



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

"EXPLOTACION DEL CERRO CUAUTLAPAN Y SU
APLICACION EN LA ELABORACION DE
CEMENTO PORTLAND"
MUNICIPIO DE IXTACZOQUITLAN, VERACRUZ

T E S I S

Que para obtener el Título de
INGENIERO DE MINAS Y METALURGISTA

p r e s e n t a

FRANCISCO JAVIER BETANCOURT SANTANA

México, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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

RESUMEN	1
INTRODUCCION	1
II.- GENERALIDADES	3
II.1.- Antecedentes sobre el área	3
II.2.- Localización	4
II.3.- Vías de Comunicación	4
II.4.- Clima, Flora y Fauna	6
II.5.- Población y Cultura	7
III.- GEOLOGIA	9
III.1.- Fisiografía	9
III.1.1.- Provincias Fisiográficas	9
III.1.2.- Rasgos Orográficos	9
III.1.3.- Rasgos Hidrológicos	11
III.2.- Estratigrafía	12
III.2.1.- Distribución Superficial	12
III.2.2.- Edafoestratigrafía	19
III.2.3.- Geología Estructural	20
III.2.4.- Evolución Tectónica	22
III.3.- Reservas de Materias Primas	23
III.3.1.- Clasificación Geológica y Términos Comerciales	23
III.3.2.- Características Físico-Químicas	24
III.3.3.- Cálculo de Reservas	25
IV.- EXPLOTACION MINERA	28
IV.1.- Introducción	28
IV.2.- Método de Explotación	29
IV.2.1.- Método de Explotación Actual	29
IV.2.2.- Método de Explotación Propuesto	30
IV.2.2.1.- Proyecto "Banco 1200"	31
IV.2.2.2.- Diseño de Talud Final	32
IV.2.3.- Barrenación	36
IV.2.4.- Voladura	37
IV.2.5.- Carga y Acarreo	38
IV.3.- Equipo Existente	38
IV.3.1.- Equipo de Perforación	38
IV.3.2.- Equipo de Rezagado y Desborde	39
IV.3.3.- Equipo de Cargado	39
IV.3.4.- Equipo de Acarreo	39
IV.3.5.- Equipo de Apoyo	39

V.- ELABORACION DE CEMENTO	41
V.1.- Historia de la Fabricación de Cemento Portland	41
V.2.- Principios de Elaboración de Cemento Portland	42
V.2.1.- Definiciones	42
V.2.2.- Tipos de Cementos	43
V.3.- Fabricación de Cemento Portland	44
V.4.- Proceso de Cemento Portland en Cementos Veracruz	52
V.4.1.- Canteras	54
V.4.2.- Trituraciones	54
V.4.3.- Prehomogeneización	54
V.4.4.- Molienda de Harina Cruda	54
V.4.5.- Clinkerización	55
V.4.6.- Del Clinker al Cemento	55
V.4.7.- Envasado	55
V.5.- Aplicaciones del Cemento Portland	57
V.5.1.- Mortero	57
V.5.2.- Hormigón	57
V.5.3.- Cemento Asbesto	58
V.5.4.- Hormigón Liviano	58
V.5.5.- Hormigón Pesado	58
VI.- CONTROL DE CALIDAD	58
VI.1.- Introducción	59
VI.2.- Definición de Calidad	59
VI.3.- Beneficios de Mejorar la Calidad	61
VI.4.- Métodos de Control de calidad y sus Herramientas Básicas	63
VI.4.1.- Círculos de Control de Calidad	65
VI.4.2.- Principios de los Círculos de Control de Calidad	65
VI.4.3.- Las Herramientas Básicas	66
VI.5.- Control de Calidad Total en Cementos Veracruz	74
VI.5.1.- Garantía de Calidad del Cemento	75
VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
VII.1.- Conclusiones	79
VII.2.- Recomendaciones	80
Bibliografía	82

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo, dar a conocer la extracción de materias primas del Cerro de Cuautlapan y su aplicación en la elaboración de Cemento Portland.

Las características estratigráficas y físico-químicas de las rocas aflorantes en el Cerro de Cuautlapan, están localizadas al Oriente de la Ciudad de Orizaba y el área de estudio cubren 15 Km², fisiográficamente se le ubica en la Sierra Madre del Sur.

La erosión diferencial se observa claramente, correspondiendo a las zonas altas con macizos rocosos y los valles con sedimentos fáciles de erosionar. En el trabajo de geología se estudiaron las Formaciones Tamaulipas Superior, Maltrata y Necoxtla las que comprenden del Cretácico Medio al Cretácico Superior.

La geología estructural del área, producto de la Orogenia Laramida, controla hacia el Noroeste los afloramientos de la secuencia estratigráfica y se manifiesta en anticlinales y sinclinales recumbentes.

Las rocas que pueden considerarse como favorables para el proceso de fabricación del Cemento Portland son de la Formación Tamaulipas Superior y en menor grado las de la Formación Maltrata.

El cálculo de reservas no es muy alentador para la actual cantera ya que solamente existen 17'996,100 Ton. de caliza explotable; si se considera que el consumo actual es de 2'200,000 Ton/año, se tienen reservas para 8 años, considerando pérdidas por obras complementarias. El cálculo se realizó en Agosto de 1991, por lo que la vida de la actual cantera finalizará en el año de 1998.

Por otro lado, el cálculo de reservas de arcilla (barro rojo) es de 1'719,161 Ton. y el consumo es de 320,000 Ton/año por lo que sólo existen reservas para los próximos 5 años.

Debe optimizarse el aprovechamiento de las materias primas en la extracción y durante su beneficio, todo el proceso deberá ser cuidadosamente vigilado para evitar repercusiones negativas en la economía de la empresa.

Por lo anterior, se recomienda continuar la prospección, explotación y explotación de las formaciones calcáreas del área, así como de los depósitos de arcillas, para de esta forma garantizar las reservas de materias primas para los próximos 50 años.

El reto para la planta productiva es enorme, a pesar de la inversión realizada por la empresa Cementos Veracruz, S. A., al modernizar sus instalaciones. La garantía de calidad tiene que asegurar la correcta calidad y un costo mínimo de fabricación; tanto la producción como el Control Total de Calidad son parte de un programa integral de garantía de calidad que comienza con las materias primas y continúa a través de todo el proceso, para finalizar con la entrega al cliente para su entera satisfacción.

I INTRODUCCION

La industria cementera del país en los últimos 25 años ha tenido una tasa media anual de crecimiento del 10.5% y el número de plantas se ha incrementado de 22 a 33, asimismo, con estas cifras, se puede decir que la industria del cemento requiere trabajos geológicos y de extracción que garanticen el suministro de materias primas para la capacidad de producción instalada en sus plantas, la cual se ha incrementado en 8.9%.

La explosión demográfica y las expectativas crecientes de industrialización, de expansión de la industria de la construcción, de generación y distribución de energía, de ampliación y modernización de las redes de comunicación y de un desarrollo agrícola cada vez mayor, exigen para los próximos años un aprovechamiento más intenso y racional de nuestros recursos naturales.

En este trabajo de tesis se describen una serie de actividades y experiencias, que fueron producto de las diferentes etapas por las que suelen pasar las industrias: la improvisación ante la falta de una buena planeación, lo cual provocó un mayor esfuerzo de todo el personal que labora en la empresa Cementos Veracruz, S.A., los estragos ocasionados por la lluvia en la región, la cancelación de las exportaciones ante la demanda de dumping por parte de los Estados Unidos de América, así como otros problemas internos.

Por lo anterior tuvo que surgir un nuevo estilo de trabajo, se aceleraron los trabajos geológicos y de preparación en la cantera, para lograr una explotación racional y selectiva, que despejara el panorama incierto. En la industria extractiva es difícil fijar tasas de crecimiento, debido a que la magnitud de cada proyecto sólo se conoce cuando concluye un esfuerzo de exploración y se generan expectativas de resultados, que no siempre se concretan; adicionalmente, los vaivenes del mercado internacional son poco predecibles.

Todos los pasos para lograr una mejor eficiencia de la planta, se fueron logrando mediante un cambio de actitud y una capacitación permanente del personal tanto a nivel técnico como de relaciones humanas.

Afrontar los problemas, mejorar el trabajo, desarrollándolo lo mejor posible, ha servido para mejorar la producción de cemento tanto en cantidad como en la calidad. Este último punto tal -

vez olvidado en el pasado, ha sido de gran importancia, ya-- que es el acumulado total del esfuerzo, y comprende la coordinación de todas las áreas de trabajo que intervienen en la elaboración de cemento. Además de representar la verdadera imagen de la empresa ante los consumidores, ya que es el - - cliente el que con sus obras crea una fuente de desarrollo para el bienestar de la sociedad y de la economía del país.

No sólo hacer las cosas bien, sino impregnarles una verdadera calidad (Calidad Total). Esa debe ser la divisa en todo trabajo, en el atardecer del siglo XX, en este periodo de - transición y muerte del subdesarrollo por el que atravesamos, y que no cabe duda, abrirá las puertas a un milenio de prosperidad para todos.

II GENERALIDADES.

II.1.- Antecedentes sobre el área.

La planta de Cementos Veracruz se fundó en el año de 1943, comenzando a producir su primera tonelada de cemento en 1945, en sus primeros años logra alcanzar una producción de 8,600 Ton. - de cemento mensualmente.

En 1955, se inicia la primera expansión de la planta, para así en 1957 llegar a producir 20,000 Ton/ mes, convirtiéndose en la principal abastecedora de la demanda regional.

En 1975 nuevamente expande su capacidad de producción ante el avance tecnológico que significó la automatización de los equipos. Se pone en marcha una central de mando para toda la planta.

En 1979 alcanza ya una producción de 662,000 Ton./ año, significando una producción de 55,000 Ton./mes. Al final de los años setenta el país logra un progreso económico e industrial vertiginoso, existiendo un incremento demográfico alto. Requiriéndose la producción de más satisfactores para cubrir las necesidades de ese desarrollo tanto en cantidad como en calidad.

Ese fenómeno económico no tomó por sorpresa a Cementos Veracruz y nuevamente se apresta a hacer frente a la expansión de la - - demanda de cemento requerida., Por tercera vez en su historia - se inicia una inversión para la línea de producción, con adelantos tecnológicos de punta para esa época.

Para 1981, se tiene una capacidad instalada de 1'400,000 - - Ton./ año, logrando así un paso decisivo en el incremento de - la producción.

Para garantizar la producción de cemento, se necesitaba contar con reservas confiables de materias primas. En Cementos Veracruz no existían antecedentes de trabajos geológicos regionales o detalle para sus canteras de explotación, esto como resultado de la falta de un departamento geológico, y a decir verdad, no muy necesario, puesto que la producción anterior no demandaba mayor atención en este aspecto. Sin embargo, existían trabajos preliminares de geología superficial realizados por el Dr. C.E. Burchardt (1973), y otros de sismología para delimitar espesores de arcilla, realizados estos últimos por el Dr. W. - -- Heckendorn, ambos geólogos consultores de Cementos Veracruz.

Se carece de un plano geológico tanto regional como de detalle del área donde se ubican las canteras, el cual permitiría tener un panorama más amplio y sobre todo real, a fin de visualizar otras alternativas en caso de que las reservas en las explotaciones se pudieran agotar.

II.2.- Localización

La planta Cementos Veracruz, S.A., se localiza en el municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz, ubicado en la parte central del estado en los límites con el estado de Puebla, a 5 Km. al norte de la ciudad de Orizaba.

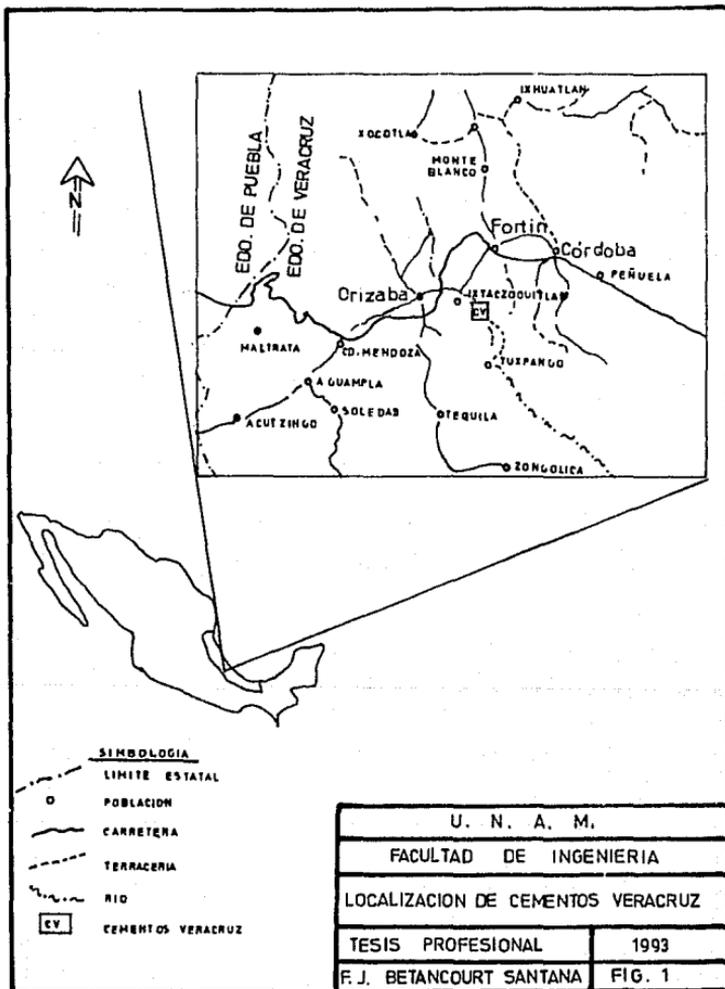
Para el estudio se delimitó una área de 15 Km² dentro de la cual se encuentran las canteras de extracción de materia prima para la elaboración de cemento, quedando comprendidos los estudios geológicos superficiales y del subsuelo.

Geográficamente, dicha área está limitada por los paralelos 18° 51' 24" y 18° 54' 46" de latitud Norte, y los meridianos 97° 01' 47" y 97° 02' 47" de longitud Oeste de Greenwich. (Ver figura 1).

II.3.- Vías de comunicación.

En todas direcciones esta región se encuentra beneficiada con magníficas vías de comunicación, tanto carreteras como ferroviarias, para la distribución de sus productos, principalmente al Sureste del país. Se cuenta con dos vías de acceso de primer orden: La autopista México-Veracruz y la línea del Ferrocarril Mexicano, el más antiguo del país, que realiza la función de comunicar la ciudad de México con el puerto de Veracruz.

El acceso principal al área de estudio se realiza por una vía de segundo orden, aunque no menos importante, la carretera Federal No. 150 México-Veracruz en el Km. 323 y a unos 5 Km. al Oriente de la Ciudad de Orizaba.



Existen además caminos carreteros que comunican la región -- de Orizaba con las poblaciones de Santa Ana, Ixhuatlancillo-- y La Perla, situada al Norte de esa ciudad, hacia el Sur de-- Orizaba las vías de comunicación son muy escasas, pues pre-- cisamente al Sur se encuentran las serranías que forman la -- parte frontal de la Sierra Madre Oriental.

Las comunicaciones con las rancherías que se encuentran dis-- minadas en la sierra, son exclusivamente por camino de herra-- dura y principalmente por veredas. Tanto los caminos carrete-- ros de tercer y cuarto orden, como los de vereda y herradura, presentan grandes dificultades de tránsito en época de llu-- vias, llegando en algunos casos a ser prácticamente intransi-- tables, ya que la precipitación pluvial en las áreas de Córdo-- ba, Orizaba y Rfo Blanco, es superior a los 1.500 mm/año, co-- rrespondiendo las lluvias más intensas a los meses de Junio a Septiembre.

Es importante aclarar que tanto el Gobierno Federal como el - Estatal están poniendo énfasis para lograr una mayor y mejor comunicación en la región, mediante programas carreteros con-- fondos del Programa Nacional de Solidaridad.

II.4.- Clima, Flora y Fauna.

J.A. Vázquez en su Tesis Profesional del I.P.N., (1973) men-- ciona lo siguiente: "Según Koeppen, factores esenciales --- como la altura promedio, vientos, la temperatura y otros, go-- biernan las variaciones climatológicas de una región".

El área de estudio cuenta con elevaciones que fluctúan de los 1,200 a los 1,400 Mts. de altura sobre el nivel del mar.

Durante la mayor parte del año, se tienen vientos dominan-- tes del Noroeste, los que producen un periodo de lluvias de Ju-- nio a Octubre en el Verano, y una temporada de nortes de No-- viembre a Marzo, , quedando el periodo de estiaje restringi-- do a los meses de Abril y Mayo.

La precipitación pluvial anual media, resulta en ocasiones superior a los 2,500 mmm y se tiene una temperatura anual media de 18° C; el conjunto de esas características hace situar el área de estudio en una zona de clima templado lluvioso durante casi todo el año.

La vegetación es exuberante, aún en las zonas montañosas, caso concreto del área de estudio. En las partes relativamente bajas se cultiva caña de azúcar, frijol, café, chile, cítricos-mango, plátano, guayaba y hortalizas. En los lugares altos se cultiva haba, maguey, papa, café y maíz, en estos lugares crecen los pinos, encinos y piñones.

En cuanto a la fauna, abundan el armadillo, conejo y liebres--vibras y culebras, coyotes, venados, palomas, águilas, jilgueros...etc.,. Se crían: aves de corral, así como ganado vacuno, caballar, porcino, caprino y ovino.

II.5.- Población y Cultura.

