TEJIDO SARGA.

Ligamento de forma diagonal, buen desprendimiento del aglomerado, buena resistencia, al trabajo mecánico, excelente flexibilidad.

TEJODO SATIN.

Ofrece una superficie bastante lisa lo que hace que tenga una excelente capacidad de desprendimiento del aglomerado.

TELAS AGUJADAS.

Este tipo de telas son fabricadas para trabajar eficientemente tanto en filtración seca (colectores de polvo), como húmeda (filtros prensa, de disco, rotatorios), etc.

La banda se mueve en forma continua a una velocidad proporcional al gasto que se quiere entregar y las charolas de apoyo se mueven junto con ella a la misma velocidad por un espacio de aproximadamente un metro, recorrido el cual, regresan a una velocidad elevada por el espacio anteriormente recorrido iniciando nuevamente el movimiento de acompañamiento de la banda.

Durante el movimiento de acompañamiento a través de conexiones flexibles instaladas en la parte inferior de las charolas se provoca un vacío de aproximadamente 0.7 Kg/cm². que obliga la extracción del líquido contenido en la parte superior de la banda enviándolo a tanques de recuperación instalados lateralmente a la banda filtrante transportadora.

De esa manera se pueden recuperar licores valiosos presentes en los diversos procesos industriales en donde los elementos de reacción para la obtención de un producto contengan todavía cantidades apreciables para ser recuperadas.

Las aplicaciones de estos filtros hasta la fecha se han efectuado en diferentes industrias químicas de proceso en donde los residuos presentaban valores altos de material recuperable y en las que el producto terminado necesitaba separarse de agua no necesaria o no deseada.

Los campos en los que se aplico este tipo de máquinas son; recuperación de residuos de procesos de nitrofosfato, de cloruro de magnesio, de sales

metálicas y oxidas, de silicoaluminatos de sodio; en procesos de herbicidas e insecticidas, de carboximetil-celulosa, en procesos de fabricación de pigmentos y materiales para pintura, en procesos de fabricación de aceites comestibles, en procesos de fabricación de ácido cítrico.

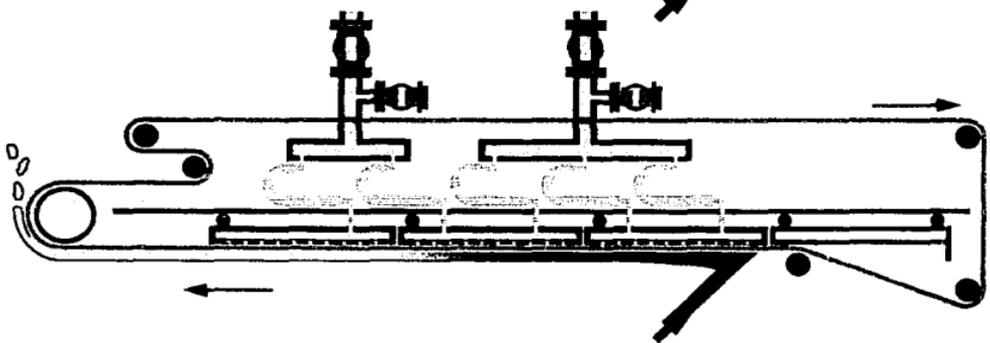
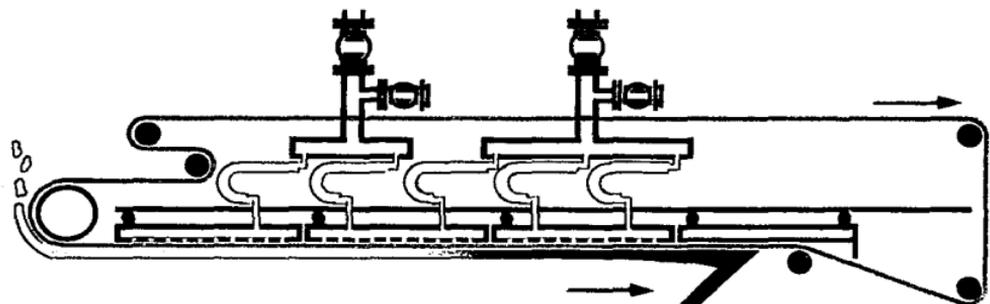
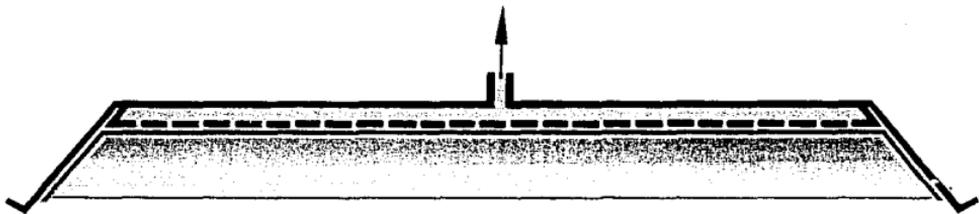
Hasta hoy no se había tratado de aplicar este equipo a la industria del cemento por la razón que la fabricación del mismo tiene únicamente algunas décadas mientras que la fabricación de cemento por vía húmeda fue paulatinamente abandonada desde hace aproximadamente 40 años.

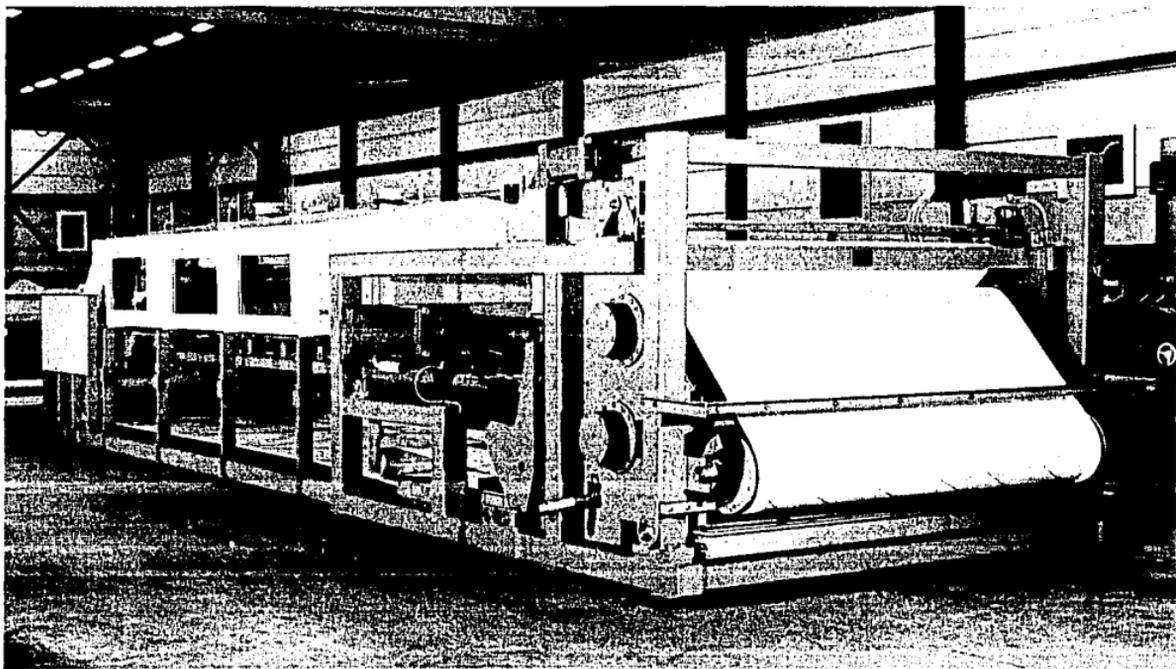
Las condiciones particulares en las que se encuentra la planta por nosotros visitada y propuesta aconsejan no cambiar de sistema de producción, a pesar de la poca humedad de sus materias primas, y por lo tanto es conveniente estudiar una optimización del rendimiento térmico de sus hornos y en particular de su horno numero 3.

Tomando en cuenta que hay un numero importante de telas filtro, con diferentes tejidos, materiales, texturas y espesores, se hicieron pruebas de filtración con un filtro Buchner al fin de determinar la facilidad de separación del agua, y se encontró una situación favorable.

Se hicieron también pruebas para determinar la posibilidad de formación de una torta consistente y manejable que redujera la humedad hasta llegar a valores de reducción acordes con la inversión, que produjesen un jugoso ahorro económico, y se encontró respuesta favorable a una humedad

correspondiente al 22% en la pasta final, contra un 38% de agua en la situación inicial misma que corresponde al funcionamiento actual de la planta. Se determino la superficie de filtración necesaria y se obtuvo el parámetro correspondiente para la elaboración del presupuesto por parte de la empresa Pannevis que es la que se tomo en cuenta para este proyecto y para que la misma nos haga el suministro del equipo, siendo que es la dueña de la patente de estos equipos y sistemas.





V.I.- DESCRIPCION DE MAQUINARIA Y SU FUNCIONAMIENTO
ACTUAL EN LA PLANTA.

La planta a la que nos referimos para el desarrollo de este proyecto actualmente presenta la siguiente situación.

Departamento de trituración.

1 Quebradora primaria de quijadas con capacidad de 80 Tons/hora.

1 Quebradora secundaria de cono con capacidad
de 80 Tons/hora.

Esto nos da una producción diaria en 22 horas efectivas de 1700 tons.

Tiempo disponible para mantenimiento: 14 horas semana.

Esto valores son para el funcionamiento en condiciones climatológicas normales con consecuentes valores de humedad en las materias primas que no rebasen el 3 % y 8 % en caliza y arcilla respectivamente.

En el período de precipitación pluvial intenso, las humedades se incrementan obstaculizando el proceso de trituración, causando por esto una reducción de la capacidad de producción.

Se desarrollo un proyecto que permita garantizar la producción de triturado necesario con la granulometria más idónea al proceso subsecuente de molienda por medio de la instalación de una trituradora de rotor (HAZEMAG) con calentamiento en la placa de recepción de material para poder trabajar a la capacidad requerida aun con materiales más húmedos.

La capacidad de la nueva trituradora es de 150 Tons/hora, quedando las quebradoras actuales para la molienda de los agregados puzolana y yeso de la molienda final presentándose el cuadro de utilización siguiente.

Producción para molinos de crudo 1700 Tons en 6 días por semana.

producción para molinos de cemento 330 Tons en 6 día por semana.

Tiempo de funcionamiento para el crudo 11.3 horas/día.

Tiempo de funcionamiento para el cemento 4.12 horas/día.

El tiempo disponible para mantenimiento se incrementa notablemente.

Departamento de molienda de crudo.

El departamento de molienda de crudo esta constituido actualmente por tres unidades de la siguiente capacidad.

Molino 1 28 Tons/hora.

Molino 2 15 Tons/hora.

Molino 3 35 Tons/hora.

Total 78 tons/hora. que equivalen a 1560 Tons/día con 20 horas de trabajo diario y una disponibilidad para una producción de clinker de 975 Tons/día.

Con la optimización de la instalación de trituración se reduce el material que se alimenta a los molinos a una dimensión granulometrica máxima de 12 mm. contra los 30 mm. de la situación actual. Esto conlleva un incremento de producción que acompañado con el que corresponderá a la instalación de un blindaje con ranuras conductoras (VOEST-ALPINE) nos dará los siguientes valores.

Molino 1 32 Tons/hora.

Molino 2 18 Tons/hora.

Molino 3 40 Tons/hora.

Total 90 Tons/hora.

Lo cual significa una producción de 1800 Tons/día. de crudo con 20 horas de trabajo diario para una producción posible de 1125 Tons/día. de clinker.

Departamento de calcinación.

El departamento de calcinación esta constituido por tres unidades de la siguiente capacidad actual.

Horno 1 190 Tons/día.

Horno 2 210 Tons/día.

Horno 3 450 Tons/día.

Total 850 Tons/día. de Clinker.

Esta producción se obtiene con una humedad promedio de la pasta del 38.% y un consumo térmico de 1500 MCAL/Ton

Departamento de molienda de cemento.

El departamento de molienda de cemento esta constituido por tres unidades de las siguientes capacidades.

Molino 1 20 Tons/hora.

Molino 2 10 Tons/hora.

Molino 3 35 Tons/hora.

Total 65 Tons/hora.

Este equivale a 1300 Tons/día. con 20 horas de trabajo así como a 474,500 Tons/año en los 365 días del año

La producción de cemento se obtiene con las siguientes dosificación:

Clinker 75 %

Puzolana y Yeso 25 %

Esto nos indica que con la disponibilidad de clinker de 850Tons/día. se podrá obtener 1,133. Tons/día de cemento, que por los 320 días de funcionamiento anual de los hornos nos arroja un total de cemento producible al año de 362,667.Toneladas.

Por lo arriba visto de capacidad de producción de cemento tenemos un déficit de 83,875 Tons/Clinker anual para aprovechar la capacidad de molienda de cemento.

El consumo de energía térmica en un horno de cemento se divide en la siguiente forma.

A).- Consumo de calor para las reacciones de combinación de los elementos (calcio, sílice, alúmina, fierro).

B).- Consumo de calor por la emisión de gases calientes con calor latente que se pierden en la atmósfera.

C).- Consumo de calor por la radiación del casco metálico del horno hacia el exterior.

D).- Consumo de calor por la temperatura final del producto (clinker) a la salida del horno.

E).- Consumo de calor por la evaporación del agua contenida en la materia prima alimentada.

En el caso de hornos vía húmeda el punto (E) es el de mas importancia para la economía de producción siendo que por cada 1 % de humedad que se reduzca se obtiene un incremento de producción casi del 3 %.

Esta mejora de producción no implica mayor consumo de combustible, sino que unicamente se sustituye la energía destinada a la evaporación por la requerida por las reacciones especificadas en el inciso (A).

Las operaciones normalmente utilizadas para reducir la humedad son las que se pueden efectuar en la producción de una pasta en los molinos de crudo con una humedad lo mas bajo posible. Esto conlleva a una serie de dificultades que a continuación se indican:

1).- Mayor dificultad de molienda por la reducción de agua en el molino.

2).- Mayor dificultad en el transporte de la pasta cruda con las bombas centrífugas.

3).- Mayor dificultad en la homogenización de la pasta en los silos de homogenización. Para reducir estos problemas se pueden utilizar aditivos fluidizantes reductores de agua, pero la experiencia específica en la planta mencionada ha demostrado que por las variaciones aun pequeñas en las materias primas (arcilla) los efectos reológicos de la pasta son difíciles de estabilizar respecto a un determinado aditivo.

Por estas razones se ha llegado a canalizar los estudios de reducción de agua por medio de un sistema que no requiere de solucionar estos problemas sino que la reducción de agua se efectúa antes de la alimentación al horno evitándonos así el difícil manejo de la pasta con menor humedad.

El proyecto de optimización se realiza para el horno No.3 por ser el de mayor capacidad pero también el que presenta las mejores condiciones mecánicas para garantizar una vida útil suficiente y conveniente desde el punto de vista de la inversión.

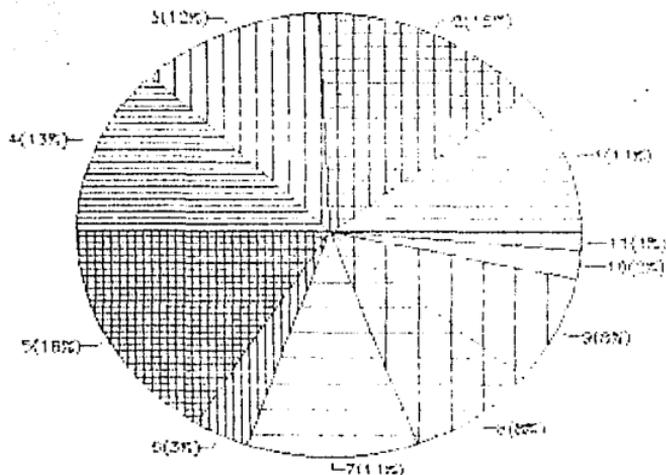
V.II.- SITUACION ECONOMICA DE FUNCIONAMIENTO ACTUAL.