Actualmente la densidad de población se ha incrementado considerablemente en el estado de Veracruz, debido principalmente al adelanto económico y al nivel industrial alcanzado, que han permitido lograr un mejor desarrollo de la región, creando paralelamente nuevas fuentes de trabajo.

El estado de Veracruz ocupa el segundo lugar como el más poblado de la República Mexicana.

La región por sus condiciones y accesos a ella está catalogada como un medio rural, acrecentándose la densidad de población hacia las ciudades de Orizaba, Córdoba y Fortín.

El grupo étnico predominante en la zona es el náhuatl, quien se comunica en el dialecto mexicano, existiendo además un porcentaje considerable de la clase mestiza que habla el idioma español.

Los habitantes de esta región se emplean en la industria, dedicándose también al comercio, la agricultura y la ganadería. Esta región es de las más industrializadas del estado de Veracruz, existiendo en ella fábricas de hilados, tejidos, jabones, pastas, chocolates, refrescos embotellados, cemento, cal, cerveza, vinos y licores, beneficios de café e ingenios azucareros entre las industrias más destacadas.

Las poblaciones de mayor importancia son: Orizaba, Rio Blanco, Nogales, Ciudad Méndoz, Coscomatepec, Fortín, Maltrata, Zongolica, Iztaczoquitlán y Córdoba.

III GEOLOGIA

III.1.-Fisiografía

III.1.1.- Provincias Fisiográficas

El área de estudio se localiza fisiográficamente en la porción occidental de la Provincia Planicie Costera del Golfo (Raisz, 1964) entre los límites geológicos de la Cuenca Zongolica y la Plataforma de Córdoba.

Dadas sus características generales, queda comprendida mayormente en la provincia de la Sierra Madre del Sur (Ver figura No. 2).

En esta provincia destacan en contraste con la llanura Costera, las pendientes y las elevaciones que paulatinamente van aumentando desde la parte frontal de la sierra, hacia su núcleo central, en donde alcanzan alturas superiores a los 3,000 Mts. sobre el nivel del mar.

III.1.2.- Rasgos Orográficos

Entre las partes más altas destacan el Pico de Orizaba con 5,702 m y el Cofre de Perote con 4,282 m, que forman parte del Eje Neovolcánico, el resto de la topografía accidentada está formada por sierras alineadas noroeste a sureste, con alturas que varían desde 2,600 m en el área Zongolica-Téquila, hasta 300 y 600 Mts. en el área Acatlán-Tezonapa.

El valle de Orizaba rodeado por algunas prominencias y unido al de Córdoba, se prolonga algunos kilómetros hacia el este. El Valle amplio y plano de Orizaba al cual convergen por el norte los valles que vienen de Izhuatlancillo, La Perla y Santana, y por el sur los de Jalapilla y San Juan del Río, finalmente queda limitado al oriente por el cerro de Cuautlapan y el cerro Chichahuastla, cuyo pico más alto tiene 1,394 Mts. sobre el nivel del mar.

A su vez el valle de Orizaba, en la cual destacan la presencia del cerro de Escamela como una unidad orográfica independiente, se comunica al noroeste, a través de la barranca del Río Metlac, con la llanura Fortín-Córdoba.

J.A. Vázquez en su Tesis "Estudio Geológico de Detalle Estratigráfico del Area de Zongolica, Veracruz" 1973, I.P.N., dice:

"Según W.D. Therbury, los diversos agentes y procesos geomorfológicos que han actuado a través de los sedimentos Mesozoicos--son los que han servido como un factor determinante para el modelado de los rasgos geomorfológicos de la Sierra Madre Oriental, indicándonos que la característica principal de esta región la constituyen una serie de crestas montañosas alargadas y separadas por profundas cañadas que cortan transversalmente los alineamientos estructurales".

Este aspecto ha sido observado en el área de estudio, y resulta de gran interés ya que se manifiesta hacia la porción noroeste y central del área, en donde las partes más altas están controladas por potentes estructuras de roca compactas y resistentes a la erosión, constituidas principalmente por formaciones calcáreas de cretácico Medio Superior, mientras que las zonas de -- pendiente suave, quedan controladas por sedimentos arcillo -- arenosos más fáciles de erosionar.

III.1.3.- Rasgos Hidrológicos

El drenaje de esta zona está regido principalmente por el Río -- Blanco, que finalmente desemboca en el Golfo de México.

El Río Blanco nace en un valle secundario confluyente del de -- Acultzingo, que desciende de las cumbres de Tiltán y recibe un poco más abajo las aguas constantes de pequeños manantiales que brotan en el paraje, aguas que son utilizadas en la agricultura; a medida que el río sigue su curso, este caudal aumenta constantemente por la aportación de pequeños manantiales que se encuentran diseminados en estos valles.

El Río de la Carbonera, que proviene de la Sierra de Agua, desemboca a la altura de Río Blanco, Veracruz. Este río es subterráneo en la mayor parte de su curso y brota formando una cascada en el valle que baja hacia Nogales, Veracruz.

En el valle de Orizaba, los afluentes más importantes del Río--Blanco son: El Río Cerritos o de la Borda, que atraviesa la -- ciudad de Orizaba y desemboca en el Río Blanco, a la altura de Jalapilla, recogiendo las aguas de los valles de Izhuatlancillo, La Perla y el Río Chicola que viene del valle de Santa Ana y -- desemboca en el Río Metlac a la altura del puente de San -- Miguel.

El Río Blanco permitió construir la presa de Tuxpango, cuyo -- vaso de almacenamiento está contenido en las barrancas del mismo nombre.

Después de 150 kms de recorrido, el Río Blanco descarga sus aguas en la Laguna de Alvarado. Su cuenca de captación cubre -- una superficie de 8,800 km² y el volumen de escurrimientos es en promedio de 2,850 millones de metros cúbicos.

III.2.- Estratigrafía

III.2.1.- Distribución Superficial.

Este estudio geológico establece la secuencia de los sedimentos aflorantes en el cerro de Cuautlapan, así como otras características de interés económico.

De tal forma que sólo se presenta a grandes rasgos la geología regional con base en información recabada principalmente de --- Comisión Federal de Electricidad, a través de su Residencia de Estudios Geológicos del Río Blanco y en mínima parte se han modificado algunas áreas conforme a observaciones hechas en campo y también con base en el análisis de la recopilación bibliográfica de trabajos realizados por Petróleos Mexicanos. (Ver Figura 3).

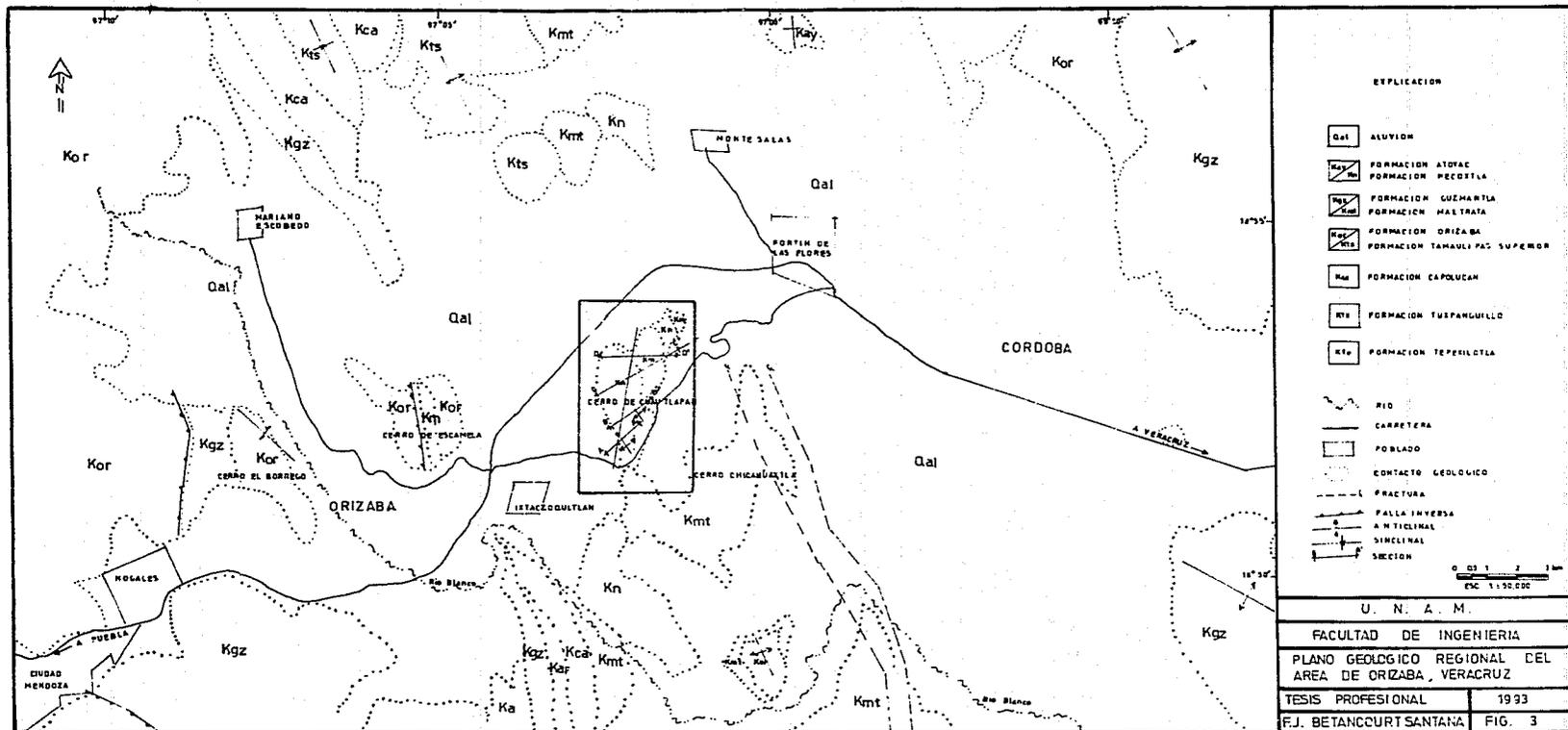
La región donde se encuentra ubicada el área principal de estudio, está constituida, en su mayor parte, por rocas sedimentarias de origen marino, tales como: calizas, calizas dolomitizadas, margas, lutitas-calcareas, lutitas arenosas, areniscas, -- etc., cuyas edades varían del jurásico (indiferenciado) al Terciario (Eoceno Inferior). (Ver Figura 4).

Se encuentran además, algunas prominencias topográficas formadas por rocas ígneas, del tipo efusivo, constituidas esencialmente por materiales piroclásticos, andesitas, basaltos y -- sus correspondientes productos piroclásticos, tales como arenas, tobas y cenizas volcánicas. Algunos pequeños afloramientos se encuentran entre Nogales y Ciudad Méndez y en el camino de Orizaba a Córdoba.

Las rocas sedimentarias cubren la mayor parte de la región y se localizan tanto al norte como al sur del área de estudio.

Existen además, otro tipo de formaciones, tales como arcillas lateríticas y travertinos, las cuales revisten cierto interés económico y se encuentran diseminadas en toda la zona de estudio.

La programación de los trabajos geológicos en el cerro de --- Cuautlapan tuvo como objetivo principal el conocer la cantidad y calidad de las rocas aflorantes en la zona actual de la cantera de caliza perteneciente a Cementos Veracruz.



NOMENCLATURA EUROPEA		C.ZONGOLICA	C. CUATLAPAN	C. CORDOBA		
ERA PERIODO	EPOCA	EDAD	FORMACION	FORMACION		
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	ALUVION	ALUVION	ALUVION	
		PLESTOCENO	SEDIMENTOS CONTINENTALES	SEDIMENTOS CONTINENTALES	SEDIMENTOS CONTINENTALES	
	TERCIARIO	PLIOCENO				
		MIOCENO				
		OLIGOCENO				
EOCENO PALEOCENO						
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHIANO CAMPOSIANO	NECOXTLA ^{MENDEZ} _{SINFELIPE}	NECOXTLA	ATOYAC ^{MENDEZ} _{SINFELIPE} GUZMANTLA-IT
			SAN TONIANO CONLACIANO	TECAMALUCAN	MALTRATA	GUZMANTLA-PEL
			TURONIANO	MALTRATA		
		MEDIO	CENOMANIANO ALBIANO	TAMAULIPAS SUPERIOR	TAMAULIPAS SUPERIOR	ORIZABA
			INFERIOR	APTIANO	CAPOLUCAN	
		MADRIDINO		BARREMIANO HAUTERIVIANO VALANGINIANO BERRIACIANO	TUXPANGUILLO	
	TITONIANO BONDIANO			TEPEXILOTLA		PIMIENTA
	SUPERIOR			HAYTIANO SECURIANO ARGOVIANO DIVESIANO CALLOVIANO		NO AFLORAN
			MEDIO	BATHONIANO BAJOCIANO		
		INFERIOR		TOARCIANO PLEINBAQUIANO SINEMURIANO HETANGIANO		
					COLUMNA PEMEX	COLUMNA TESIS PROFESIONAL
	U. N. A. M.					
	FACULTAD DE INGENIERIA					
	TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA					
TESIS PROFESIONAL				1993		
F.J. BETANCOURT SANTANA				FIG. 4		

Las etapas para la realización de estos trabajos fueron las -- siguientes:

- 1.- Levantamiento geológicos de superficie.
- 2.- Exploración geológica con barrenación a diamante.
- 3.- Correlación de los trabajos de geología superficial con los -- de exploración por barrenación.

Una vez elaborados estos trabajos, se procedió a la elaboración de los trabajos geológicos y su evaluación para posteriormente -- llevar a cabo un cálculo de reservas de materias primas.

El mapa geológico del cerro de Cuautlapan se elaboró a escala -- 1:5,000, ya que de esta forma se cubrirá toda el área de interés en un solo plano

Las secciones se elaboraron a la misma escala del plano y sin -- exageración vertical, ya que de esta manera se puede observar -- más claramente la forma y dimensiones de la estructura con res -- pecto a las formaciones.

Debido a lo accidentado del terreno y a la vegetación, los con -- tactos sobre el plano son inferidos. Las unidades Edafoestrati -- gráficas no aparecen mapeadas, ya que cubren en su totalidad -- la superficie del terreno, encontrándose además sobrepuestas; -- para los fines de este trabajo se mapearon únicamente las forma -- ciones calcáreas.

El área principal de estudio, está constituida en su mayor parte por rocas sedimentarias de origen marino, como son: calizas, -- calizas dolomitizadas, margas, lutitas, lutitas calcáreas, luti -- tas arenosas, areniscas, etc., cuya edad varía del Jurásico Indi -- ferenciado al Terciario (Eoceno Inferior).

Se tienen además algunas prominencias topográficas que aparecen -- como Litodemas entre las formaciones sedimentarias y como relle -- no en los valles se puede encontrar material piroclástico, co -- mo: arenas, tobas y cenizas volcánicas.

Existen unidades Edafoestratigráficas, en las que se encuentran -- suelos orgánicos, lateríticos, residuales y travertinos, los -- cuales son muy importantes en la actualidad ya que se utilizan -- como material correctivo para aumentar el contenido de carb -- natos.

Con base en lo anterior, se mencionan a continuación las Formaciones aflorantes de la base a la cima en el cerro Cuautlapan.

Formación Tamaulipas. (Kts).

Definición y localidad tipo.- J.M. Muir (1936), asignó el nombre de Formación Tamaulipas Superior al miembro superior de las calizas descritas por Stephenson L.W. (1921), cuya localidad tipo se encuentra en el Cañón de la Borrega, en la Sierra de Tamaulipas.

Distribución.- En el área de estudio se encontraron afloramientos los cuales aparecen como franjas orientadas Norte-Sur éstos, a su vez, se ubicaron en dos zonas destacadas por su importancia; las zonas sur y noreste.

Litología.- En el Cerro de Cuautlapan esta Formación aflora como caliza de color gris claro a ligeramente verdoso con matriz cripto-cristalina, se pueden observar megascópicamente foraminíferos y calciesferúridos. Presenta estratificación media en general (0.2 a 0.4 Mts) con nódulos y lentes de pedernal negro, dura a compacta y poco fracturada, buena roca (según la clasificación de Bieniawski, corresponde a la Clase II) es una caliza de tipo arcilloso, la que presenta en ocasiones intercalaciones de estructuras arrecifales. El espesor de esta formación no se logró medir ya que se encuentra en contacto por probable falla con la Formación Necoxtla.

Relaciones Estratigráficas.- El límite inferior en el área de estudio no se observó, sin embargo por su posición estratigráfica descansa en concordancia y cambio transicional, sobre la Formación Capolucan del Aptiano, el contacto superior se observa transicional con la Formación Maltrata.

Edad.- La presencia y edad de esta formación se determinó con base en el estudio micropaleontológico de una muestra que se obtuvo a los 60 Mts de profundidad en el barreno X-1, localizado al Sur de la actual cantera de caliza. Mediante este estudio se determinó una edad Aptiano Superior, Albiano Cenomaniano, y la microfaua determinativa es la siguiente:

Leupoldina pustulans.

Colomiella mexicana.- Según Bonet (1971)

Ambiente de depósito.- Por sus características litológicas y paleontológicas, se consideran sedimentos de cuenca y talud, además, se considera un cambio de facies lateral de plataforma con la Formación Orizaba.

Correlación.- Sus características litológicas son semejantes -- en el Cañón de la Borrega, en la Sierra de Tamaulipas.

Formación Maltrata. (Kmt)

Definición.- El Dr. Bonet es el que finalmente ubicó la posición estratigráfica de esta Formación en 1959, aunque el primero en estudiarla fue el Dr. E. Bose en 1899. El nombre lo recibió de su localidad tipo, localizada en los alrededores de la población de Maltrata, Veracruz.