Con los valores de producción señalados, esta planta nos da una situación económica de funcionamiento como se indica en los siguientes cuadros, de donde se presupone la producción de un valor correspondiente a 91.91 % del valor teórico posible de 362,667 Tons/Año

SITUACION PLANTA ANTES DE
MODIFICACION HORNO 3

ANTES

PRODUCCIONES	TONELADAS		
CEMENTO	333,333		
CLINKER	250,000		
CRUDO	400,000		
VENTAS	333,333		
INV. CLINKER			
INV. CEMENTO			
PRECIO DE VENTA \$/TON	162,500		
VENTAS NETAS (000)	54,166,612,500		
COSTO DE PRODUCCION	IMPORTE \$	\$/TON	% DEL P.V.
MATERIAS PRIMAS (000)			
CALIZA	2,668,455,079	8,005	4.93
ARCILLA	797,322,453	2,392	1.47
OCRE	234,499,766	704	0.43
ADITIVO CR.	260,448,115	781	0.46
FUZOLANA	339,455,472	1,018	0.63
YESO	347,332,986	1,042	0.64
ADITIVO CEM.	0	0	0.00
SUMA COSTO MAT.PRIMAS	4,647,513,871	13,943	8.58
MANO OBRA CON PREST.	6,367,757,950	19,103	11.76
MANTENIMIENTO	5,066,062,705	15,198	9.35
ENERG. ELECTRICA	5,417,994,582	16,254	10.00
COMBUSTOLEO	6,731,243,269	20,194	12.43
OTROS COMBUSTIBLES	279,999,720	840	0.52
OTROS GASTOS Y COSTOS	1,471,023,250	4,413	2.72
DEPRECIACIONES	4,736,666,000	14,210	8.74
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	34,718,261,347	104,155	64.10
ENVASE	3,499,996,530	10,500	6.46
GASTOS DE ADMON.	3,402,337,121	10,207	6.28
GASTOS DE VENTA	830,465,075	2,491	1.53
PUBLICIDAD	541,666,125	1,625	1.00
COSTO FINANCIERO			
COSTO DE VENTA	42,992,726,168	128,978	79.37
UTILIDAD (PERDIDA)	11,173,886,332	33,522	20.63
MARGEN OPERACION BRUTO, %	20.63	20.63	



1	MATERIA PRIMA	4,647,513,871	10.81%
2	MANO OBRA	6,367,757,950	14.81%
3	MANTENIMIENTO	5,066,062,705	11.78%
4	ENERG. ELECTRICA	5,417,994,582	12.60%
5	COMBUSTIBLES	7,011,242,989	16.31%
6	OTROS GASTOS Y COSTOS	1,471,023,250	3.42%
7	DEPRECIACIONES	4,736,666,000	11.02%
8	ENVASE	3,499,996,500	8.14%
9	GASTOS DE ADMON.	3,402,337,121	7.91%
10	GASTOS DE VENTA	830,465,075	1.93%
11	PUBLICIDAD	541,666,125	1.26%
	COSTO DE VENTA	42,992,726,168	100.00%

GRAFICA No.2.- DISTRIBUCION DE COSTOS DE VENTA EN %
SITUACION ANTES MODIFICACION H#3 = 450 T/D

GASTOS DE ADMINISTRACION	ANTES DE MODIFICACION
--------------------------	-----------------------

SUELDOS CON PRESTACIONES	2449682727.5
GASTOS PROPIOS ADMON.	952654394
TOTAL ADMON.	3402337121

GASTOS DE VENTAS

SUELDOS CON PRESTACIONES	514888346.25
GASTOS PROPIOS ADMON.	315576728.75
TOTAL VENTAS	830465075

OTROS COSTOS Y GASTOS

MOVIMIENTO INTERNO	209241375
RENTA CARROS TANQUE	4824375
KILOMETRAJE	675000
DIVERSOS	345826875
AGUA POZO	3005625
ASIGNADOS OTROS COSTOS	260336250
SEGURO MAQUINARIA	544356250
INDEMNIZACIONES	102757500
TOTAL O.C. Y G.	1471023250

EMPLEADO ADMITIVOS. DE PLANTA			ANTES DE MODIFICACION			
POSICION	NUMERO DE PERSONAS	D I A S TRAB/AÑO	DEPTO	HS/AÑO	HRS. EXTRA	PE\$OS/AÑO

1	5	1445	GER. GRAL.	11560		126125173
2	1	287	GER. ADMON	2296		13351440
3	15	4344	CONTABIL.	34752		294718609
4	6	1700	COMPRAS	13600		142480356
5	8	2296	REL. IND.	18368		111976348
6	12	3465	VIGILANCIA	27720		164791829
7	1	282	DIR. GRAL	2256		24807328
	48	13819		110552		878242481

EMPLEADO ADMITIVOS. EVENTUALES

1	1	287	GER. GRAL	2296		16226883
2	2	574	CONTABIL.	4592		16369876
3	1	287	REL. IND.	2296		13890898
4	9	2583	VIGILANCIA	20664		62149150
	13	3731		29848		108634796

EMPLEADO ADMITIVOS. NOMINA CONFIDENCIAL

1	1	283	CONTRALORIA	2264		69732731
2	1	282	DIR. GRAL	2256		323987366
3	1	283	GER. GRAL	2264		566558775
4	1	283	GER. REL. IND	2264		76929883
5	1	284	DIR. FIN. COR	2272		228436691
6	1	283	GER. SUM	2264		95729158
7	1	283	GER. ADMON	2264		109438446
	7	1981		15848		1462885250

TOTAL EMPLEADOS ADMON.

68	19531		156248		2449682728
----	-------	--	--------	--	------------

EMPLEADOS VENTAS

1	6	1721	DE PLANTA	13768		112736499
2	1	287	EVENTUAL	2256		8068583
3	1	282	DIR. COM.	2256		394883265
	8	2290		18320		514888346

M A N T E N I M I E N T O

ANTES DE LA MODIFICACION

CONSUMOS

material	gr/ton	\$/gr	tons/año produc.	importe anual
bola x crudo	350	1.8125	400000	253750000
bola x cento	100	3.6875	333000	122793750
cuerp.calc.	153	17.05	57600	150258240
tabique	470	1.4625	250000	171843750
concreto ref	263	2.83	250000	186072500
aceite lub.	138	3.74125	333000	171925402.5
grasa	10	8.14375	333000	27118687.5
SUB-TOTAL I				1083762330
REFACCIONES Y ACCESORIOS				1873040625
CONSERV. MANTTO. OFICINAS Y TALLERES				361860625
MANO DE OBRA EXTERNA				1632793500
REP. EQUIPO TRANSPORTE				69605625
MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
HERRAMIENTA				25000000
MATERIAL MANTTO. EXTRAORDINARIO				2845187500
MANO DE OBRA EXT. x MANTTO EXTRAORD.				641250000
SUB-TOTAL II				7468737875
G R A N T O T A L				8552500205
APLICACION 12 MESES				5066062705
APLICACION 5 MESES				3486437500

MANO DE OBRA PERSONAL EN PLANTA CON PRESTACIONES				ANTES DE MODIFICACION	
POSICION	NUMERO DE PERSONAS	D I A S TRAB/ANO	DEPTO.	HS/ANO	HS.EXTRA \$/ANO
1	17	4883	TRITURAC.	38424	296155414
2	10	2811	MOL. CRUDO	22488	191431141
3	9	2522	MOL. CEMENTO	20176	193817385
4	24	6783	CALCINAC.	54304	563264630
5	25	7078	ENVASE	56624	436316399
6	14	3944	LABORATO.	31552	278217584
7	49	13874	TALL. MEC.	110992	1816327249
8	17	4885	TALL. ELEC.	38440	365840411
9	28	8016	MANTO. GRAL	64128	414387978
10	193	54641	T O T A L	437128	3755860030
11	72	20664	EVENTUAL.	165312	404840880
12	265	75305	2° TOTAL	602440	4168700910
13	13	4092	ALM. REFAC	32756	214849946
14	2	583	SERV. ELEC	4664	53150826
15	4	1145	SERV. MEC.	9168	187930815
16	5	1424	SERV. GRAL	11392	115304391
17	2	560	TRITURAC.	4640	72368450
18	1	285	MOL. CRUDO	2280	42879121
19	1	298	CALCINAC.	2384	43674851
20	1	282	MOL. CEMTO.	2256	38723403
21	4	1143	ENVASE	9144	98789899
22	2	580	INGENIERIA	4640	29752668
23	4	1148	MANTO. PREV	9184	56392955
24	1	298	CONTR. CALI	2384	23615464
25	40	11656	TOT. EMP. F.	54664	587624730
26	5	1425	EMP. N. C. P.	11400	868763741
27	2	574	S. GRAL. EV.	4592	46508803
28	2	574	T. MEC. EV.	4592	53680986
29	2	574	ALMAC. EV.	4592	16135738
30	51	15005	TOT. E. P. E.	120040	1972655990
31	316	90310	GR. TOT. PL.	722480	6133356900
32	HORAS EXTRA AL 5.83% DE T. HRS.			42121	234481058
33	TOTAL PERCEPCIONES EN PLANTA			764681	6367757958

NT0

**V.III.- PRESUPUESTO CALCULADO PARA EL DESARROLLO
DEL PROYECTO.**

COSTO DE LOS EQUIPOS DE ACUERDO A COTIZACION PANNEVIS.

Tipo de cambio

1 Florin .5644 de Dolar.

1 Dolar 2900 Pesos.

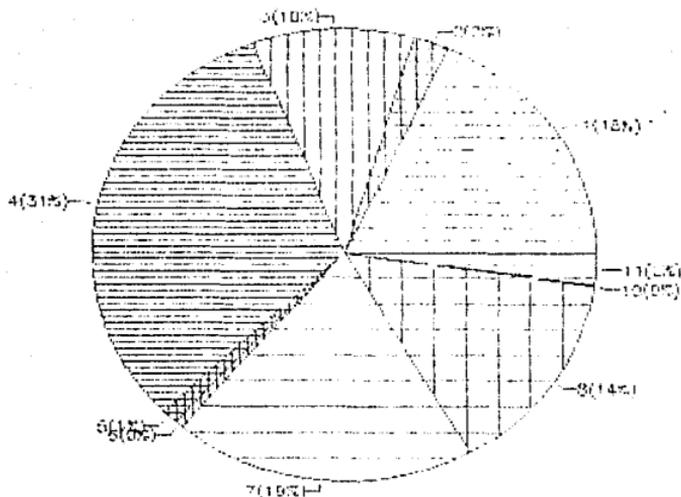
DESCRIPCION.	CANTIDAD.	PRECIO UNITARIO MONEDA DE ORIGEN.	T O T A L M/N.
Filtro RT-2.88*18.2	9	600,000	8,838,504,000
Empaque.	9	28,000	412,463,520
Unidad de Vacío.	9	850,000	12,521,214,000
S U B T O T A L.			21,772,181,520
Transporte Marítimo.			950,614,626
Impuestos.			2,177,218,152
Montaje Electromecánico.			1,000,000,000
Materiales Locales.			200,000,000
TOTAL GENERAL.			26,100,014,298
Depreciación anual a 15 años			
Con una recuperación del 30 %			
o una depreciación del 70 %			1,218,000,667

**V.IV.- SITUACION ECONOMICA DE FUNCIONAMIENTO UNICAMENTE
CON EL EQUIPO DE LA MODIFICACION.**

SITUACION PLANTA SOLO
MODIFICACION HORNO 3

SOLO

PRODUCCIONES	TONELADAS		
CEMENTO	86,273		
CLINKER	64,785		
CRUDO	183,527		
VENTAS	86,273		
INV. CLINKER			
INV. CEMENTO			
PRECIO DE VENTA \$/TON	162,500		
VENTAS NETAS (000)	14,019,362,500		
COSTO DE PRODUCCION	IMPORTE \$	\$/TON	% DEL P.V.
MATERIAS PRIMAS (000)			
CALIZA	690,647,566	8,005	4.93
ARCILLA	286,362,406	2,392	1.47
OCRE	60,693,055	703	0.43
ADITIVO CR.	0	0	0.00
PUZOLANA	87,857,614	1,018	0.63
YESO	89,896,466	1,042	0.64
ADITIVO CEH.	0	0	0.00
SUMA COSTO MAT.PRIMAS	1,135,457,107	13,161	8.10
MANO OBRA CON PREST.	145,220,740	1,683	1.04
MANTENIMIENTO	659,725,699	7,647	4.71
ENERG. ELECTRICA	1,970,637,669	22,842	14.06
COMBUSTOLEO	2,300,095	27	0.02
OTROS COMBUSTIBLES	72,469,320	840	0.52
OTROS GASTOS Y COSTOS	31,402,640	364	0.22
DEPRECIACIONES	1,210,000,667	14,118	8.69
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	5,235,213,945	60.682	37.34
ENVASE	905,866,500	10,500	6.46
GASTOS DE ADMON.	3,402,337,121	39,437	24.27
GASTOS DE VENTA	11,273,650	131	0.08
PUBLICIDAD	140,193,625	1,625	1.00
COSTO FINANCIERO			
COSTO DE VENTA	6,292,547,720	72,930	44.88
UTILIDAD (PERDIDA)	7,726,814,780	89,562	55.12
MARGEN OPERACION BRUTO, %	55.12	55.12	



1	MATERIA PRIMA	1,135,457,107	18.04%
2	MANO OBRA	145,220,748	2.31%
3	MANTENIMIENTO	659,725,699	10.48%
4	ENERG. ELECTRICA	1,970,637,669	31.32%
5	COMBUSTIBLES	74,769,415	1.19%
6	OTROS GASTOS Y COSTOS	31,402,640	0.50%
7	DEPRECIACIONES	1,218,000,667	19.36%
8	ENVASE	905,866,500	14.40%
9	GASTOS DE ADMON.		0.00%
10	GASTOS DE VENTA	11,273,650	0.18%
11	PUBLICIDAD	140,193,625	2.23%
	COSTO DE VENTA	6,292,547,720	100.00%

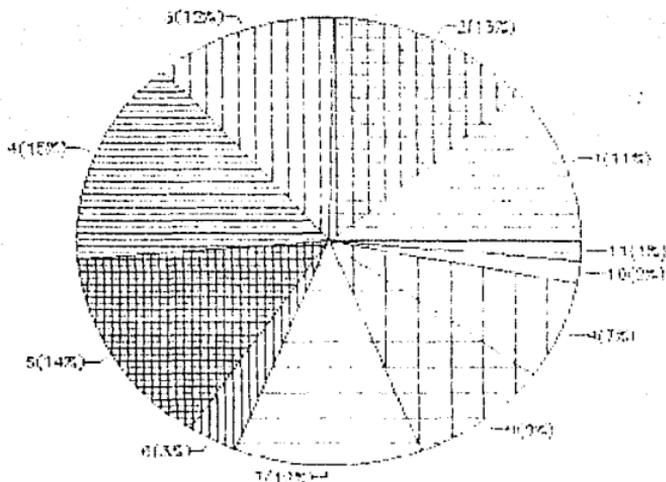
GRAFICA No.3.- DISTRIBUCION DE COSTOS DE VENTA EN %
SITUACION SOLO MODIFICACION H#3 = 220 T/D

**V.V.- SITUACION ECONOMICA DE FUNCIONAMIENTO
DESPUES DE LA MODIFICACION.**

SITUACION PLANTA DESPUES DE
MODIFICACION HORNO 3

DESPUES

PRODUCCIONES	TONELADAS		
CEMENTO	419,606		
CLINKER	314,705		
CSUDO	503,527		
VENTAS	419,606		
INV. CLINKER			
INV. CEMENTO			
PRECIO DE VENTA \$/TON	162,500		
VENTAS NETAS (000)	68,185,975,000		
COSTO DE PRODUCCION	IMPORTE \$	\$/TON	% DEL P.V.
MATERIAS PRIMAS (000)			
CALIZA	3,359,102,645	8,005	4.93
ARCILLA	1,009,604,859	2,392	1.47
OCRE	295,192,821	704	0.43
ADITIVO CR.	0	0	0.00
PUZOLANA	427,313,086	1,018	0.63
YESO	437,229,452	1,042	0.64
ADITIVO CEM.	0	0	0.00
SUMA COSTO MAT.PRIMAS	5,522,522,863	13,161	8.10
MANO OBRA CON PREST.	6,512,970,690	15,522	9.55
MANTENIMIENTO	5,725,788,404	13,646	8.40
ENERG. ELECTRICA	7,388,632,251	17,609	10.84
COMBUSTOLEO	6,733,543,364	16,847	9.88
OTROS COMBUSTIBLES	352,469,840	848	0.52
OTROS GASTOS Y COSTOS	1,502,425,890	3,581	2.20
DEPRECIACIONES	5,954,666,667	14,191	8.73
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	39,693,027,177	94,596	58.21
ENVASE	4,405,863,000	10,500	6.46
GASTOS DE ADMON.	3,402,337,121	8,100	4.99
GASTOS DE VENTA	841,730,725	2,006	1.23
PUBLICIDAD	681,859,750	1,625	1.00
COSTO FINANCIERO			
COSTO DE VENTA	49,024,825,773	116.835	71.90
UTILIDAD (PERDIDA)	19,161,149,227	45,665	28.10
MARGEN OPERACION BRUTO, %	28.10	28.10	