Distribución.- En el área de estudio el afloramiento principal de esta Formación se encuentra en la actual cantera, se puede observar otro afloramiento en la parte Norte del área y uno más en el Km. 324 de la carretera federal México Córdoba. Estos afloramientos son en forma de franjas orientadas Norte-Sur, con sedimentos muy plegados.

Litología.- Son sedimentos calcáreos, poco arcillosos de color gris a oscuro, en ocasiones negro con matriz cripto-cristalina y muestra poca microfauna. Estratificación delgada (0.1 a 0.15 Mts) con intercalaciones de capas medias de arrecife y calcilutitas amarillo ocre y bentonita verde, con capas, bandas y nódulos de pedernal, siendo no favorables para el proceso de fabricación de cemento. Esta formación se presenta muy fracturada, poco karstificada y el espesor que se logró medir en las secciones es de 130 Mts.

Relaciones Estratigráficas.- Aparentemente el contacto inferior de esta Formación se presenta transicional con la Formación -- Tamaulipas Superior, sin embargo, existe un horizonte de brecha calcárea, que marca el cambio de una Formación a otra y se -- podría utilizar como referencia. Siendo transicional el contacto superior y en posición normal con la Formación Necoxtla.

Edad.- Se determinó la edad de Turoniano-Cenoniano para esta -- Formación mediante un estudio micropaleontológico el cual mostró la siguiente fauna:

Marquino truncana angusticarenata

Marquino truncana spp.

Calciesphaerula innominata. Según Bonet (1971)

Ambiente de depósito.- Corresponde a un ambiente típico de -- aguas profundas.

Correlación.- Es correlacionable con la Formación Soyatal y -- Agua Nueva del Norte del país.

Formación Necoxtla. (Kn).

Definición.- El primero en estudiarla fue el Dr. E. Bose en -- 1899, sin embargo, fue E. Mena en 1959, quien la formalizó, -- fijando como localidad tipo la rancharía de Necoxtla, en la -- Sierra de Santa Rosa, Veracruz.

Distribución.- Se encuentra aflorando en la parte Centro y - - Noreste del área de estudio en forma de franjas que guardan un paralelismo con los afloramientos de las Formaciones estudiadas.

Litología.- En el área de estudio, la Formación Necoxtla aflo- ra como calizas margosas y calcilutitas de color gris y verde- olivo con matriz cripto-cristalina y con presencia de microfau- na. De estratificación delgada (0.02 a 0.05 Mts). fisil, en - ocasiones de carácter esquistoso, con planos de lustre de seda y untoso al tacto. Presenta además, intercalaciones de lutitas negras y bentonita verde; en los núcleos de la perforación se observan además, intercalaciones calizas arrecifales con ocasio- nales nódulos de pedernal negro y pirita diseminada. En los - afloramientos del Cerro de Cuautlapan esta Formación se pre- senta con pliegues volcados y recumbentes cuyo alineamiento -- principal es NW-SE.

Su espesor total no se podría definir con exactitud, sin embar- go en las secciones medidas, se determinaron 150 Mts.

Relaciones Estratigráficas.- Sobreyace en cambio transicional- a la Formación Maltrata y su cima se encuentra cubierta con -- material reciente.

Edad.- La edad que se determinó para esta formación fue del -- Santoniano Inferior y Camponiano y los fósiles determinativos -- son los siguientes:

Heterohelix et moremani.

Globotruncanoides.

Calciesphaerula innominata. Según Bonet (1971)

Ambiente de depósito.- La mayoría de los autores coinciden en- que esta Formación se depositó en un medio nerítico profundo.

Correlación.- Cronológicamente se le correlaciona con la Formación Méndez.

III.2.2.- Edafostratigrafía

Este es un tema que reviste interés económico, ya que los constituyentes de las unidades Edafostratigráficas son utilizadas -- como materia prima en el proceso de elaboración de Cemento Portland, como correctivos y en otros casos como aditivos. Las unidades de mayor importancia son: La arcilla roja con características lateríticas; la arcilla amarilla con un alto contenido de sílice (70%), producto de la meteorización de las formaciones subyacentes; por último, el Travertino, comúnmente llamado "tepetate" en la región.

A continuación, se presenta una descripción de estas unidades -- las cuales son fácilmente distinguibles en el terreno.

Arcilla Amarilla.

Suelo residual producto de la meteorización de la Formación -- Maltrata y Formación Necoxtla, aunque en apariencia son iguales químicamente la arcilla producto de esta última Formación -- presenta mayor porcentaje de álcalis (contenidos de K y Na).--- Muy plástica e impermeable, hacia la base presenta un cambio -- transicional, mezcla de arcilla y fragmentos de rocas. El espesor medio de esta unidad es de 10 Mts y en el Cerro de Cuautlapan se le conoce como barro amarillo.

Arcilla Roja

Arcilla de color café rojizo, con lente 10X se observan algunos feldespatos alterados con caolinización casi completa. Se encuentra subyaciendo a las arcillas amarillas en las partes altas, como el Cerro de Cuautlapan, y en las partes bajas (valle de Orizaba y Cuautlapan) sobreyace transicionalmente a aluviones y conglomerados volcánicos de composición intermedia. Hacia la cima se encuentra en contacto bien definido con el suelo --- orgánico. Por su alto contenido de alúmina y hierro tiene características lateríticas. Su espesor promedio es de 12 Mts.

Travertino.

Rocas sedimentarias de origen químico formado en el continente-- se considera del Cuaternario Reciente. De color café claro a crema, de baja densidad y muy poroso, ---

Con alto contenido de fósiles vegetales, se deposita a partir de las aguas ricas en bicarbonato cálcico que al perder el CO_2 el dióxido de calcio precipitan aragonita.

En el área de estudio se le encuentra florando en dirección a las corrientes del valle y en los márgenes del Rfo Tendido. --- Sobre los márgenes de los ríos presenta espesores de 50 a 60 Mts., sin embargo, hacia la parte central del valle, se adelgaza y lateralmente sus desarrollos son muy irregulares. El contacto inferior es irregular y la cima generalmente se encuentra cubierta por arcilla roja.

III.2.3.- Geología Estructural

El Cerro de Cuautlapan se encuentra localizado entre las provincias fisiográficas de la Sierra Madre y la provincia de la Llanura Costera del Golfo.

Ubicado en los márgenes de la Sierra Madre, el Cerro Cuautlapan presenta un alineamiento de noroeste a sureste general de las sierras de esta provincia.

A su vez, la tectónica muestra que la orientación de los pliegues y fallas en general es NW - SE, encontrándose en ocasiones grandes cabalgaduras con la misma orientación, esto como efecto de la Orogenia Laramídica que afectó en gran medida a las rocas cretácicas las cuales sufrieron plegamientos y fallamientos para quedar finalmente sepultadas, algunas, en la actual cuenca en Veracruz.

Tomando lo anterior como un marco regional generalizado, se interpretaron y correlacionaron los datos obtenidos en los trabajos geológicos realizados en superficie con el subsuelo y se procedió a la elaboración de secciones que arrojaron finalmente un modelo estructural del que se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- 1.- Existe un anticlinal en la parte sur de la actual cantera y su eje tiene un azimut de 330° con buzamiento ligero hacia el SE que establece el principio del control estructural en las formaciones.
- 2.- Se detectaron tres diferentes formaciones, las que a su vez difieren en cuanto a su grado de competencia, edad y contenido químico, por lo que su comportamiento estructural es diferente.
- 3.- El Cerro de Cuautlapan se manifiesta como una unidad geológica independiente al Oriente de Orizaba, lo cual hace pensar en fallas y cabalgaduras.

Con base en lo anterior, el modelo estructural para el Cerro -- Cuautlapan debería ser congruente con toda esta información y responder a las posibles dudas que surgen para su interpretación.

Así por ejemplo, se tomó en cuenta que las calizas margosas de la Formación Necoxtlason más incompetentes que las de Formación Maltrata y éstas a su vez lo son con respecto a las calizas de la Formación Tamaulipas, de igual manera, se consideró la antigüedad de cada una de las Formaciones, para con ello determinar primero su posición y posteriormente su comportamiento estructural. (Ver Figura 5, Secciones Geológicas).

III.2.4.- Evolución Tectónica.

La tectónica regional se expone tomando en cuenta trabajos previos realizados por Petróleos Mexicanos, aunado a las observaciones realizadas por geólogos de Cementos Veracruz en sus recorridos por la región.

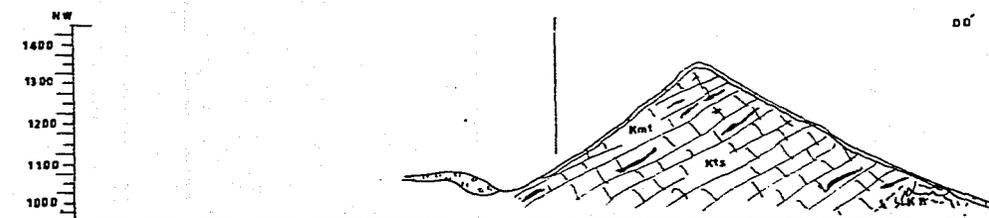
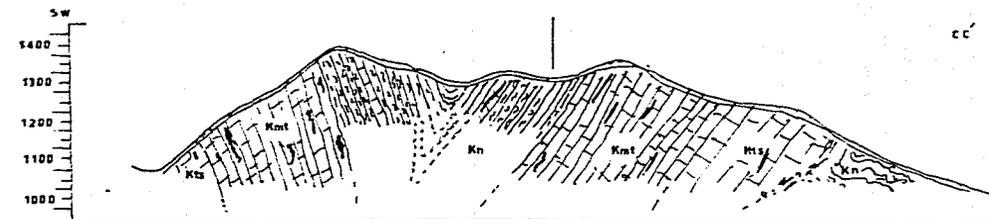
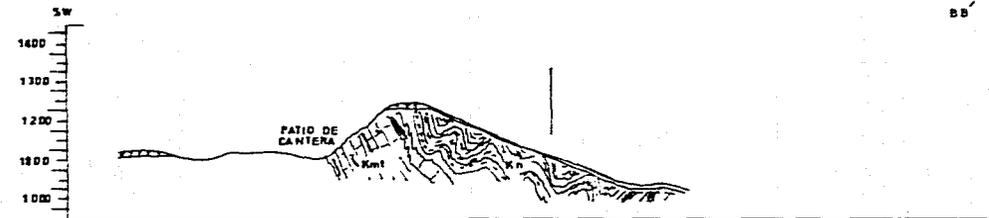
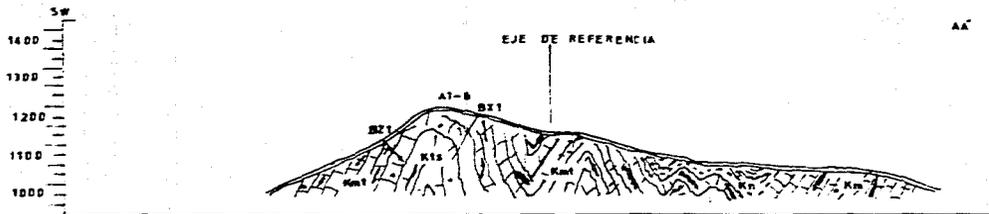
Se establece una relación de manera tentativa conforme al comportamiento estructural de los sedimentos y las causas que los plegaron y fallaron.

Así tenemos que en la región existen plegamientos en forma de anticlinales y sinclinales con orientación NW-SE los que a su vez se encuentran recumbentes hacia el NE, provocando con ello cabalgaduras que en rocas competentes se encuentran asociadas con fallas locales y regionales de tipo inverso. De igual manera existen fallas de transcurrancia que se infieren por el desplazamiento lateral y las discontinuidades en el alineamiento de las estructuras que controlan los afloramientos de las formaciones en que se manifiestan, que son en su mayoría del cretácico.

Probablemente lo anterior se debió a esfuerzos tangenciales y-compresionales provenientes del Oeste hacia el Este y que fueron originados por un empuje proveniente del Pacífico durante la Revolución Laramide, ya que algunas Formaciones Cretácicas de la Cuenca Morelos-Guerrero presentan el mismo patrón estructural.

Este problema puede enfocarse tomando en cuenta otros aspectos como a continuación se describen:

En la región como lo es la de Orizaba y Córdoba, Veracruz, existen al mismo tiempo sedimentos de cuenca y plataforma, los --



EXPLICACION



ARCILLA



TRAVERTINO



FORMACION NECOXTLA



FORMACION MALTRATA



FORMACION TAMAULIPAS SUPERIOR

U. N. A. M.	
FACULTAD DE INGENIERIA	
SECCIONES GEOLOGICAS DEL CERRO DE CUAUTLAPAN	
TESIS PROFESIONAL	1993
F.J. BETANCOURS SANTANA	FIG. 5

cuales al plegarse como rocas en los límites cuenca-plataforma ya sea por movimiento tangencial o compresional, forman por rompimiento de los estratos, fallas de tipo inverso. Esto es basado en la incompetencia de los sedimentos de cuenca que son plegados intensamente y sirven como lubricante de las rocas de plataforma que son más competentes. Estas, durante el plegamiento al transmitir sus esfuerzos y no encontrar ninguna barrera en el límite de plataforma-cuenca, liberan su energía deslizándose sobre sedimentos de cuenca hasta constituir grandes fallas de tipo inverso como lo es la falla de Orizaba.

En el otro límite cuenca-plataforma las rocas de la plataforma forman una barrera que se opone a la dirección de los esfuerzos principales y esto produce en las rocas de cuenca, una serie de pliegues asimétricos y recostados, llegándose al rompimiento en zonas débiles (sinclinales), originando con ello fallas de tipo inverso.

III.3.- Reservas de Materias Primas.

III 3.1.- Clasificación Geológica y Terminos Comerciales.

Para las descripciones de campo se utilizaron las clasificaciones de Dunham (1969) y Pettijohn.F. J. (1949).

La clasificación de Dunham se utilizó de común acuerdo con el consultor de la compañía, para interpretar más fácilmente las rocas que por su contenido de carbonato de calcio, resultan más interesantes desde el punto de vista económico.

La clasificación de Pettijohn, se utilizó en rocas carbonatadas de menor a mayor grado de arcillosidad.

De tal manera que las rocas sedimentarias con un alto porcentaje de carbonato de calcio fueron clasificadas en campo y de manera tentativa en la siguiente forma:

Lutita: calizas de matriz cristalina, con menos del 10% de grano en suspensión.

Conglomerado: calizas de matriz microcristalina con un porcentaje de 20% a 60% de granos necesarios para formar un empaque.

Brecha: calizas originadas in-situ por organismos formadores de estructuras (arrecifal).

Arenisca: calizas aloquímicas, sin matriz cementante, únicamente en granos.

Dentro de estas formaciones calcáreas, existen algunas que --
presentan bandas, capas y nódulos de pedernal.
Algunas de las calizas encontradas, se ubicaron dentro de la--
clasificación de Pettijohn, ya que se consideraron "calizas--
alóctonas (clásticas)", tales como calcarenitas, calcilutitas,
etc.

Margas: Roca arcillo-calcáreas endurecidas, que poseen más del--
50% de arcilla, se encontraron principalmente en colores --
verde olivo dominante, intemperizan en amarillo ocre, en oca-
siones contienen horizontes de caliza de grano fino gris amaril-
lento, contienen algunas veces fauna pelágica.

Lutitas: Arcillas compactadas, se presentan en colores amaril-
llo ocre o gris verdoso, perfectamente bien estratificadas y --
muy deleznales.

Areniscas: Estas, dentro de su clasificación en relación con --
el tamaño de los sedimentos clásticos, varían de grano fino a --
grosso, con cementante calcáreo principalmente.

Rocas Igneas: Principalmente de tipo efusivo, tales como andes-
tas y basaltos.

III.3.2.- Características Físico-Químicas.

La finalidad de la exploración geológica fue la búsqueda de --
formaciones calcáreas con un alto porcentaje de carbonato cálc-
co., que permitieran determinar un volumen de reservas mínimo --
para proyectar a futuro los trabajos de explotación.

Se considero principalmente el contenido químico de las Forma-
ciones estudiadas, ya que se requerían calizas con un contenido
de carbonato mayor de 85%, y arcillas con un contenido químico
de 30% de aluminio, 45% de sílice y 10% de hierro.

Con los estudios realizados, en cuanto a descripción litológica
y análisis químicos, se hicieron correlaciones que confirmaron--
como las características físicas, guardan una estrecha relación
con la composición química de las formaciones estudiadas. Propo-
cionando la pauta a seguir para la búsqueda de las materias --
primas a ser utilizadas en la elaboración de Cemento Portland.

Con el análisis de las características físico-químicas se llegó
a las siguientes conclusiones:

- 1.- La Formación Necoxtla, es la más desfavorable, ya que - contiene un bajo porcentaje de carbonato de calcio, con altos porcentajes de contenido de sílice y álcalis, los cuales son difíciles de reducir en la mezcla.
- 2.- La Formación Maltrata, que es la que actualmente se extrae, resulta ser una caliza de regular a mediocre ya - que el porcentaje de carbonato de calcio es errático - y el de sílice se encuentra en el límite de lo aceptable; además, es una formación muy fracturada y con intercalaciones de arcilla, que en la época de lluvias se contamina con material arcillosos del encape, provocando que el contenido químico de esta formación resulte - difícil de controlar en las mezclas.
- 3.- La Formación Tamaulipas Superior, es la que tiene el ma - yor porcentaje de carbonato cálcico, sin embargo, es -- una caliza muy baja en sílice, alúmina y fierro lo que - provoca un mayor consumo de arcilla con estos componen- tes, y se hace necesario incrementar las reservas de ar- cilla roja.

Una vez delimitados física y químicamente los horizontes de - - arcilla, se detectaron dos tipos de arcilla color amarillo que - físicamente parecían iguales, pero químicamente resultaron ser - diferentes en su contenido de álcalis, concluyéndose que una -- es producto de la meteorización de la Formación Necoxtla y la - otra de la Formación Maltrata.

III.3.3.- Cálculo de Reservas

Anteriormente no se daba mucha importancia a este aspecto, sin- embargo, en la actualidad, el aumento de competencia en el mer- cado, así como, los controles de calidad establecidos aunados-- a la demanda por países importadores, hacen necesa-- rios establecer un buen conocimiento de los materiales a utilizar para su fabricación. Todo esto para establecer previamente con- troles en la explotación y en la calidad, lo anterior permite - tener un mejor control de los costos de operación.

Una vez recopilada toda la información se procedió al cálculo - de las reservas de materias primas en las áreas exploradas del- Cerro Cuautlapan, partiéndose de la actualización topográfica-- del mes de Agosto de 1991.

Estos trabajos topográficos dieron inicio a partir de puntos -- previamente localizados en la cantera y de ahí se realizaron --

radiaciones hacia los cortes y bancos; posteriormente se efectuaron los cálculos y se determinaron las coordenadas de los puntos levantados.

Para el cálculo de reservas se utilizaron dos métodos diferentes, el de secciones y el de bloques. Esto como consecuencia de la curvatura que muestran los cortes en la zona sur de la cantera (cerca del edificio de trituración), por la falta de paralelismo entre las secciones, lo que arrojaría un error en el cálculo. El cálculo de los bloques se realizó de manera convencional, ya que la geológica se infirió con base en niveles., teniendo como límite el camino de acceso a la parte superior de la cantera.

Una vez obtenidos los volúmenes, se obtuvo el volumen a desplazar, lo cual representa las reservas disponibles en el presente y a corto plazo.

Posteriormente, se calculó el volumen de cada tipo de material a remover.

Paralelamente a los cálculos anteriormente mencionados, se llevó a cabo la actualización tanto en canteras como en almacenes de Cementos Veracruz.

Con los resultados obtenidos se elaboró un resumen esquematizado de las reservas de materia primas exploradas, tanto en terrenos propiedad de Cementos Veracruz, así como, de otros prospectos con potencial futuro.

También se efectuó el cálculo de reservas de travertino y barro rojo en terrenos comprados recientemente (a Carmen Villa) y en la zona de explotación de estas materias primas el que se presenta también en el resumen esquematizado.

Para finalizar este tema y dada la problemática de las materias primas, se planea explorar las siguientes áreas:

Áreas de interés para calizas:

- 1.- Noreste del Cerro de Cuautlapan, al sureste del pueblo de Buenavista.
- 2.- Cerro de Escamela.
- 3.- Cerro de Tepeyalpan, al sureste de Ixtaczoquitlán.
- 4.- Cerro de Barrientos.

En cuanto al barro rojo, se continuará la prospección en el Valle de Orizaba y el Valle de Cuautlapan. Para localizar travertino se continúa explorando las márgenes del Río Tendido y la parte baja del cerro de Escamela.

ACTUALIZACION DE LAS RESERVAS DE MATERIAS PRIMAS AL MES DE OCTUBRE 1991
CONSIDERANDO EL PROYECTO DEL TAJO FINAL EN LA ACTUAL CANTERA

MATERIAL	CONSUMO MENSUAL	RESERVAS EN AÑOS
CALIZA	175,000 TON.	58.40
MEZCLA	30,000 TON.	2.43
TRAVERTINO	25,000 TON.	7.90
TRAVERTINO CONTAMINADO	9,000 TON.	1.30
BARRO ROJO	16,000 TON.	0.18
BARRO AMARILLO	10,000 TON.	6.10

MATERIAL	UBICACION	EXPLO TANDO	RESERVAS CON CONSUMO ACTUAL				OBSERVACIONES
			PROPIO	TON.X 1,000	AÑOS	SEGURIDAD	
CALIZA	Cantera Actual	SI	100 %	8,119.00	3.80	85 %	Falta 1 barreno Existen 3 barrenos Sondeo 2 = 4 formaciones
	Cuautlapan Sur	NO	99 %	9,797.10	4.66	94 %	
	Buenavista	NO	90 %	105,000.00	50.00	98 %	
MEZCLA	Cantera Actual	SI	100 %	258.40	0.70	98 %	C/diseño explotación a 3.5 años Mayormente barro amarillo Consumir primero caliza Sur Consumir con travertino
	Polvorín	NO	100 %	103.14	0.33	90 %	
	Cuautlapan Sur	SI	100 %	401.50	1.10	98 %	
	Stocks Cantera	SI	100 %	107.80	0.30	98 %	
TRAVERTINO	Cantera Actual	SI	100 %	119.60	0.39	90 %	No hay barrenos, calculo 3 cortes Se hicieron 3 barrenos Se hicieron 6 barrenos Se hicieron 3 barrenos Se hicieron 3 barrenos
	Cantera Villa	NO	90 %	555.10	1.80	95 %	
	Planta CVSA	NO	100 %	1,200.00	4.00	95 %	
	Tuxpango	NO	100 %	0.00	0.00	0 %	
	Lezama	NO	0 %	520.00	1.70	95 %	
TRAVERTINO CONTAMINADO	Cantera Actual	SI	100 %	150.00	1.30	85 %	Para uso en arcilla, contaminado con barro.
BARRO ROJO	Cant. Cuautlapan	SI	100 %	63.00	0.32	95 %	Total cima de cantera actual Se considera nivel 1102 como piso Considera explotación a 6 Mts. Superficial y bajo travertino Existe un barreno Falta un barreno c/sismica y 2 barrenos
	Bajo Travertino	SI	100 %	512.00	2.66	95 %	
	Rancho Zepeda	NO	90 %	850.00	4.43	90 %	
	Villa	NO	90 %	1,345.20	7.00	95 %	
	Llanillo	NO	0 %	182.60	0.95	90 %	
	Herrera	NO	0 %	249.70	1.30	80 %	
	Solano	NO	0 %	220.00	1.14	90 %	
	Almacen	SI	100 %	19.80	0.10	98 %	
BARRO AMARILLO	Cant. Cuautlapan	SI	100 %	463.50	3.80	95 %	Con nuevo proyecto 3.5 años
	Almacen	SI	100 %	280.00	2.30	98 %	

IV EXPLOTACION MINERA

IV.1.- Introducción

Las explotaciones a cielo abierto generalmente se emplean en -- depósitos de gran volumen. Según lo determinen los rasgos es-- tructurales del depósito mineral, estos pueden ser completa o - parcialmente obtenidos por métodos de explotación a cielo.

En los métodos de explotación a cielo abierto se tienen ventajas como son:

- Costos más bajos de minado
- Una mayor producción
- Mayor seguridad en el trabajo
- Uso más eficiente de explosivos
- Una mejor supervisión del trabajo

y desventajas tales como:

- Desfavorable influencia de las condiciones atmosféricas y climatológicas.
- Control de la estabilidad de los taludes
- Traslado de grandes volúmenes de material estéril
- Necesidad de una gran inversión inicial de capital
- Deterioro del medio ambiente.

Por las diferencias que imponen sus características se pueden -- establecer tres tipos clásicos de minado a cielo abierto que -- son: Canteras, Tajos y de Transferencia.

Para los fines de este trabajo únicamente nos referiremos a la-- explotación de Canteras.

Se denomina Cantera al lugar donde se extrae roca para la cons-- trucción. Las formas de explotación son muy variadas y dependen-- de: las condiciones y topografía del terreno; de la posición y-- profundidad del yacimiento; del uso final del producto obtenido-- y de la calidad y propiedades del mismo.

En Cementos Veracruz la extracción de materias primas fue cam-- biando. Primeramente se extraía caliza del cerro de Escamela, -- transportándola en góndolas de ferrocarril hasta la planta de -- cemento situada a 4 Km.. Con la expansión de la planta en - -

1955, esta cantera ya no podía satisfacer la demanda de materia prima, por lo que se inició la explotación del cerro de Cuautlapan situado a 1 Km. de la planta, desarrollándose en este cerro una cantera con una explotación irregular de bancos angostos y problemas de contaminación de materia prima, por la falta de un descapote sistemático.

IV.2.- Método de Explotación

IV.2.1.- Método de Explotación Actual

El sistema de minado que se realiza en el Cerro de Cuautlapan, -- es el denominado Explotación de Terrazas o Bancos Descendentes -- ya que por sus características geológicas y topográficas y la -- poca profundidad a la que se encuentra la caliza hacen posible -- la utilización de dicho método.

Para iniciar las operaciones se procede a la limpieza de la -- vegetación y descapote de las capas sobrepuestas hasta dejar -- expuesto el yacimiento. Una vez descubierto ya sea en superfi -- cie o en la ladera del cerro, se prepara un frente de trabajo y se comienza la extracción, atacando de afuera hacia adentro y -- de arriba hacia abajo formando planos escalonados de fácil -- acceso que se comunican por rampas y caminos. (Ver Figura No.6')

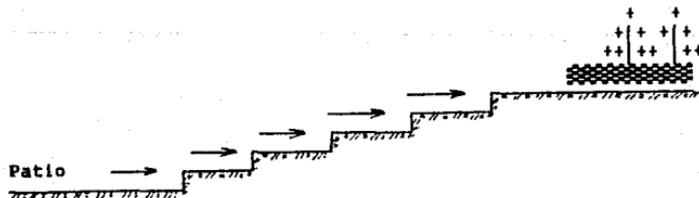


Figura No. 6' Croquis del corte transversal de la explotación-

Antes de la expansión de la planta en 1975, debido a la capacidad de producción que tenía la planta, no se tenía una gran demanda de caliza de la cantera Cuautlapan, teniéndose poca atención en mejorar la explotación, sin embargo, se contaba con una explotación con bancos de 10 Mts. de ancho a lo --

largo de los 450 Mts. de la cantera, teniéndose cuatro bancos de 25 Mts. de altura cada uno. La labor de descapote se realizaba con bulldozer, empujando el material arcilloso hacia los lados y parte posterior de la cantera, hasta descubrir la caliza; posteriormente se nivelaba el terreno para la barrenación y después de la voladura se procedía a rezagar la caliza fragmentada, empujándola con bulldozer del banco hacia el patio de cantera.

Al iniciar las operaciones de ampliación de la planta, la demanda de caliza también aumentó, ocasionando un rápido agotamiento de estos bancos, convirtiendo en obsoleta la explotación antes descrita.

La falta de capacidad de producción en la cantera tanto en cantidad como en la calidad de las materias primas (ya que los análisis de material no correspondían a los establecidos para el proceso), tenía como origen la falta de un plan de minado. El plan de minado por consiguiente resultaba vital para la empresa debiendo contemplar toda la vida del yacimiento hasta el agotamiento del mismo, tanto desde el punto de vista técnico como financiero, por lo que debería estar sólidamente diseñado, mediante el uso de técnicas modernas.

Además de ser la base de importantes decisiones en materia de inversiones, tanto de equipo minero como en la planta.

IV.2.2.- Método de Explotación Propuesto

En la operación de explotación de la cantera se realizan dos actividades simultáneas: se extrae caliza de algunos bancos, mientras se preparan otros para su futura explotación. Se busca empalmar el agotamiento de los bancos de extracción con el inicio de operaciones en los bancos ya preparados, evitando así la falta de materia prima, por lo que se tuvo que planificar una estrategia de minado.

Este plan de minado tendría los siguientes requisitos:

- 1.- Explotación óptima en términos técnicos y económicos.
- 2.- Conocimiento de las reservas en volumen, calidad y ubicación.

- 3.- Rápida capacidad de respuesta ante eventos imprevistos.
- 4.- Bases para una política de reemplazo de equipo.
- 5.- Apoyo para el programa de exploración de la cantera y de otros prospectos.

Uno de los primeros pasos para desarrollar el plan de minado fue la actualización topográfica de la cantera, que perseguía los objetivos.

- a).- Servir como punto de partida para la planificación de la explotación de la cantera.
- b).- Para apoyar los trabajos geológicos a realizar.

La actualización topográfica se realizó de manera acelerada, colocando puntos de apoyo en toda la cantera, con la ubicación exacta y su elevación, marcando detalles en caminos y rampas de acceso.

Al término de la actualización topográfica se elaboró el proyecto "Banco 1200", trazando las directrices a seguir para llevar a cabo el direccionamiento de la explotación. Debido a que los trabajos de explotación actuales se encuentran localizados en el flanco oriental de un anticlinal que corre NW-SE---buzando ligeramente al SE, ya que en los últimos 6 años el mayor desarrollo de la cantera se hizo al oriente, en consecuencia este flanco estaba por consumirse, siendo el que empleaba la Formación calcárea favorable.

Con esta estrategia del Proyecto "Banco 1200" lo que se buscaba era descapotar la parte alta del cerro, hacia donde se cambiaría el rumbo de la explotación, lográndose así controlar la contaminación de la caliza.

IV.2.2.1.- Proyecto "Banco 1200"

Este proyecto resulta de suma importancia, ya que su desarrollo se realizará en la parte superior de la cantera con la finalidad de controlar la contaminación de la caliza debido al escurrimiento de barro por efecto de las lluvias, así como - descapotar hasta descubrir el yacimiento de caliza.

Con base en la topografía, se calculó el volumen de material -- arcillosos a remover y el tiempo requerido para ello. Para lo -- cual se trazó un camino principal hasta la parte alta de la cantera, que sirviera a su vez como camino de acarreo de material -- de descapote y para comunicar los bancos intermedios.

El proyecto contempla un descapote de arcilla a todo lo largo de la cantera en su parte superior, dejando bancos de poca altura para mejor estabilidad y drenajes con pendientes hacia el norte de la cantera.

La altura promedio del escape es de 25 Mts., el cual contiene dos clases de arcilla (roja y amarilla). Estas se clasificaron a partir del muestreo y análisis químico, determinándose -- la factibilidad de su utilización en el proceso del cemento, -- alimentándola como materia prima en la trituration de arcilla, -- para ser posteriormente mezclada con las calizas.

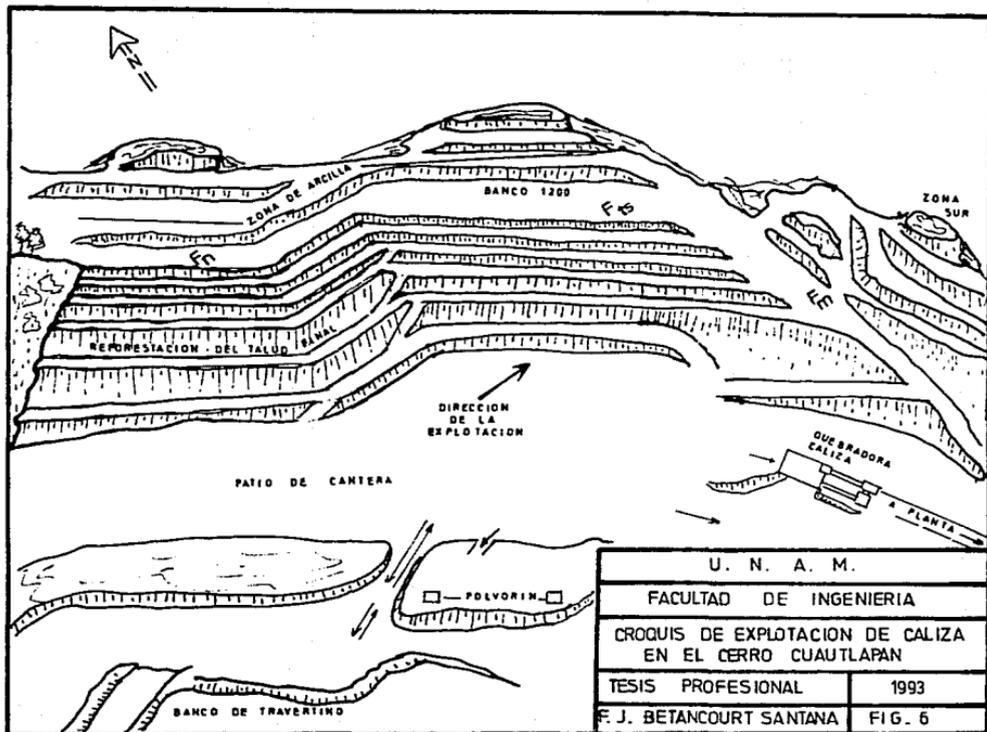
Se delimitaron los contactos entre arcillas, quedando el barro rojo sobreyaciendo al barro amarillo; conociendo lo anterior se podía proceder a descapotar de manera selectiva.

La operación de descapote se realizaría por contrato y su supervisión por parte de Cementos Veracruz. La arcilla sería transportada hasta el almacén, junto a la trituration de arcilla -- que se localiza a 800 Mts. (Ver Figura 6)

IV. 2.2.2.- Diseño de Talud Final.

El suministro de caliza representa uno de los puntos a los que se les debe mostrar especial atención para evitar frenar la -- producción de cemento, por lo que el diseño de talud final se apoyó en las siguientes condiciones.

Los trabajos de explotación actuales se encuentran localizados en el flanco oriental de un anticlinal que corre NW-SE, buzando al SE. Siendo en este flanco el contacto de la Formación -- Necoxtla con la Formación Tamaulipas Superior. En los últimos 6 años el mayor desarrollo de la cantera se hizo al oriente -- por consecuencia, este flanco está por agotarse. Por lo que se hace necesario orientar los bancos con un azimut de 40 a 60 -- grados.