1	MATERIA PRIMA	5,522,522,863	11.26%
2	MANO OBRA	6,512,978,698	13.29%
3	MANTENIMIENTO	5,725,788,404	11.68%
4	ENERG. ELECTRICA	7,388,632,251	15.07%
5	COMBUSTIBLES	7,086,012,404	14.45%
6	OTROS GASTOS Y COSTOS	1,502,425,890	3.06%
7	DEPRECIACIONES	5,954,666,667	12.15%
8	ENVASE	4,405,863,000	8.99%
9	GASTOS DE ADMON.	3,402,337,121	6.94%
10	GASTOS DE VENTA	841,738,725	1.72%
11	PUBLICIDAD	681,859,750	1.39%
	COSTO DE VENTA	49,024,825,773	100.00%

GRAFICA No.1.- DISTRIBUCION DE COSTOS DE VEN
SITUACION MODIFICADA H#3 = 67

GASTOS DE ADMINISTRACION

DESPUES DE MODIFICACION

SUELDOS CON PRESTACIONES	2449682727.5
GASTOS PROPIOS ADMON.	952654394
TOTAL ADMON.	3402337121

GASTOS DE VENTAS

SUELDOS CON PRESTACIONES	526161996.125
GASTOS PROPIOS ADMON.	315576720.75
TOTAL VENTAS	841738724.875

OTROS COSTOS Y GASTOS

MOVIMIENTO INTEFNO	213426202.5
RENTA CARROS TANQUE	4824375
KILOMETRAJE	675000
DIVERSOS	345826875
AGUA POZO	3005625
ASIGNADOS OTROS COSTOS	260336250
SEGURO MAQUINARIA	571574062.5
INDEMNIZACIONES	102757500
TOTAL O.C. Y G.	1502425890

MANTENIMIENTO

DESPUES DE MODIFICACION

CONSUMOS				
material	gr/ton	\$/gr	tons/año produc.	importe anual
bola x crudo	350	1.8125	503527	319.424.941
bola x cemento	100	3.6875	419606	154.729.713
cuerp.calc.	153	17.05	57600	150258240
tabique	373.368	1.4625	314705	171.844.886
concreto ref	208.9272	2.83	314705	186.073.730
aceite lub.	109.6272	3.74125	419606	172.098.364
grasa	7.944	8.14375	419606	27.145.970
SUB-TOTAL I				1.181.575.842
REFACCIONES Y ACCESORIOS				2.434.952.813
CONSERV. MANTTO. OFICINAS Y TALLERES				381.860.625
MAND DE OBRA EXTERNA				1.632.793.500
REP. EQUIPO TRANSPORTE				69.605.625
HERRAMIENTA				25.000.000
SUB-TOTAL II				4.544.212.563
GRAN TOTAL				5.725.788.404
APLICACION 12 MESES				5.725.788.404
APLICACION 5 MESES				0

EMPLEADO POSICION	ADMITIVOS DE NUMERO DE PERSONAS	DE PLANTA D I A S TRAB/AÑO	DEPTO	DESPLIEGUE DE MOVILIZACION HS/AÑO	HRS. EXTRA	PESOS/AÑO
----------------------	---------------------------------------	----------------------------------	-------	---	------------	-----------

1	5	1445	GER. GRAL.	11560		126125173
2	1	287	GER. ADMON	2296		13351440
3	15	4344	CONTABIL.	34752		294710605
4	6	1700	COMPRAS	13600		142480056
5	3	2256	REL. IND.	18368		111976946
6	12	3465	VIGILANCIA	27720		164791029
7	1	282	DIR. GRAL	2256		24687326
		46	13819		110552	878242481

EMPLEADO ADMITIVOS. EVENTUALES

1	1	287	GER. GRAL	2296		16226883
2	2	574	CONTABIL.	4592		16369376
3	1	287	REL. IND.	2296		13890088
4	9	2583	VIGILANCIA	20664		62148150
		13	3731		29848	108634996

EMPLEADO ADMITIVOS. NOMINA CONFIDENCIAL

1	1	283	CONTRALORIA	2264		69732731
2	1	282	DIR. GRAL	2256		323987366
3	1	283	GER. GRAL	2264		566550775
4	1	283	GER. REL. IND	2264		76929683
5	1	284	DIR. FIN. COR	2272		220436891
6	1	283	GER. SUM	2264		95729158
7	1	283	GER. ADMON	2264		109438446
		7	1981		15848	1462805250

TOTAL EMPLEADOS ADMON.

68	19531			156248		2449682728
----	-------	--	--	--------	--	------------

EMPLEADOS VENTAS

1	6	1721	DE PLANTA	13768		124010149
2	1	287	EVENTUAL	2296		8068583
3	1	282	DIR. COM.	2256		394883265
		8	2290		18320	526161996

ANO DE OBRA	PERSONAL EN PLANTA	CON PRESTACIONES	DESPUES DE MODIFICACION			
POSICION	NUMERO DE PERSONAS	D I A S	LEPTO.	HS/ANO	HS.EXTRA	\$/ANO
	PERSONAS	TRAB/ANO	DESPUES DE MODIFICACION			
1	17	4800	TRITURAC.	38424		296155414
2	18	2811	MOL. CRUDO	22458		191431141
3	9	2522	MOL. CEMENTO	20176		193017305
4	50	8465	CALCINAC.	67860		704680786
5	25	7078	ENVASE	56624		438018399
6	14	3944	LABORATO.	31552		278217504
7	49	13874	TALL. MEC.	110992		1016327249
8	17	4805	TALL. ELEC.	38440		365040411
9	28	8016	MANTO. GRAL	64128		414387978
10	199	56353	T O T A L	450704		3896676168
11	72	20664	EVENTUAL.	165312		404848860
12	271	77002	2° TOTAL	616816		4301517065
13	13	4092	ALM. REFAC	32736		214849948
14	2	583	SERV. ELEC	4664		531589326
15	4	1145	SERV. MEC.	9160		187930815
16	5	1424	SERV. GRAL	11392		115304391
17	2	580	TRITURAC.	4640		77368450
18	1	285	MOL. CRUDO	2260		42079121
19	1	298	CALCINAC.	2334		43674851
20	1	282	MOL. CEMTO.	2256		38723403
21	4	1143	ENVASE	9144		98798939
22	2	580	INGENIERIA	4640		29752668
23	4	1148	MANTO. PREV	9184		56392955
24	1	298	CONTR. CALI	2364		23615464
25	40	11858	TOT. EMP. P.	94864		987624730
26	5	1425	EMP. N. C. P.	11400		868763741
27	2	574	S. GRAL. EV.	4592		46508600
28	2	574	T. MEC. EV.	4592		53630986
29	2	574	ALMAC. EV.	4592		16135730
30	51	15005	TOT. E. P+E.	120040		1972655990
31	322	92007	GR. TOT. PL.	736056		6274173058
32			HORAS EXTRA AL 5.80% DE T.HRS.	42912		238805641
33			TOTAL PERCEPCIONES EN PLANTA	778968		6512976698

CAPITULO VI.

TABLAS COMPARATIVAS DE FUNCIONAMIENTO OPERATIVO Y ECONOMICO ANTES Y DESPUES DE LA MODIFICACION.

A continuación se muestran algunas tablas de los puntos mas importantes que influyeron y por lo tanto cambiaron dentro de la modificación a realizarse en esta planta, mostrando así la diferencia en aumento de producción, disminución del costo de producción y otros aspectos importantes, como son:

- Situación de la planta Antes, Solo, y Después de Modificación.
- Diferencia de costos unitarios \$/T, y % del precio de ventas, Antes y Solo modificación.
- Diferencia de costos unitarios \$/T, y % del precio de ventas, Después y Solo modificación.