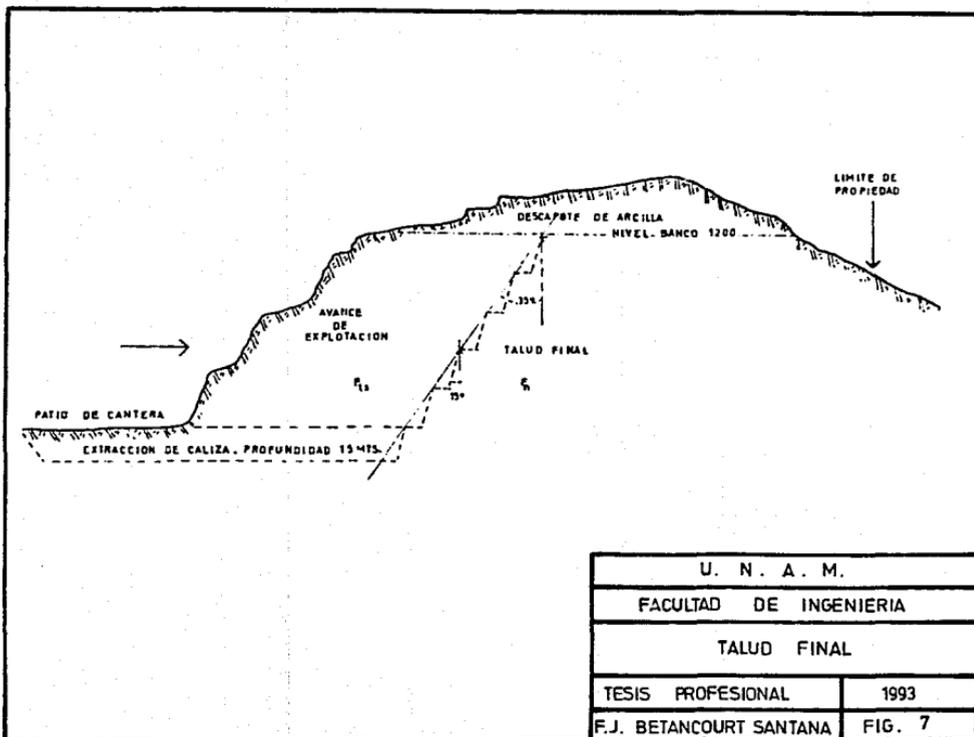


Aun cuando la formación calcárea no pueda explotarse, se podrá consumir la zona de reserva de arcillas en la parte alta de la cantera.

Para el diseño se consideró lo siguiente:

- 1.- Se tomó como punto de partida la zona de contacto de caliza y arcilla ubicada en el nivel 1220, que a su vez es zona de contacto entre las Formaciones Necoxtla Tamaulipas Superior, para de ahí diseñar el número de bancos a cortar.
- 2.- Con el direccionamiento de la cantera se avanzará únicamente un banco de 15 Mts., de ancho en dirección Este.- Al ir descendiendo este banco, se dejarán bermas para posteriormente iniciar una reforestación.
- 3.- El ángulo de talud final en la cantera será de 35°, con 15° para ángulo de talud de banco de 15 Mts. de ancho -- (Ver Figura 7).
- 4.- El número de bancos se calculó con base en los parámetros establecidos para talud final y el de banco; de esta forma se determinaron 5 bancos con una altura de 24 Mts., cada uno.
- 5.- Los accesos a los bancos se diseñaron como rampas, con una pendiente de 10% en promedio, con un máximo de 20% -- Únicamente para perforadoras y bulldozer.
- 6.- Los accesos y caminos para los equipos de carga y acarreo deberían contar con pendientes de 8 a 10% máximo.

Para apoyar estos trabajos y evitar la falta de materia prima para la producción, se contempla la explotación de la parte sur del cerro de Cuautlapan donde por la exploración geológica se encontraron calizas favorables para el proceso pertenecientes a la Formación Maltrata. Con los trabajos de explotación - - -



en esta área el camino de acceso a la parte superior de la cantera se verá afectado, por lo que se recomienda explotar únicamente y en principio el camino hacia arriba; es decir, se toma como piso o patio de explotación el camino, en caso de que no sea suficiente, el camino se recorrerá hacia el oriente para posteriormente bajar bancos en su sitio y de esta forma mantener este acceso tan importante.

IV. 2.3.- Barrenación

La barrenación de formaciones rocosas depende principalmente de la estructura y dureza del material. Los minerales pueden clasificarse de acuerdo a su dureza mediante la escala de Mohs. La sílice es uno de los minerales que más afectan la barrenabilidad de la roca, su presencia disminuye el avance de perforación y se incrementa el desgaste de brocas.

En la cantera del Cerro Cuautlapan la estratificación de la caliza favorece las operaciones al barrenar perpendicularmente a esta. La barrenación se realiza en todos los bancos de la caliza ya que por ser un material compacto resulta difícil de remover con bulldozer. Para barrenar primeramente se prepara el banco nivelándolo, para marcar la plantilla de barrenación y poder colocar las perforadoras, contándose con dos tipos de equipo:

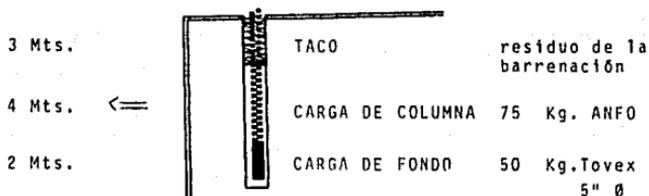
- 1.- Perforadora Rotamec 1702 de Atlas Copco, para barrenar un diámetro de 6 1/2" y una profundidad de 9 Mts., contando con martillo de fondo.

La plantilla que se realiza con esta perforadora es de 6 Mts. de Bordo y 7 Mts. de Espaciamiento a tresbolillo.

- 2.- Perforadoras Roc 812 de Atlas Copco, para barrenar con un diámetro de 4" y una profundidad de 15 Mts. o más, para plantillas de 4 Mts. de Bordo y 5 Mts de Espaciamiento.

IV. 2. 4.- Voladura

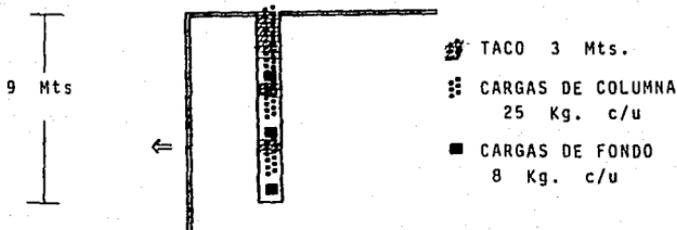
Anteriormente las cargas utilizadas por cada barrenos (en el caso de 6 1/2" de diámetro) estaban dadas de la siguiente forma:



Para estas plantillas de barrenación de 6 X 7 Mts. se tenían factores de carga de 160 gr./Ton., lo cual arrojaba material de sobretamaño en la parte superior del barrenos, por lo que se buscó mejorar la fragmentación y disminuir el consumo de explosivo.

Esta mejora se logró al distribuir la carga específica de explosivo en el barrenos intercalando pequeños tapones de material (residuo de la barrenación) y utilizando un sistema de micro-retardo para la voladura. Teniendo en cuenta que el taco no debería estar situado al mismo nivel en la segunda línea consecutiva, ya que esto no podría seccionar la secuencia de voladura dando una fragmentación de menor calidad. Con este método de cargado se bajó el factor de carga a 80 gr./Ton. en promedio.

A continuación se muestra una figura de los cambios anteriormente descritos.



IV.2.5.- Carga y Acarreo

Después de realizar la voladura entra el trabajo de bulldozer para rezagar el material que no alcanzó a bajar por efecto del explosivo, además de nivelar el piso, debe amazizar la pared del banco que finalmente quedará con el ángulo de talud indicado.

Una vez que el material llega al patio de cantera se procede a cargar y transportar hasta la quebradora de caliza.

IV.3.- Equipo Existente

IV.3.1.- Equipo de Perforación

Una Perforadora Rotamec modelo 1702, Atlas Copco 6 1/2" Ø y - Dos perforadoras Roc modelo 812, Atlas Copco 4" Ø con compresores integrados.

IV.3.2.- Equipo de Rezagado y Desborde

Un Bulldozer D8-H marca Caterpillar

Un Bulldozer D9-N marca Caterpillar, y

Cuatro Bulldozer D9-L marca Caterpillar

IV.3.3.- Equipo de Cargado

Dos cargadores Frontales 988 sobre neumáticos, marca Caterpillar.

Tres cargadores Frontales 992 sobre neumáticos, marca Caterpillar.

IV.3.4.- Equipo de Acarreo

Tres Camiones Cat 769, marca Caterpillar, con capacidad de 30-Toneladas, y

Dos camiones Cat 773, marca Caterpillar, con capacidad de 45-Toneladas.

IV.3.5.- Equipo de Apoyo

Una Motoconformadora 120-B marca Caterpillar.

-- La explotación del Cerro Cuautlapan ha tenido un cambio importante en su forma de trabajo. Con el nuevo plan de minado, se va logrando una mejor planificación de la cantera para una extracción de materias primas, tanto en cantidad como en calidad. acorde al proceso y a los requerimientos de producción. Se ha logrado optimar el consumo de explosivos y se continuan buscando otras alternativas para mejorar los resultados de barrenación y voladura. En el aspecto de mejoramiento también se ha continuado la capacitación del personal, para lograr una mejor operación en el equipo móvil y perforadoras.

No todo ha sido satisfactorio ya que los problemas por fallas - en equipo móvil han continuado, las lluvias que se han presentado en la región también han detenido temporalmente los trabajos de descapote en la parte alta de la cantera. Se han buscado -- alternativas para evitar frenar la explotación, como la crea- ción de almacenes de materias primas, para casos de emergencia - en el suministro de caliza para la producción.

V ELABORACION DE CEMENTO

V.1.- Historia de la Fabricación de Cemento Portland

Las cuevas aparecen como los primeros albergues de la humanidad, pero éstas comenzaron a ser insuficientes ya que existía la necesidad de dar seguridad a la nueva prole y el deseo de prolongar la existencia de sus propiedades, lo anterior llevó al hombre primitivo a buscar en el acomodo de rocas una mejor alternativa para vivienda.

El poder comenzó a medirse por la seguridad de los albergues y lo imperecedero de sus construcciones. Pero no siempre era posible labrar la piedra para darle las dimensiones y formas que su utilización reclamaba. De ahí la necesidad de encontrar un elemento que facilitara el manejo, sin detrimento en la resistencia de las construcciones.

La primera combinación que reunía estos requisitos fue la mezcla de arcilla y agua, con la que se elaboraron bloques o ladrillos expuestos al sol o a un proceso de cocimiento logrando una dureza similar a la de la roca.

Así fue, como la humanidad dio inicio a la búsqueda de ese elemento que mantuviera unidas a las rocas que forman sus casas. Los egipcios edificaron sus monumentos con una especie de tabiques de adobe, los cuales unían con lodo del Río Nilo mezclándolo con paja.

Los romanos merecen una especial atención en la búsqueda de cemento, ya que fueron quienes lograron una fórmula con base en cal calcinada y cenizas volcánicas.

En México las tribus aztecas del antiplano y otras tribus del golfo habían desarrollado una técnica de construcción con base en barro, arena y concha marina.

El desarrollo hasta el actual cemento, tardó milenios, el último paso decisivo se dio en Inglaterra, donde en 1824 Joseph Aspdin patentó su material aglutinante, al cual llamó "Cemento Portland" por la localidad donde existía el tipo de roca por él utilizado. En 1884, el inglés Charles Johnson, calentó realmente por primera vez cemento Portland hasta el punto de sinterización (1,450° C). En 1906 se inició en México la fabricación de cemento por Juan F. Brightham.

V.2.- Principios de Elaboración de Cemento Portland

V.2.1.- Definiciones.

El cemento es un material finamente molido, el cual al mezclarlo con agua u otros materiales como arena, grava, asbesto u otros, tiene la propiedad de fraguar tanto al aire, como en el agua y formar una masa endurecida. Si observamos detenidamente la estructura del cemento podemos notar que está compuesto de partículas muy pequeñas que son el resultado de la molienda y conocimiento de diferentes materiales pétreos. En su más amplio significado, el cemento es toda sustancia que actúa como agente de unión para los materiales. En su sentido más restringido y particularmente si no se especifica, se emplea en relación con la construcción e ingeniería casi siempre significando "Cemento hidráulico"

Los cementos se definen como materiales constituidos por una solución sólida pulverizada, gris vercosa, cuyos componentes principales son silicatos y aluminatos de calcio.

El "Cemento Portland" es una clase de cemento hidráulico al que las normas nacionales definen como "el material que proviene de la pulverización del producto obtenido por fusión incipiente de materiales arcillosos y calizos, que contengan óxidos de calcio, sílice, aluminio y fierro en cantidades convenientemente calculadas y sin más adición posterior que yeso sin calcinar", así como de otros materiales que no sean nocivos para el comportamiento posterior del cemento.
(ASTM C-150)

Conglomerante Hidráulico.- Es el material finamente pulverizado que al agregarse, ya sea solo o mezclado con arena, grava u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar tanto en el aire como en el agua y formar una masa endurecida.

Clinker.- Es un material sintético granular, resultante de la cocción a una temperatura de 1,450° C, de materias primas de naturaleza calcárea y arcilla ferruginosa, previamente trituradas, proporcionadas, mezcladas, pulverizadas y homogeneizadas.

Cemento Portland Blanco.- Prácticamente es igual que el cemento común o gris; la diferencia estriba en que éste último se elabora con barro y el primero con caolín. Su costo de producción es más elevado que el gris, y su uso se limita a fines decorativos: colocación de azulejo, pastas de revestimiento, fabricación de mosaico y granito artificial, etc

Cemento Portland Puzolánico.- Se prepara agregando además del yeso puzolana. Se cotiza a un precio más bajo que el gris, su tiempo de fraguado es más lento y su resistencia es igual al gris, además, posee un calor de hidratación más bajo por lo que es útil para ser utilizado en obras de riego.

Cementos Especiales.- A este grupo pertenece el cemento rico en alúmina que se fabrica fundiendo una mezcla de piedra caliza -bauxita. Se caracteriza porque la resistencia se desarrolla rápidamente y porque soporta mejor el agua de mar y los sulfatos. Puede mencionarse el Cemento Portland de Altos Hornos llamado: Ferro Portland o Cemento siderúrgico, preparado con clinker y escoria de alto horno, con características semejantes al anterior; el Cemento Portland para la cementación del ademe en la perforación de pozos petroleros, fabricados con clinker y con agregados con base de ácido tánico.

Los cementos se clasifican, atendiendo a su punto de fraguado, composición química y aplicaciones como sigue:

- a).- Fraguado de acuerdo con el tiempo: este puede ser fraguado lento y fraguado rápido (cementos romanos), según que termine antes o después de una hora.
- b).- Por composición química: Cementos Naturales Portland-Grappiers, escorias puzolánicas, aluminosos, sulfatos, etc.
- c).- Según sus aplicaciones: De altas resistencias iniciales, resistentes a sulfatos, bajos en calor de hidratación, etc.

v.2.2.- Tipos de Cemento

En cementos Veracruz, las instalaciones de la planta permiten producir cualquier tipo de Cemento Portland Gris con pequeñas variaciones del proceso con la maquinaria instalada, todos ellos por vía seca.

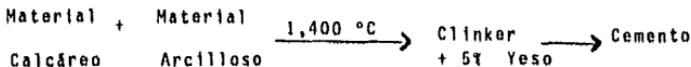
El Cemento Portland Gris según la Norma Oficial Mexicana - - - (ASTM C150) se puede encontrar en cinco tipos diferentes que son:

- TIPO I Para usos generales
- TIPO II Para construcciones generales de concreto expuesto a la acción moderada de los sulfatos y de moderado calor de hidratación. Dentro de este tipo de cementos especiales que se usan en la cimentación de pozos profundos.
- Cabe resaltar que Cementos Veracruz es la única planta en el país que produce cementos especiales clase "G" y "H", usados actualmente en pozos petroleros y pozos geotérmicos.
- TIPO III De alta resistencia rápida. Se utiliza principalmente en durmientes de ferrocarril, postes y tubos de concreto.
- TIPO IV De bajo calor de hidratación.
- TIPO V De alta resistencia a los sulfatos, especialmente a los de sodio y magnesio. Se usa principalmente en obras marítimas.

Existen otros tipos de cementos de uso especial, como los utilizados para la construcción de plantas nucleares, los cuales también se producen en Cementos Veracruz.

V.3.- Fabricación de Cementos Portland

La fabricación de Cementos Portland involucra la conversión de altas temperaturas de una mezcla de minerales con propiedades hidráulicas.



La velocidad de las reacciones químicas para formar los componentes del clinker depende de varios parámetros.

Se ve particularmente favorecido por las siguientes condiciones:

- Presencia de materiales reactivos
- Amplia superficie de material
- Intimo contacto entre las diferentes partículas
- Apropiada composición química de la mezcla

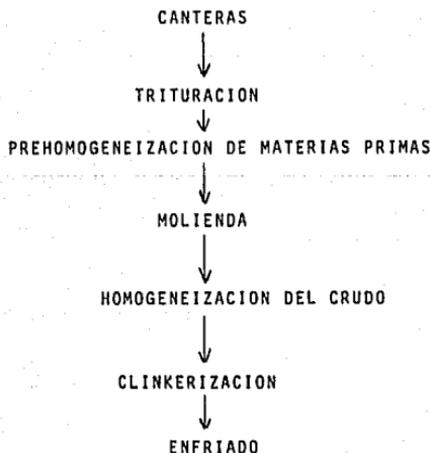
— El nivel necesario de temperatura

La transformación química de la materia prima en clinker, ocurre por medio de reacciones en estado semisólido, llamada - - - "sinterización" o "clinkerización", ya que solo una parte de los materiales se funde a 1,450°C. La velocidad de las reacciones sólido-sólido y sólido-liquido, depende más del factor tiempo que de las reacciones químicas normales en soluciones o gases.

Ya que la materia sólida reacciona con gran dificultad, su preparación, antes del quemado, es de gran importancia.

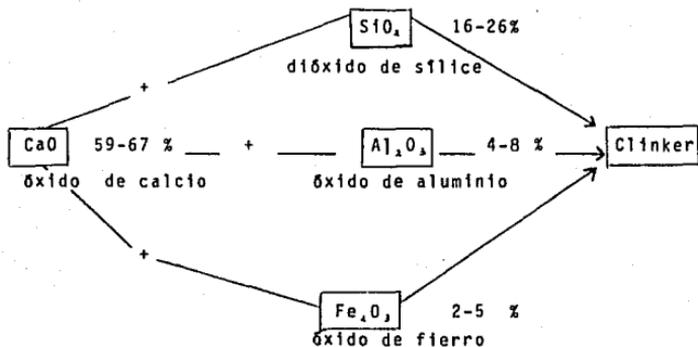
Las altas temperaturas, tal como serían necesarias para fundir las materias primas del cemento (1,700°C), no son factibles en la práctica, debido a procesos tecnológicos y a razones de - - costo. Por lo tanto el factor tiempo (reacciones kinéticas) -- es muy importante.

Etapas de la Fabricación del Clinker:



Composición Química:

Principales elementos en el clinker.



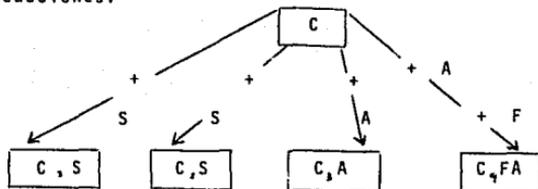
En la química del cemento, con fines de simplificación los -- elementos químicos son expresados como óxidos.

La composición química del clinker está representada por el -- sistema cuaternario



Este sistema no toma en cuenta los otros elementos que se encuentran presentes en concentraciones menores, pero que en la práctica pueden tener una considerable importancia. Por lo -- que el sistema sirve solamente como modelo.

Reacciones:



Fórmulas abreviadas:

C = CaO S = Si₂O A = Al₂O₃ F = Fe₂O₃

Materias Primas:

Los cuatro principales elementos: Sílice, Aluminio, Hierro y Calcio, son los elementos más abundantes en la corteza terrestre, además del oxígeno. Ellos aparecen en muchos minerales. Para la fabricación del cemento se deben seleccionar los más adecuados. Hay tres posibilidades para producir una mezcla de crudo que contenga estos cuatro elementos en las proporciones correctas:

- Piedra de cemento natural: Los cuatro elementos se encuentran en la proporción correcta en la roca natural. Este es el caso ideal, extremadamente raro.
- Se mezclan en la proporción adecuada, los cuatro componentes de la mayor pureza posible. La homogeneización y el quemado de los componentes puros consume mucha energía.
- La mezcla de diferentes componentes de mezcla cruda: existe una gran cantidad de variedades entre la piedra y la arcilla. Estas rocas contienen carbonatos de calcio y silicatos, deben ser mezcladas en proporción correcta. El contenido de aluminio e hierro se logra mediante la adición de minerales ricos en alúmina e hierro.

Esta es la forma más común de producir una mezcla cruda de cemento.

Componentes Calcáreos:

Rocas que contienen:

Más de 75% CaCO₃

Normalmente se usan como componentes calcáreos. Pueden tomarse en consideración, los siguientes materiales:

- caliza (con más de 85% de CaCO₃)
- caliza margosa (con arcilla en proporción variable) greda (tiza)
- caliza coralifera
- mármol (no aprovechable como decorativo)
- caliza de concha (coquina)

Para la fabricación de cemento, se prefiere una caliza con un 80- 85 % de carbonato, a una caliza de alto grado 90-95% ---- La primera es más fácil de moler y homogeneizar porque ya ---- contiene algo de marga dispersa en la caliza, y requiere menor material arcilloso para una mezcla cruda de cemento.

En el siguiente cuadro se muestran ejemplos del análisis de -- componentes calcáreos:

Análisis Químico de tres Componentes Calcáreos

Denominación	Caliza	Caliza de alto grado	Marga calcárea
Pérdida al			
fuego	42.90	42.90	30.60
SiO ₂	5.20	0.70	13.80
Al ₂ O ₃	0.81	0.60	7.00
Fe ₂ O ₃	0.54	0.08	4.60
CaO	48.60	54.50	38.40
MgO	1.90	0.59	1.30
SO ₂	0.05	0.25	0.43
K ₂ O	0.33	0.01	0.86
Na ₂ O	0.05	0.16	2.60
TiO ₂	0.06	0.01	0.21
Cr ₂ O	0.01	0.01	0.02
Mn ₂ O ₃	0.05	0.01	0.29
P ₂ O ₅	0.04	0.01	0.25
Cl	0.02	0.01	0.04
F	0.01	0.01	0.01

Componentes Arcillosos:

Los componentes arcillosos consisten de minerales que contienen sílice, aluminio, hierro y una composición :

Menos de 75 % CaCO₃,

Los materiales arcillosos comunmente utilizados son:

- marga (caliza arcillosa con CaCO₃ < 75%)
- marga arcillosa
- arcilla margosa (arcilla con bajo CaCO₃)
- arcilla-esquistos

En el cuadro siguiente se muestran ejemplos de componentes - - arcillosos:

Análisis Químico de los Componentes Arcillosos

Denominación	Esquisto	Marga	Arcilla
Pérdida al Fuego	5.30	32.20	12.50
SiO ₂	64.10	22.70	45.90
Al ₂ O ₃	13.60	3.90	23.90
Fe ₂ O ₃	6.10	2.40	15.50
CaO	1.80	32.90	0.72
MgO	2.90	3.30	0.33
SO ₃	0.03	0.95	0.03
K ₂ O	2.70	0.59	0.01
Na ₂ O	1.90	0.19	0.11
TiO ₂	0.67	0.39	0.86
Cr ₂ O	0.01	0.01	0.01
Mn ₂ O ₃	0.05	0.04	0.20
P ₂ O ₅	0.18	0.03	0.06
Cl	0.01	0.01	0.04
F	0.01	0.01	0.01

Materiales Correctivos:

Como correctivos, se agregan materiales de alta concentración procedentes de aquellos elementos de los cuales los componentes principales contienen cantidad insuficiente. Estos pueden ser:

- caliza de alto grado (para CaO)
- cuarzo (para SiO₂)
- caolín
- mineral de hierro (para Fe₂O₃)

Materiales Aditivos:

- Como fundente, cuando no hay Fe en las materias primas, se puede agregar a la mezcla cruda minerales como CaF₂.
- Para regular el fraguado del cemento, se agrega yeso al clinker, en la etapa de molienda.
- Si al clinker de cemento Portland se le agregan puzolanas naturales, escoria de alto horno o cenizas, se obtiene cemento mezclado.

Los factores determinantes, para selección de materiales son:

- Composición química y mineralógica
- influencia sobre el proceso de quemado
- influencia sobre la calidad del cemento
- posibilidad económica de suministro

El cuadro siguiente muestra la influencia que pueden tener los elementos químicos individuales en el proceso de quemado del clinker y en las propiedades del cemento.

	1 Quemado del clinker	2 Propiedades del cemento
CaO SiO ₂	No hay cambios	Responsables de la resistencia del cemento endurecido.
Al ₂ O ₃	Baja el punto de sinterización (fundente)	Contribuye a una resistencia en edad temprana (pero da alto calor de hidratación)
Fe ₂ O ₃	Baja el punto de sinterización (fundente)	De mayor resistencia a los sulfatos.

Las sustancias de una misma composición química pueden tener diferentes propiedades. Esto es debido a una diferente estructura mineralógica. De acuerdo a la estructura mineralógica en las materias primas del cemento influyen en:

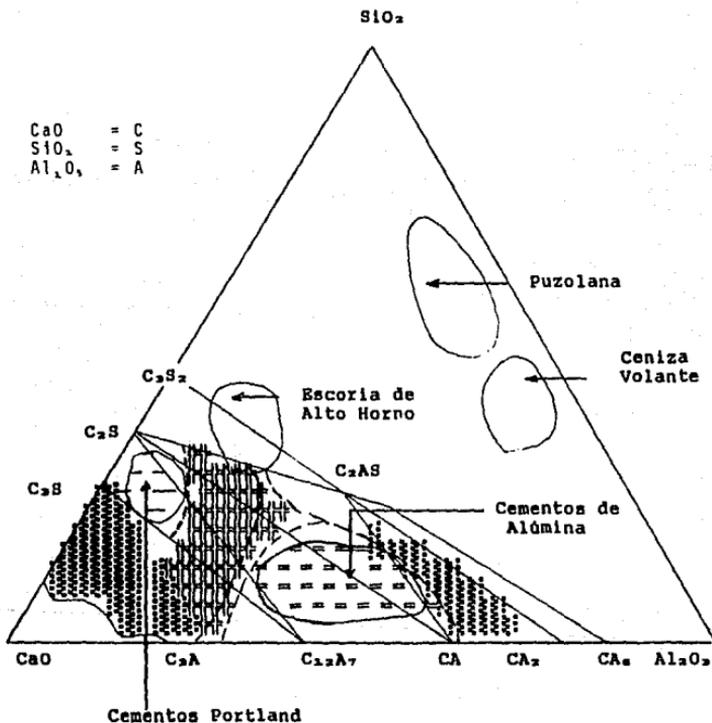
- Dureza → Abrasividad
 → Triturabilidad
 → Moliendabilidad

- Contenido de Agua → Plasticidad
 → Adhesividad
 → Selección del Proceso → Húmedo
 → Semi-húmedo
 → Seco
 → Semi-seco

- Reactividad → Comportamiento al clinkerizar

Cálculo de la Composición Mineralógica

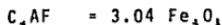
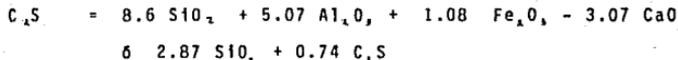
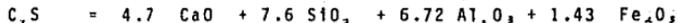
El diagrama ternario $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$, puede ser utilizado para tener una idea general de las fases que en teoría deberían formarse, cuando se calienta una mezcla de cemento.



Se puede considerar que el clinker está en un estado de equilibrio congelado. Se toma esta suposición al calcular la composición mineralógica de los cementos comerciales. La composición --

potencial se calcula partiendo de las cantidades medidas de los óxidos presentes en el clinker, como si hubiera tenido lugar una completa cristalización de los productos en equilibrio. El cálculo de la composición potencial del cemento Portland se basa en el trabajo de R. Bogue.

Ecuaciones de Bogue:

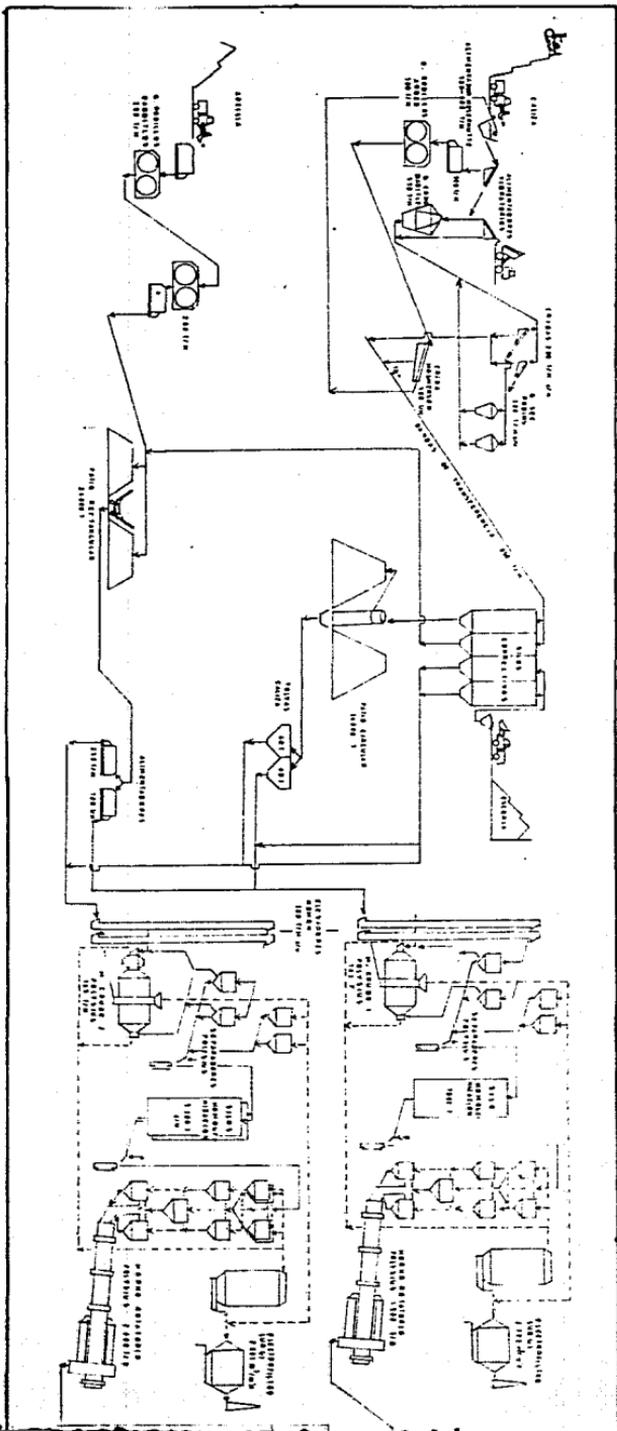


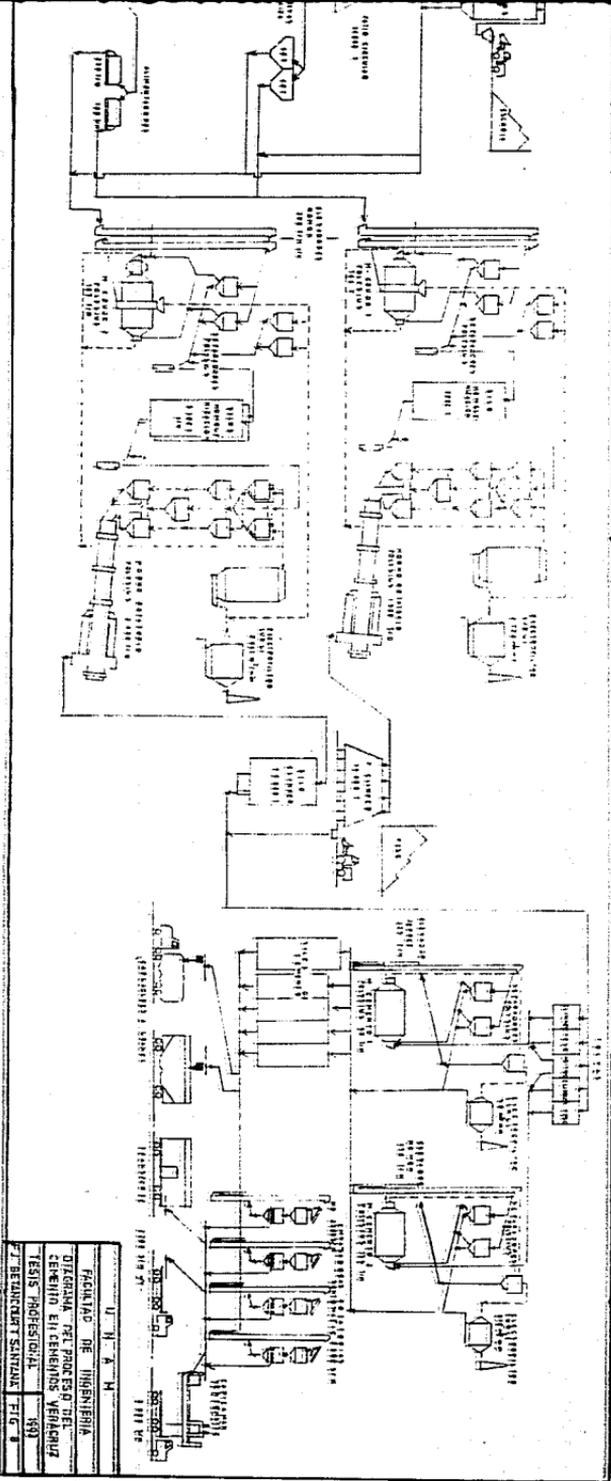
Estas fórmulas se basan en las siguientes suposiciones:

- equilibrio químico durante la clinkerización
- SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 y CaO se transforman completamente en C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF
- minerales puros; no se incorporan componentes menores tales como álcalis, tierras de álcali, TiO_2 , Mn_2O_3 , V_2O_5 , Cr_2O_3
- no se reemplaza el tetrahedro SiO_4 por tetraedro de sulfato, fosfato y borato
- Se dejan al lado otros minerales tales como cal libre, periclusa y sulfatos

V.4.- Proceso de Cemento Portland en Cementos Veracruz

En Cementos Veracruz la fabricación de Cemento Portland por vía seca involucra una serie de procesos productivos que se inician con la explotación de canteras, almacenamiento de materias primas, trituración, molienda de crudo, clinkerización, molienda de clinker más yeso y envasado de cemento. (Ver Figura 8)





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DISEÑO DEL PROCESO DEL CEMENTO EN CEMENTOS VERACRUZ

TESIS PROFESIONAL 190

Z. BELMONT SANCHEZ FIG. 8

V.4.1.- Canteras

Los componentes necesarios para manufactura de harina cruda -- para la elaboración de cemento: Caliza y Arcilla, son obtenidos de canteras propias situadas dentro del perímetro de la planta; en la actualidad se extraen 2'700,000 Ton./año, lo que da una idea de la magnitud del volumen a transportar y del equipo necesario para mover el material en sus diferentes etapas.