- Diferencia de costos unitarios $\$/T$, y % del precio de ventas, Antes y Después de Modificación.
- Distribución y aprovechamiento del calor en el horno.
- Potencia eléctrica instalada y aumentada por modificación.
- Ahorro de combustible.
- Determinación de punto de equilibrio antes de Mod.
- Determinación de punto de equilibrio Después de Mod.
- Rentabilidad de la inversión Horno tres.
- Utilidad antes y Después de modificación.

SITUACION PLANTA DESPUES DE
MODIFICACION HORNO 3

	DESPUES	ANTES	SOLO
PRODUCCIONES	TONELADAS	TONELADAS	TONELADAS
CEMENTO	419.606	333.333	86273
CLINKER	314.705	250.000	64.705
CRUDO	503.527	400.000	103.527
VENTAS	419.606	333.333	86.273
INV. CLINKER			
INV. CEMENTO			
PRECIO DE VENTA \$/TON	162.500	162.500	162.500
VENTAS NETAS (000)	68,185,975,000	54,166,612,500	14,019,362,500
COSTO DE PRODUCCION	IMPORTE \$	IMPORTE \$	IMPORTE \$
MATERIAS PRIMAS (000)			
CALIZA	3,359,102,645	2,668,455,079	690,647,566
ARCILLA	1,003,684,859	797,322,453	206,362,406
OCRE	295,192,821	234,499,766	60,693,055
ADITIVO CR.	0	260,448,115	0
PUZOLANA	427,313,086	339,455,472	87,857,614
YESO	437,229,452	347,332,986	89,896,466
ADITIVO CEM.			
SUMA COSTO MAT. PRIMAS	5,522,522,863	4,647,513,871	1,135,457,107
MANO OBRA CON PREST.	6,512,978,690	6,367,757,950	145,220,740
MANTENIMIENTO	5,725,788,484	5,066,062,705	659,725,699
ENERG. ELECTRICA	7,388,632,251	5,417,994,582	1,970,637,669
COMBUSTIBLE	6,733,543,364	6,731,243,269	2,300,095
OTROS COMBUSTIBLES	352,469,040	279,999,720	72,469,320
OTROS GASTOS Y COSTOS	1,502,425,890	1,471,023,250	31,402,640
DEPRECIACIONES	5,954,666,667	4,736,666,000	1,218,000,667
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	39,693,027,177	34,718,261,347	5,235,213,945
ENVASE	4,405,863,000	3,499,996,500	905,866,500
GASTOS DE ADMON.	3,402,337,121	3,402,337,121	
GASTOS DE VENTA	841,738,725	830,465,075	11,273,650
PUBLICIDAD	601,859,750	541,666,125	140,193,625
COSTO FINANCIERO			
COSTO DE VENTA	49,024,825,773	42,992,726,168	6,292,547,720
UTILIDAD (PERDIDA)	19,161,149,227	11,173,886,332	7,726,814,780
MARGEN OPERACION BRUTO	20.10	20.63	55.12

**DIFERENCIA DE COSTOS UNITARIOS
 Y PORCENTAJES ANTES Y SOLO
 DE MODIFICACION**

	ANTES		SOLO		DIFERENCIAS	
PRODUCCIONES	TONELADAS		TONELADAS			
CEMENTO	333,333		66,273		247,060	
CLINKER	250,000		64,705		185,295	
CRUDO	400,000		103,527		296,473	
VENTAS	333,333		66,273		247,060	
INV. CLINKER						
INV. CEMENTO						
PRECIO DE VENTA \$/TON	162,500		162,500		0	
VENTAS NETAS (000)	54,166,612,500		14,019,362,500		40,147,250,000	
COSTO DE PRODUCCION	\$/TON	% DEL P.V.	\$/TON	% DEL P.V.	\$. TON	VARIACION, %
MATERIAS PRIMAS (000)						
CALIZA	8,895	4.93	8,895	4.93	(0)	0.00
ARCILLA	2,392	1.47	2,392	1.47	0	0.00
OCHE	784	0.43	783	0.43	0	0.00
ADITIVO CR.	781	0.48	0	0.00	781	0.48
PUZOLANA	1,010	0.63	1,010	0.63	(0)	0.00
YESO	1,042	0.64	1,042	0.64	0	0.00
ADITIVO CEN.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
SUMA COSTO MAT. PRIMAS	13,943	8.58	13,161	8.10	781	0.48
HANO OBRA CON PREST.	19,103	11.76	1,683	1.04	17,420	10.72
MANTENIMIENTO	15,190	9.35	7,647	4.71	7,551	4.65
ENERG. ELECTRICA	16,254	10.00	22,842	14.06	(6,588)	-4.05
COMBUSTIBLE	20,194	12.43	27	0.02	20,167	12.41
OTROS COMBUSTIBLES	840	0.52	840	0.52	0	0.00
OTROS GASTOS Y COSTOS	4,413	2.72	364	0.22	4,049	2.49
DEPRECIACIONES	14,210	8.74	14,118	8.69	92	0.06
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	104,155	64.10	60,662	37.34	43,473	26.75
ENVASE	10,500	6.46	10,500	6.46	0	0.00
GASTOS DE ADMON.	10,207	6.28	39,437	24.27	(29,230)	-17.99
GASTOS DE VENTA	2,491	1.53	131	0.08	2,361	1.45
PUBLICIDAD	1,625	1.00	1,625	1.00	0	0.00
COSTO FINANCIERO						
COSTO DE VENTA	128,978	79.37	72,938	44.88	56,041	34.49
UTILIDAD (PERDIDA)	33,522	20.63	89,562	55.12	(56,041)	-34.49
MARGEN OPERACION BRUTO, %	20.63		55.12			

DIFERENCIA DE COSTOS UNITARIOS Y PORCENTAJES DESPUES Y SOLO DE MODIFICACION	DESPUES		SOLO		DIFERENCIAS	
PRODUCCIONES	TONELADAS		TONELADAS			
CEMENTO	419.606		86.273		333.333	
CLINKER	314.785		64.785		250.000	
CRUDO	503.527		183.527		400.000	
VENTAS	419.606		86.273		333.333	
INV. CLINKER						
INV. CEMENTO						
PRECIO DE VENTA \$/TON	162,500		162,500		0	
VENTAS NETAS (000)	68,185,975,000		14,019,362,500		54,166,612,500	
COSTO DE PRODUCCION	\$, TON	% DEL P.V.	\$/TON	% DEL P.V.	\$. TON	VARIACION, %
MATERIAS PRIMAS (000)						
CALIZA	8,095	4.93	8,005	4.93	(9)	0.00
ARCILLA	2,392	1.47	2,392	1.47	0	0.00
OCRE	704	0.43	783	0.43	0	0.00
ADITIVO CR.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
PUZOLANA	1,018	0.63	1,018	0.63	(0)	0.00
YESO	1,042	0.64	1,042	0.64	0	0.00
ADITIVO CEM.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
SUMA COSTO MAT. PRIMAS	13,161	6.10	13,161	6.10	0	0.00
MANO OBRA CON PREST.	15,522	9.55	1,683	1.04	13,838	8.52
MANTENIMIENTO	13,646	8.40	7,647	4.71	5,999	3.69
ENERG. ELECTRICA	17,609	10.84	22,842	14.06	(5,233)	-3.22
COMBUSTIBLE	16,047	9.88	27	0.02	16,021	9.86
OTROS COMBUSTIBLES	840	0.52	840	0.52	0	0.00
OTROS GASTOS Y COSTOS	3,581	2.20	364	0.22	3,217	1.98
DEPRECIACIONES	14,191	8.73	14,118	8.69	73	0.04
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	94,596	58.21	60,682	37.34	33,914	20.87
ENVASE	10,500	6.46	10,500	6.46	0	0.00
GASTOS DE ADMON.	8,180	4.99	39,437	24.27	(31,257)	-19.28
GASTOS DE VENTA	2,006	1.23	131	0.08	1,875	1.15
PUBLICIDAD	1,625	1.00	1,625	1.00	0	0.00
COSTO FINANCIERO						
COSTO DE VENTA	116,835	71.90	72,938	44.88	43,898	27.01
UTILIDAD (PERDIDA)	45,665	28.10	89,562	55.12	(43,898)	-27.01
MARGEN OPERACION BRUTO, %	28.10		55.12			