V.4.2.- Trituraciones

Para esta etapa se cuenta con dos sistemas de trituración, -- donde los materiales producto de la explotación (caliza y arcilla) se trituran en forma independiente.

Trituración Caliza: Se cuenta con un sistema de circuitos cerrados para lograr un tamaño de 1 1/2", con la finalidad de -- tener una granulometría óptima y de esa manera lograr mayor -- eficiencia en la molienda posterior. La capacidad de la trituración es de 850 Ton/H.

Trituración Arcilla: La finalidad de esta trituración es la de un quebrado y desmenuzado de los materiales arcillosos, mediante una quebradora de rodillos con una capacidad de 200 Ton/H.

V.4.3.- Prehomogeneización

Esta se realiza para reducir las variaciones de la composición química en las materias primas, para obtener una mezcla cruda -- apropiada al proceso. La prehomogeneización de la caliza triturada es realizada en un patio circular de almacenamiento con una capacidad de 30,000 Ton.

Por otra parte, la arcilla triturada es apilada en dos patios -- longitudinales con una capacidad de 10,000 Ton, cada uno.

V.4.4.- Molienda de Harina Cruda

En esta etapa se reduce el tamaño de las materias prehomogeneizadas en la mezcla cruda, hasta obtener una harina seca con -- finura adecuada (Blaine de 2,200-2800 cm/gr) para conseguir un proceso eficiente y económico del clinker.

La harina cruda es el producto que se obtiene de la molienda --- de 75% de caliza 24% de arcilla y 1% de mineral de hierro. Posteriormente para su homogeneización es almacenada en tres --- silos verticales con una capacidad de 6,500 Ton, cada uno, de --- donde es extraída dosificando su alimentación al precalentador.

V.4.5.- Clinkerización

Se produce en dos hornos rotatorios que cuenta con precalentado- res de cuatro etapas y producen 4,500 Ton./día. En esta fase -- se realizan las transformaciones físico-químicas de los minera- les naturales de la harina cruda para obtener un compuesto arti- ficial llamado clinker. Este proceso de formación del clinker-- se puede dividir en cuatro partes.

La harina cruda se alimenta por el extremo más elevado del pre- calentador del horno y en su recorrido va encontrándose con los gases calientes, con temperatura cada vez más elevadas hasta --- llegar a la llama del quemador que se halla en el extremo de --- descarga del horno. (Ver Cuadro 9)

V.4.6.- Del Clinker al Cemento.

Principalmente el clinker es enfriado al salir del horno median- te cilindros rotatorios denominados enfriadores rotatorios o de - cascada, o bien mediante un enfriador de parrillas vibratorias-- llamado "templador de aire"; en los dos casos se dirige el - - aire atmosférico a contracorriente del clinker para enfriarlo, - aprovechándose este aire secundario caliente para la combustión- del horno.

El clinker enfriado se muele en un molino de cemento junto con-- una adición de yeso que varía entre 2 y 4%; esta adición va de - acuerdo con la composición química del clinker y la molienda de- acabada a la finura deseada, así como de acuerdo al tiempo de -- fraguado que se requiera. Para la molienda se utilizan dos mol- nos, uno con capacidad de 80 Ton/hr y otro de 100 Ton/hr, - -- ambos molinos funcionan en circuito cerrado.

V.4.7.- Envasado

Una vez molido el cemento a gran finura (Blaine de 2,200 - 2,800 cm²/g para cemento Portland común y de 3,500 > 3,000 - - - -

CUADRO 9

Reacciones en el Horno:

ETAPA	TEMPERATURA °C	PROCESO	REACCIONES
I	20 - 100 100 - 300 400 - 600	SECADO	- evaporación de agua-libre - se expelle el agua de cristalización - se libera el agua -- química
	600 °C		
II	600 - 800 900	DESCARBO NACION Y CALCINA- CION	- CO_2 es expelido - $CaCO_3$, CaO + CO_2 - primera reacción de los componentes: Formación de belita, aluminatos, fenitas, y fases meta-estable
	1,100°C		
III	1,250 aprox. 1,450	CLINKERI ZACION o SINTERI ZACION	- formación de una fase líquida, rica en Al_2O_3 , Fe_2O_3 - formación de alita - formación final de alita y belita
	1,240 °C		
IV	de 1,240 a 50°	ENFRIADO	- cristalización de -- de los aluminatos y-fenitas

cm²/g para cemento de rápido endurecimiento se transporta a los silos, en los cuales debe permanecer algún tiempo antes de su expedición, con el objeto de que se extinga la poca cal viva o libre que haya podido quedar. Para esta etapa se cuentan con cuatro silos de 1,800 Ton.; de capacidad cada uno y un nuevo silo de 8,800 Ton., la distribución de cemento a los silos se hace con el fin de evitar contaminación por mezcla de los diferentes tipos de cementos que se producen.

V.5.- Aplicaciones del Cemento Portland

El cemento es un producto intermedio usado para la fabricación de materiales para la construcción, tales como mortero y hormigón. La trabajabilidad de los materiales frescos, las propiedades de los productos finales endurecidos y los costos son decisivos para determinar su aplicación como materiales de construcción.

V.5.1.- Mortero.

El mortero es un hormigón que contiene solamente agregados finos. El tamaño máximo de grano de los agregados está limitado a 6 mm. (arena). Se mezcla el cemento con aproximadamente 3 partes de arena y 0.5 partes de agua.

MORTERO = CEMENTO + AGUA + ARENA (Agregados Finos)

El mortero es usado en construcciones de albañilería y como revestimiento de paredes (aplanados).

V.5.2.- Hormigón

El hormigón es una mezcla de cemento, agua, agregados y eventualmente productos adicionales (aditivos). La pasta de cemento, el componente activo, envuelve a los agregados inertes y llena los espacios entre ellos. Actúa primeramente como lubricante y posteriormente como adhesivo. Las burbujas de aire pueden subsistir después de la colocación del hormigón. Los agregados más usados son arena y grava o roca triturada.

HORMIGON = CEMENTO + AGUA + AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

V.5.3.- Cemento Asbesto

El cemento asbesto es un hormigón reforzado especial. Se mezcla 8 - 16 por ciento en volumen de fibra de asbesto con una pasta de cemento muy fluida. Luego se extrae el agua de las planchas de cemento asbesto, se prensan y se curan. Lo anterior aumenta la resistencia a la flexión de un 100 a un 300% mediante el agregado de fibra.

El cemento asbesto es usados en cañerías, planchas para la construcción, tejas, etc.

V.5.4.- Hormigón Liviano

hay dos maneras de fabricar hormigón liviano:

- Reemplazo de los agregados, por agregados livianos en una mezcla de hormigón corriente → Hormigón de agregados livianos
 - Hinchado de la mezcla de hormigón, mediante la adición de:
 - un agente hinchador Hormigón espumado
 - o
 - evolución de un gas Hormigón al gas
- } Hormigón Celular

El hormigón liviano es usado en la construcción, donde es importante el factor de poco peso, y para el aislamiento, por ejemplo en paredes.

V.5.5.- Hormigón Pesado

En el hormigón pesado, el agregado corriente es reemplazado por un agregado pesado, tal como la Barita o la Hematita. La densidad en masa de este hormigón es de 3.7 a 3.9. Se usa como protección contra la radiación.

VI CONTROL DE CALIDAD

VI.1.- Introducción

Los problemas de la calidad han existido desde los tiempos en que se regían los jefes tribales, reyes y faraones. La historia moderna de la calidad está señalada por los grandes adelantos realizados entre los años 1920 y 1950 por George Edwards, Walter Shewhart, W. Edwards Deming, Armand Feigenbaum y Joseph Juran. El primer lustro de la década de los cincuenta marco para el Japón un cambio fundamental en la cultura administrativa, que curiosamente fue promovida por dos extranjeros: El Dr. W. Edwards Deming y el Dr. Joseph Juran, el primero, al que podría denominarse como el padre del control de calidad Japones, introdujo el concepto de calidad total; es decir, antes de verificar, habría que planear y después ejecutar. La verificación serviría entonces para pasar a otra etapa que sería actuar en caso de discrepar lo obtenido después de lo planeado. Los años 70's y 80's se han caracterizado por la amenaza de la competencia extranjera a las compañías estadounidenses. La respuesta ha sido el énfasis renovado sobre el control de calidad y entre los líderes en este campo han estado W. Edward Deming, Joseph Juran y Armand Feigenbaum.

El tema de la calidad total en México, está tomando un auge sin precedente. En la actualidad los empresarios mexicanos -- están prestando una mayor atención a este tema. A medida que pasa el tiempo y las exigencias de los mercados nacionales e internacionales se hacen cada vez más fuertes, la implantación de un sistema de calidad total es una medida impostergable. -- "El prestigio exportador está en juego y es necesaria una nueva cultura productiva basada en la calidad total". (Jaime Serra Alpuche, 1990).

Asimismo, la revolución de la calidad es una revolución silenciosa, que nos está alineando a nuevos parámetros de comportamiento y razonamiento e inclusive tenemos que planear y buscar un nuevo estilo de vida, el de la calidad y la excelencia. Por lo que el reto para las plantas productivas de los países subdesarrollados es enorme.

VI.2.- Definición de calidad

Se define la calidad en función al juicio hecho por los clientes y usuarios de un producto o servicio. Asimismo, abarca --

el mejoramiento sin término del procedimiento ampliado de una empresa a los procedimientos internos de una organización, - - juntos con aquellos otros procedimientos asociados con los - - clientes, proveedores, inversionistas, empleados y la comunidad en general.

Según el Dr. Kaoru Ishikawa (1950), existen dos maneras de definir el término de calidad.

La primera tiene un enfoque estrecho y se refiere en esencia al producto cuyas características deben de estar de acuerdo con -- ciertas normas.

La segunda tiene una concepción más amplia, pues se considera a la calidad como el resultado final del trabajo, de los procesos productivos, del personal obrero y ejecutivo, de la planeación etc.; lo cual implica que control de costos, productividad y calidad forman parte de un mismo todo. Por eso se habla - de calidad total, lo cual resulta una afirmación lógica.

Conforme a Deming, la calidad debe construirse en cada fase - del proceso desde la recepción de los insumos y refacciones - - hasta el comportamiento del producto en manos del cliente.

La gerencia superior es la responsable del mejoramiento sin -- término de calidad y debe comprender la relación entre la calidad y productividad y los beneficios que produce el mejoramiento de la calidad .

Es común, que la calidad se plantee como una disyuntiva con relación al precio, "lo que quiere bueno y barato" , suele decirse. A su vez se aduce , por contra, que al elevar la calidad - se disminuyen las utilidades.

En Calidad Total no existen tales encrucijadas, ya que la - -- calidad lleva inevitablemente a mayor productividad; más aún, - plantearla como disyuntiva refleja una visión a corto plazo, que se orienta a una obtención rápida de utilidades, a cambio de - sacrificar un futuro más sólido.

El punto central es comprender que la productividad va de la mano con la calidad, siempre y cuando veamos ésta conforme a - la definición amplia que se estableció anteriormente. en síntesis la Calidad Total exige la eficiencia del conjunto al responsabilizar a cada área de la calidad, se busca hacer bien las -- cosas a la primera y única vez. Evitar el retrabajo es reducir los costos de la calidad. El concepto obsoleto de rechazar los productos defectuosos al final de la línea de producción, representa gastos enormes que pueden ser evitados, si en cada fase - del proceso existe un verdadero compromiso para asegurar la - - calidad para la siguiente etapa.

VI. 3.- Beneficios de Mejorar la Calidad

La intensificación de la calidad para aumentar la producción se traduce en los siguientes beneficios:

- 1.- Aumenta la productividad
- 2.- Mejora la calidad
- 3.- Se reduce el costo por unidad bien hecha
- 4.- Pueden rebajarse los precios
- 5.- Aumenta la moral de los empleados

La presión solo en el aspecto productivo llevará el sacrificio de la calidad y puede hasta disminuir el rendimiento. El mejoramiento de la calidad depende en gran parte de la habilidad de la administración para crear la atmósfera que demuestre su dedicación a comprender su importancia y en aceptar su responsabilidad por mejorarla. El "medio ambiente de la calidad" fomenta el trabajo en grupo, la comunicación, la solución en común de los problemas, la confianza, la seguridad, el orgullo en la labor ejecutada y un mejoramiento interminable.

En los "catorce principios básicos" el Dr. W. Edwards Deming - hizo operativa su teoría de la administración por la calidad. La comprensión y aceptación del tema conduce a una dedicación por parte de la gerencia y proporciona un marco de acción. Una breve revisión de estos puntos podrá darnos una base teórica - de la planificación para la calidad.

Aunque cada punto se presenta por separado y puede crear mejoramiento por sí mismo, la puesta en práctica de todos los puntos al mismo tiempo dará por resultado un mejoramiento de la calidad en una forma sin fin. A continuación se mencionan los catorce principios básicos.

- 1.- Crear un constante propósito hacia el mejoramiento del producto y del servicio, con el objetivo de hacerse competitivo, permanecer en los negocios y proporcionar --- oportunidades de trabajo.
- 2.- Adoptar la nueva filosofía. Estamos en una nueva era -- económica. La administración debe respetar el reto, --- asumir sus responsabilidades y tomar un liderazgo como cambio.
- 3.- Cesar la dependencia de la inspección para alcanzar la calidad. Eliminar la necesidad de la inspección, imponiendo en primer lugar la calidad de los productos.
- 4.- Terminar la práctica de otorgar los negocios basándose solo en la etiqueta del precio marcado. en lugar de - - ello, reducir al mínimo el costo total. Tener un solo -

proveedor para cada región individual, basándose en una relación de lealtad y confianza a largo plazo.

- 5.- Mejorar constantemente y para siempre el sistema de producción y servicios, para subir la calidad y la productividad, disminuyendo así los costos en forma constante.
- 6.- Establecer el entrenamiento en el trabajo.
- 7.- Establecer un liderazgo, El propósito de esto debe de ayudar a las personas, máquinas y artefactos a ejecutar un trabajo mejor. El liderazgo de la gerencia necesita una revisión mayor, así como de los empleados de la producción.
- 8.- Eliminar los temores, de modo que todos puedan trabajar eficientemente para la compañía.
- 9.- Echar abajo las barreras entre departamentos. El personal de investigaciones, diseño, ventas y producción debe de trabajar como un grupo para predecir los problemas de la producción y en el uso que puedan encontrarse con el producto o servicio.
- 10.- Eliminar las consignas, exhortaciones y objetivos para la fuerza de trabajo, pidiéndole "cero defectos y nuevos niveles de productividad.
- 11a.- Eliminar las normas de trabajo (cuotas) en el piso de la fábrica. Sustituir por el liderazgo .
- 11b.- Eliminar la administración por objetivos. Eliminar la administración por números o metas numéricas. Sustituir por el liderazgo.
- 12a.- Romper las barreras que roban al obrero por horas - su derecho a sentirse orgulloso del trabajo realizado. La responsabilidad de los supervisores debe cambiar , de pensar solamente en números a pensar en la calidad.
- 12b.- Romper las barreras que roban al personal administrativo y técnico su derecho a sentirse orgulloso del trabajo realizado. Ello significa "entre otras cosas", abolir la calificación anual o calificación por méritos y la administración por objetivos, la administración por números.
- 13.- Establecer un programa vigoroso de educación y mejoramiento de sí mismo.
- 14.- Poner a todo mundo en la compañía a trabajar en el logro de esta transformación. La transformación es labor de todos.

La teoría de Deming de la administración por la calidad incluye el uso de herramientas estadísticas y técnicas de controlamiento.

VI. 4.- Métodos de Control de Calidad y sus Herramientas Básicas

La calidad requiere control, y a su vez, éste hace necesario un método universalmente aceptado, que permita diagnosticar-- en forma ordenada aquello que deseamos resolver o mejorar.

El ciclo Deming puede ayudar a disminuir la diferencia entre las necesidades del cliente y el rendimiento del procedimiento. En un derivado del método científico orientado a los procedimientos. Se llamó originalmente "ciclo de Shewart" en honor a su fundador, W. A. Shewart. En 1950, los japoneses le cambiaron el nombre a "ciclo Deming".

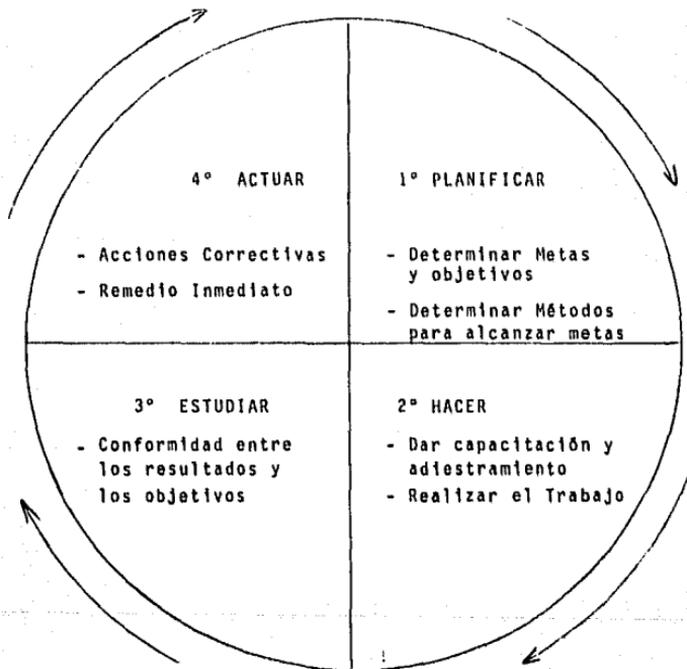
El ciclo Deming se compone de cuatro etapas básicas: "Planificar", "hacer", "estudiar" y "actuar". Por ello a veces se llama ciclo PHEA (Planificar-Hacer- Estudiar-Actuar). Se desarrolla un plan (planificar); dicho plan se prueba en -- pequeña escala o en forma de ensayo (hacer); se estudian los efectos del plan (estudiar), y luego se toman las acciones correctivas apropiadas (actuar). Estas acciones correctivas pueden conducir a un plan nuevo o modificado, de modo que el ciclo PHEA es una continúa serie ascendente de mejoramiento sin término.