DIFERENCIA DE COSTOS UNITARIOS Y PORCENTAJES ANTES Y DESPUES DE MODIFICACION	ANTES		DESPUES		DIFERENCIAS	
	PRODUCCIONES	TONELADAS				
CEMENTO	333,333		419,606		86,273	
CLINKER	258,030		314,785		64,785	
CRUDO	400,030		503,527		103,527	
VENTAS	333,333		419,606		86,273	
INV. CLINKER						
INV. CEMENTO						
PRECIO DE VENTA \$/TON	162,500		162,500		0	
VENTAS NETAS (000)	54,166,612,500		68,165,975,000		14,019,362,500	
COSTO DE PRODUCCION	\$/TON	% DEL P. V.	\$. TON	% DEL P. V.	\$. TON	VARIACION %
MATERIAS PRIMAS (000)						
CALIZA	8,005	4.93	8,005	4.93	0	0.00
ARCILLA	2,392	1.47	2,392	1.47	(0)	0.00
OCRE	784	0.43	784	0.43	(0)	0.00
ADITIVO CR.	781	0.48	0	0.00	(781)	-0.48
PUZOLANA	1,010	0.63	1,010	0.63	0	0.00
YESO	1,042	0.64	1,042	0.64	0	0.00
ADITIVO CEM.	0	0.00	0	0.00	0	0.00
SUMA COSTO MAT. PRIMAS	13,943	8.56	13,161	8.10	(781)	-0.46
MANO OBRA CON PREST.	19,103	11.76	15,522	9.55	(3,581)	-2.20
MANTENIMIENTO	15,199	9.35	13,646	8.40	(1,553)	-0.96
ENERG. ELECTRICA	16,254	10.00	17,609	10.84	1,355	0.83
COMBUSTIBLE	20,194	12.43	16,847	9.88	(4,146)	-2.55
OTROS COMBUSTIBLES	840	0.52	840	0.52	0	0.00
OTROS GASTOS Y COSTOS	4,413	2.72	3,581	2.20	(832)	-0.51
DEPRECIACIONES	14,210	8.74	14,191	8.73	(19)	-0.01
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	104,155	64.10	94,596	58.21	(9,559)	-5.88
ENVASE	10,500	6.46	10,500	6.46	0	0.00
GASTOS DE ADMON.	10,207	6.28	8,188	4.99	(2,099)	-1.29
GASTOS DE VENTA	2,491	1.53	2,005	1.23	(485)	-0.30
PUBLICIDAD	1,625	1.00	1,625	1.00	0	0.00
COSTO FINANCIERO						
COSTO DE VENTA	128,978	79.37	116,835	71.90	(12,143)	-7.47
UTILIDAD (PERDIDA)	33,522	20.63	45,665	28.10	12,143	7.47
MARGEN OPERACION BRUTO, %	20.63		28.10		7.47	

DISTRIBUCION Y APROVECHAMIENTO CALOR EN HORNO

	ANTES	DESPUES MOD.
Exigencia teo'rica.	415	415
Gas de escape.	85	85
Agua evaporada.	882	350
Radiacio'n Ext.	75	75
Calor en Clinker.	50	50
	-----	-----
	1507 Mcal/Ton.	975

Mcal/Ton.

$$1507-975 = 532 \text{ Mcal/Ton.}$$

$$\text{Producci3n anual} = (450 + 220) * 0.9191 * 320 =$$

$$197,055 \text{ Ton/ano.}$$

$$197,055 * 532 = 104,833,260 \text{ Mcal.}$$

$$* 14.36$$

$$\text{-----}$$

$$= 1,505,405,613. \text{ \$/ano de ahorro por concepto de Mcal.}$$

POTENCIA ELECTRICA UTILIZADA EN HORNO No 3.

Motor principal	150 Kw.	Producción de
Exhaustor	74 Kw.	450 Ton/día.
Ventilador quemador	70 Kw.	

415 Kw. instalados.

Factor de utilización 0.90 % = 373.5 Kw actualmente.

Consumo * Produccio'n actual $373.5/18.75 = \underline{19.92}$

Kwh/Ton.

Incremento de equipos

9 Filtros * 90 Kw. = 810 Kw.

Factor útil 0.9 = 729 Kw.

Consumo nuevo = 373.5 + 725 = 1102.5 Kw Después Mod.

Producción Nueva. 670 Ton/día Clinker = 27.91 T/h

$1102.5 \text{ Kw} / 27,9167 \text{ Ton/hora.} = \underline{39.49 \text{ Kwh/Ton}}$

Un incremento de 19.57 Kwh/Ton.

Ahorro de combustible

$$532 * 14.36 = 7,639.52 \text{ \$/Ton.}$$

Incremento de equipo eléctrico.

$$19.57 * 108.36 = 2,120.61 \text{ \$/Ton.}$$

Ahorro total energetico.

$$7,639.52 - 2120.61 = 5,518.91 \text{ \$/Ton.}$$

Ahorro en la producción anual del Horno No. 3

$$670 * 320 * 0.9191 * 5,518.91 = \$ 1,087,529,030.$$

TABLA PARA DETERMINACION DE PUNTO DE EQUILIBRIO

ANTES DE MODIFICACION.

TONS

MILES COSTOS FIJOS COSTOS VARIABLES PRECIO VENTA COSTO UNITARIO

=====

0	1	15,557,226,146	15,639,473,146	162,500,000	15,633,662
1	42	15,557,226,146	19,011,600,146	6,825,000,000	446,846
2	84	15,557,226,146	22,465,974,146	13,650,000,000	261,641
3	126	15,557,226,146	25,920,348,146	20,475,000,000	199,906
4	168	15,557,226,146	29,374,722,146	27,300,000,000	169,039
5	210	15,557,226,146	32,829,096,146	34,125,000,000	150,518
6	252	15,557,226,146	36,283,470,146	40,950,000,000	138,171
7	294	15,557,226,146	39,737,844,146	47,775,000,000	129,352
8	333,333	15,557,226,146	42,972,865,397	54,166,612,500	123,108

GRAFICA DE PUNTO DE EQUILIBRIO

ANTES DE MODIFICACION

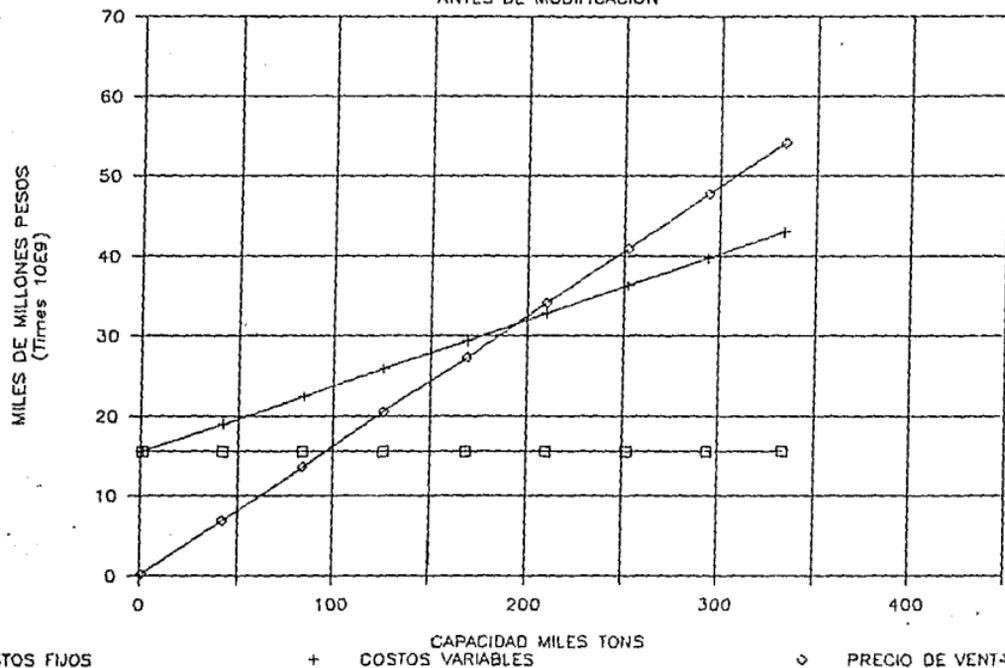


TABLA PARA DETERMINACION DE PUNTO DE EQUILIBRIO
 DESPUES DE MODIFICACION.

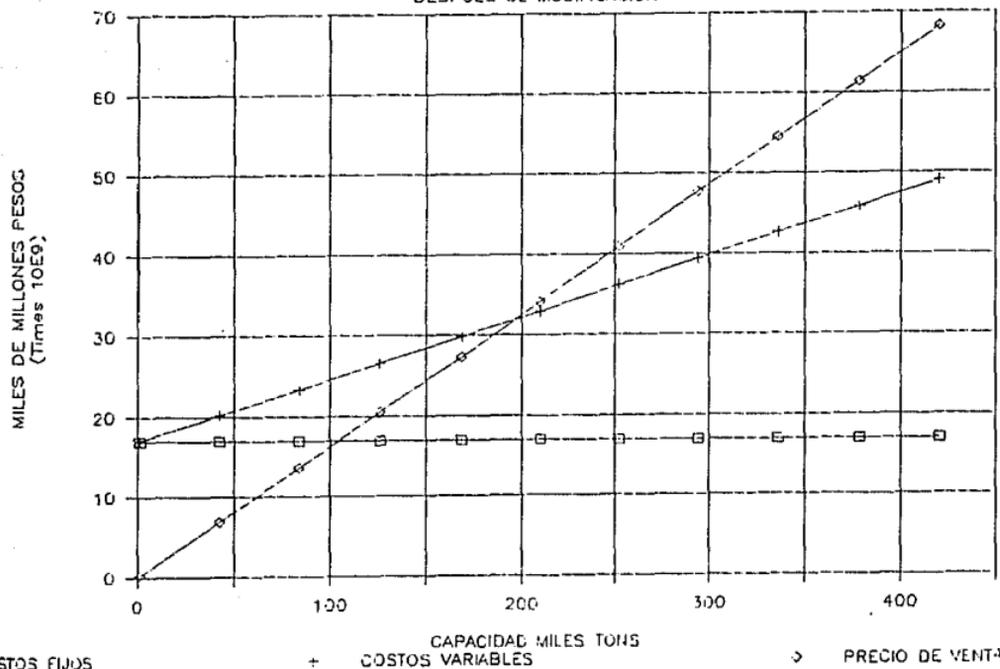
TONS

MILES COSTOS FIJOS COSTOS VARIABLES PRECIO VENTA COSTO UNITARIO

=====					
0	1	16,951,721,211	17,028,157,211	162,500,000	17,028,157
1	42	16,951,721,211	20,162,003,211	6,825,000,000	480,048
2	84	16,951,721,211	23,372,345,211	13,650,000,000	278,242
3	126	16,951,721,211	26,582,657,211	20,475,000,000	210,973
4	168	16,951,721,211	29,792,969,211	27,300,000,000	177,339
5	210	16,951,721,211	33,003,281,211	34,125,000,000	157,158
6	252	16,951,721,211	36,213,593,211	40,950,000,000	143,705
7	294	16,951,721,211	39,423,905,211	47,775,000,000	134,095
8	336	16,951,721,211	42,634,217,211	54,600,000,000	126,888
9	378	16,951,721,211	45,844,529,211	61,425,000,000	121,282
10	419,606	16,951,721,211	49,024,725,427	68,185,975,000	116,835

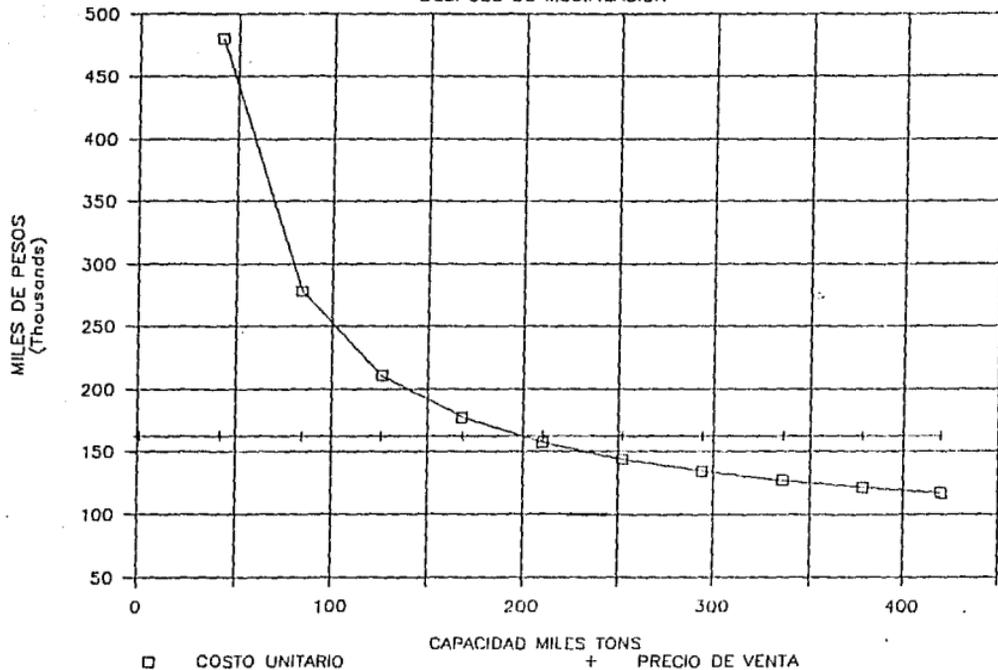
GRAFICA DE PUNTO DE EQUILIBRIO

DESPUES DE MODIFICACION



GRAFICA DE PUNTO DE EQUILIBRIO

DESPUES DE MODIFICACION



CAPITULO VII.

CONCLUSIONES.

Dada la factibilidad de este proyecto y tomando como referencia el momento que se vive en el país, debemos tomar en cuenta todo tipo de opción que nos haga ser mas eficientes y cada vez mas competitivos, no solo en el mercado nacional sino también en el internacional ya que como todos sabemos estamos tratando de implantar un sistema de libre comercio en los que los protagonistas vamos a ser México, Estados Unidos de América, y muy probablemente Canadá.

Esto nos hace pensar en que no hay cabida para la ineficiencia y menos para la falta de calidad que tendrá que ver muchísimo en los

próximos años, ya que de esto dependerá nuestra competitividad con estos países vecinos.

En este proyecto se da una opción para plantas de Cemento utilizando en sistema Humedo, que como en capítulos anteriores se menciona, no son del todo competitivas y menos modernas en el caso de las Mexicanas ya que son plantas viejas y en algunos casos ineficientes e incosteables.

Pero en este proyecto se propone cambiar parte del proceso de fabricación de estas plantas, haciéndolas mucho mas eficientes, productivas y competitivas ya que uno de los principales problemas en esta es el consumo de energía calorífica o sea combustoleo el cual se reduce con esta propuesta considerablemente y nos da un margen para poder pensar en utilizar este ahorro en el aumento de producción el cual también es aumentado por consecuencia de la disminución de agua que se utilizara en el proceso lo cual también es un ahorro muy importante en este tiempo en nuestro país, de esta manera podemos poner en orden de importancia los puntos esenciales que hacen de este proyecto una verdadera oportunidad:

- Ahorro de Combustible.
- Ahorro de Agua.
- Aumento de Producción.
- Aumento de eficiencia.

Estos puntos son los que intervienen directamente en el desarrollo del proyecto y que tendrán que ser vigilados muy de cerca para así poder cumplir el objetivo de este proyecto el cual además y a consecuencia de estos nos reduce el costo de producción para así poder tener una inversión factible y que produzca como ninguna planta de Sistema Húmedo lo hace en estos momentos.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CITAS

BIBLIOGRAFIA

- Labahan/kohlhaas, Prontuario del Cemento, 1985, Editores Técnicos Asociados S.A., Barcelona España.
- Aguilar Calderon A, Cemento Portland, Fabricación, Propiedades y Empleo, 1986, México. D.F.
- Cámara Nacional del Cemento, Anuario Interno, 1989, CANACEM, México. D.F.
- Secretaría de Minas e Industria Parastatal, Balance Nacional de Energía, 1986, SEMIP, México D.F.

- Revue de Syndicat National des Fabricants de Ciments
et de Chaux, 1990, Ed. Charleet, Paris France.

- Cementos Portland Moctezuma S.A de C.V.
Departamento Técnico.

- Cementos Portland Moctezuma S.A de C.V.
D. Finanzas.