Estos cuatro pasos constituyen los aspectos fundamentales de un concepto de control definido como un sistema organizado -- para verificar si el trabajo (proceso), ha sido hecho de conformidad con lo planeado e instrucciones señaladas y eliminando las desviaciones mediante acciones correctivas. Si este ciclo no concluye, significará que no existe control.

Dicho método o procedimiento debe revisarse y tenerse siempre presente para verificar que se está utilizando.

El círculo de control Deming se describe de la forma siguiente:

Círculo de Control de Deming



VI.4.- Círculos de Control Total de Calidad

Los Círculos de Control Total de Calidad tuvieron su origen en Japón por el año de 1962 a iniciativa del Dr. Kaoru Ishikawa y un grupo de ingenieros de la sociedad científica denominada JUSE (Japanese Union of Scientifics and Enginners)- fundada en 1949, los cuales publicaron su primera revista denominada "Gueмба to Q. C.", en donde promueven las primeras ideas e iniciativas sobre la formación de grupos de trabajo cuya característica principal enfatiza que sean de la misma área de trabajo, denominando a dichos grupos Círculos de Control de Calidad.

VI.4.2.- Principios de los Círculos de Control de Calidad

El Círculo de Control de Calidad es un grupo pequeño de personas (4 a 8 máximo) que pertenecen a una misma área de trabajo, que voluntariamente desarrollan actividades de control de calidad con la finalidad de estudiar y resolver problemas de diferentes tipos, por ejemplo: mejorar la Calidad del Servicio; de la Eficiencia; de la Seguridad; del Mantenimiento; Mejoras en la Productividad, etcétera, apoyándose en técnicas de control de calidad. Lo anterior debe realizarse de un modo espontáneo e independiente, teniendo en cuenta las ideas básicas subyacentes en las actividades de los Círculos de Control de Calidad.

- 1.- Contribuir al mejoramiento y desarrollo de la empresa.
- 2.- Respetar a la humanidad y crear un lugar de trabajo amable y limpio donde valga la pena estar.
- 3.- Ejercer las capacidades humanas plenamente y con el tiempo aprovechar capacidades infinitas.

Teniendo en cuenta las ideas básicas en las actividades de los círculos de calidad, se buscarán las siguientes posibilidades.

- 1.- Mejorar las habilidades de liderazgo y administrativas de supervisores y jefes, así como promover el mejoramiento y el autodesarrollo.
- 2.- Incrementar la moral de los trabajadores hacia el fin de crear un ambiente en el que cada uno esté más consciente de la calidad y la necesidad de mejorar su comportamiento y servicio.

- 3.- Funcionar como núcleos efectivos que provean a directores y gerentes de los elementos que les permiten tomar decisiones de política de empresa y de esta forma ir alcanzando, cada vez más el aseguramiento de la calidad.

En el trabajo en equipo y en la rotación de puestos se adquieren conocimientos relacionados con los problemas y retos que tiene que enfrentar la empresa a nivel integral. Algo que reviste suma importancia en la calidad, ya que se trata de una responsabilidad compartida y no se limita a altos ejecutivos.

La ventaja de estos círculos de control de calidad, es que permiten cortar de raíz algunos problemas secundarios y analizar cuidadosamente los más delicados. A menudo las soluciones llegan como resultado de la coordinación de varias mentes que trabajan en forma simultánea, evitando que se sientan como un mero instrumento que ejecuta las decisiones de la gerencia.

VI.4.3.- Las Herramientas Básicas

Existen siete herramientas que son la base del Control Total de Calidad. Su uso permite desarrollar un proceso deductivo que va de lo general a lo particular. Por otra parte, constituyen una serie de observaciones de un solo problema, lo cual crea una visión más completa del mismo. Este hecho es muy importante, porque la simple existencia de algunos datos no garantiza que representen con veracidad una situación específica. Es preciso procesarlos, para confirmar su utilidad o la necesidad de mayor información. Por esto resulta muy importante mencionar que el Dr. Ishikawa considera que utilizando estas herramientas es factible resolver el 95% de los problemas de calidad y productividad.

Las siete Herramientas Básicas del Control Total de Calidad son:

- 1.- Diagrama de Pareto.
- 2.- Histogramas.
- 3.- Diagrama Causa - Efecto.
- 4.- Diagrama de Dispersión.

5.- Estratificación.

6.- Gráficas en General y Gráficas de Control.

7.- Hojas de Verificación - Diagramas de Flujo.

1.- Diagramas de Pareto.

El diagrama de Pareto separa los problemas de procedimientos-- o procesos que son "unos cuantos significativos" de aquellos otros que constituyen "muchos triviales". De aquí que el diagrama de Pareto puede emplearse para establecer prioridades respecto de los problemas de procesos o productos. (Ver Figura 10).

2.- Histograma.

El histograma constituye una representación gráfica de la frecuencia de distribución de una característica mensurable de un proceso o producto (Ver Figura 11).

3.- Diagrama de Causa -Efecto.

El grupo tiene una sesión de "ideas u opiniones súbitas" -- ("tormentas de ideas") para reunir grandes cantidades de entrada creativa sobre un problema del proceso o producto. --- El diagrama de causa y efecto, también conocido como el diagrama de espinazo o diagrama de Ishikawa, puede utilizarse para organizar las causas de un problema del proceso o producto en un formato lógico. Más aún, los diagramas de causa y efecto son útiles para la identificación de la causa básica de un problema. (Ver Figura 12).

4.- Diagrama de Dispersión.

El diagrama de dispersión representa gráficamente la fuerza y la dirección de las relaciones entre dos características del proceso o producto. (Ver Figura 13).

5.- Estratificación.

La estratificación divide, sistemáticamente, un conjunto de -- datos sobre las características de un proceso o producto en -- subgrupos más pequeños, de modo que sea posible determinar la causa básica de los problemas del proceso o del producto. (Ver Figura 14).

6.- Gráficas en General y Gráficas de Control.

Por lo general estos diagramas representan en una secuencia de tiempo una característica de calidad (Ver Figura 15).

Puede utilizarse para distinguir las causas especiales de variación de aquellas otras inherentes al sistema. Por consiguiente, una gráfica de control puede ayudar a la administración a decidir cómo resolver una causa especial de variación, o mejora del sistema para eliminar una causa de variación inherente al mismo. (Ver Figura 16)

7.- Hojas de Verificación - Diagramas de Flujo.

La hoja de verificación se utiliza para reunir datos sobre un producto o proceso en forma organizada de modo que aquellos puedan analizarse con una herramienta estadística. (Ver Figura 17)

El diagrama de flujo es un resumen gráfico del flujo de varias operaciones de un proceso o procedimiento. (Ver Figura 18). Un diagrama integrado muestra qué unidad (es) organizacional (es) es (son) la (s) responsable (s) de cada paso del proceso. (Ver Figura 19).

Figura 10

Ejemplo de un Diagrama de Pareto:

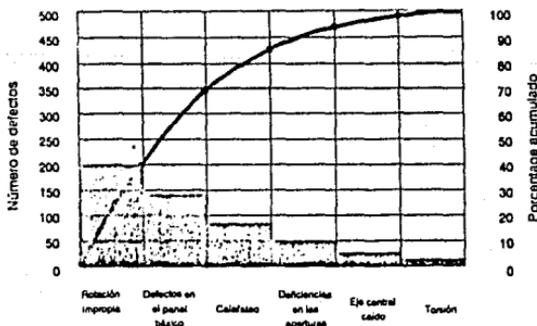


Figura 11
Ejemplo de un Histograma:

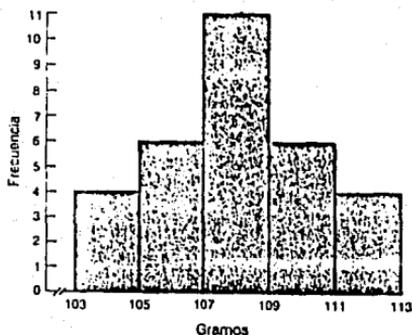


Figura 12
Ejemplo de un Diagrama Causa y Efecto:

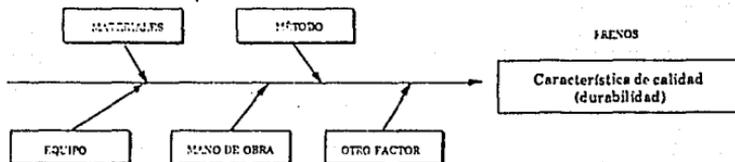


Figura 13
Ejemplo de un Diagrama de Dispersión:

La altura contra el peso de 10 adules

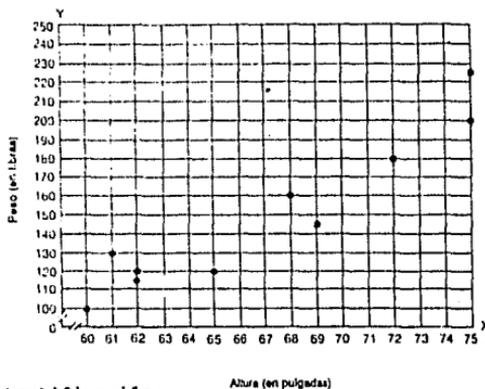


Figura 14
Ejemplo de Estratificación:

Altura (en pulgadas)

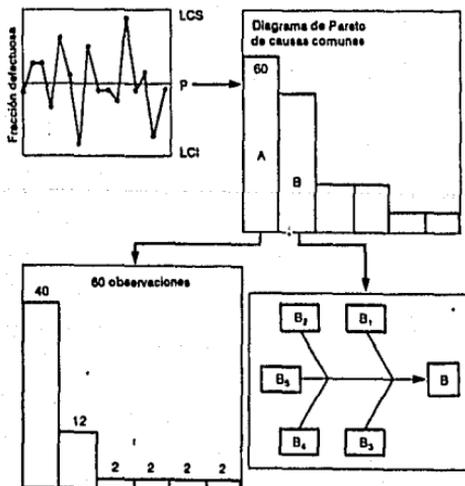


Figura 15
Ejemplo de una Gráfica de Operaciones:

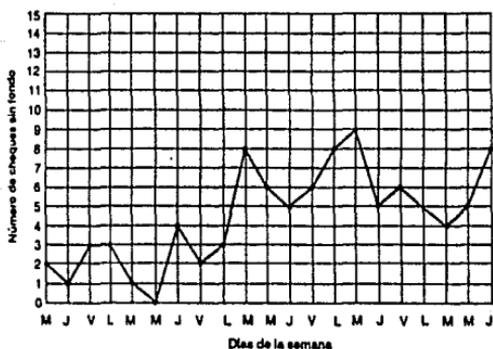


Figura 16
Ejemplo de Gráficas de Control:

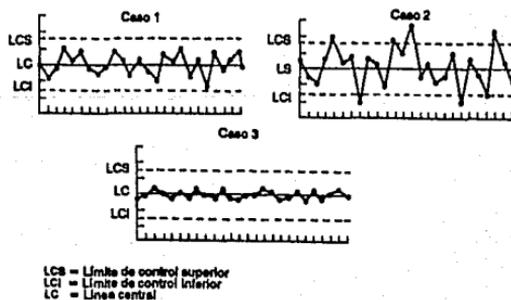


Figura 17
Ejemplo de Hojas de Comprobación:

Un dibujo		Variables	
		Item _____	Operador _____
		Fecha _____	Planta _____
		Propósito _____	
		Datos	
		_____	_____
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		
_____	_____		
n = _____	Valor mayor _____	Valor menor _____	

Figura 18
Ejemplo de un Diagrama de Flujo:

Estudio de la calidad del diseño

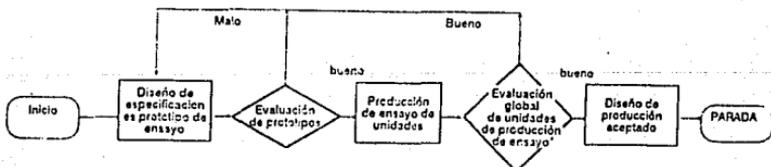
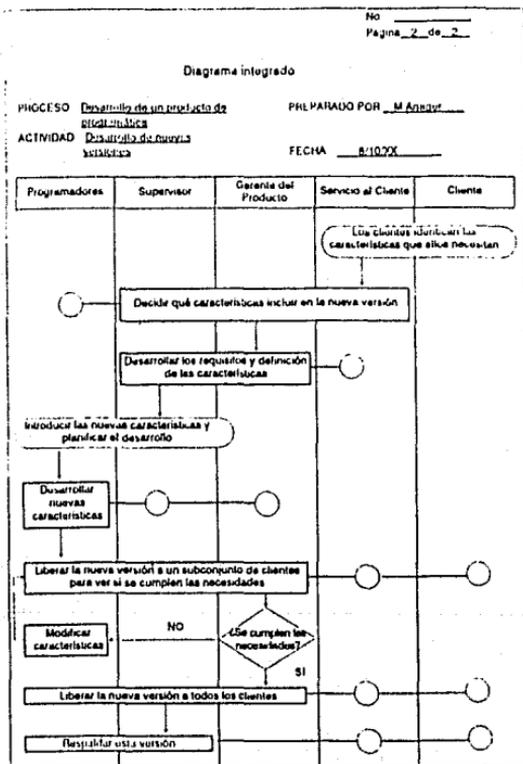


Figura 19
Ejemplo de un Diagrama Integrado:



VI. 5.- Control Total de Calidad en Cementos Veracruz.

Cuando en 1988, se estableció entre los objetivos de Cementos Veracruz el de "mejorar y asegurar la calidad del cemento", se planteó la inexistencia de un sistema integral de calidad como uno de los principales problemas a resolver.

La verdad es que, hasta ese momento, la preocupación por cumplir con las especificaciones químicas y físicas del cemento había sido mínima. De hecho más que un control de calidad, lo que en realidad se tenía era un simple registro de ella. Es decir, en lugar de asumir una posición activa mediante la cual se pudiera planear y diseñar la calidad, la actitud era pasiva, conformándose con anotar las variaciones.

Así, conforme a dicho objetivo se inició un período de búsqueda hacia el diseño de lo que hasta el momento se denominaba Grupo Integral de Calidad. Sin embargo no se tenía una idea clara de lo que se buscaba, aunque algunos de los empleados, por algún interés particular tenían información al respecto o habían establecido trato con personas familiarizadas con sistemas similares. Se decidió, por lo tanto, profundizar en el tema de manera sistemática: platicando con asesores especializados en el tema; asistiendo a seminarios; leyendo bibliografía especializada; y visitando o teniendo contacto con empresas que, según se sabía, habían considerado la calidad como una de sus metas fundamentales.

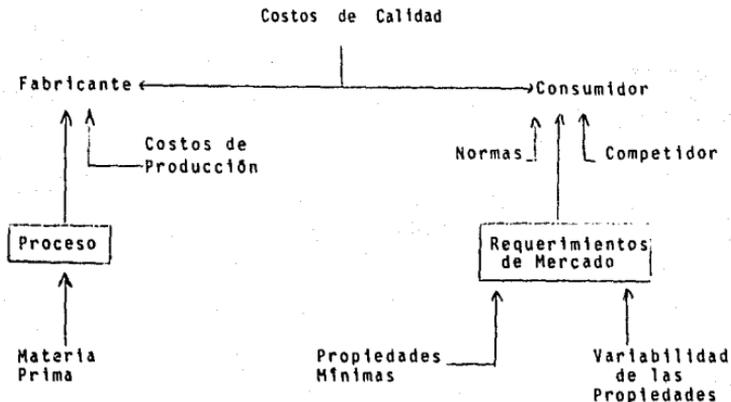
Al analizar y comprender la información, el grupo gerencial se convenció de que la estrategia debería ir más allá del simple diseño y establecimiento de un sistema de calidad orientado a resolver cuestiones ligadas con la fabricación de cemento.

Como una primera fase de control de Calidad Total la empresa emprendió la difusión del tema a nivel gerencial para empezar a crear conciencia y buscar un cambio de modo en el pensar. Al mismo tiempo, en cada uno de los diferentes departamentos se emprendieron acciones para lograr un mejor funcionamiento de los mismos. Se planteaban los problemas que enfrentaba el proceso y se buscaba en conjunto una posible solución al mismo.

Con los problemas y posibles soluciones, la empresa inició -- diversas campañas, tales como: abatir el alto consumo de -- electricidad mediante la tarifa horaria, llevando un mejor control en los mantenimientos preventivos y correctivos en -- aspectos mecánicos y eléctricos, entre otros lográndose aspectos muy positivos que hacen pensar en la factibilidad de los programas de control total de calidad en todas las áreas de Cementos Veracruz.

VI. 5.1.- Garantía de la Calidad del Cemento

Dos son las partes que influyen en los requerimientos de calidad para el cemento: el fabricante y el consumidor (Cliente)



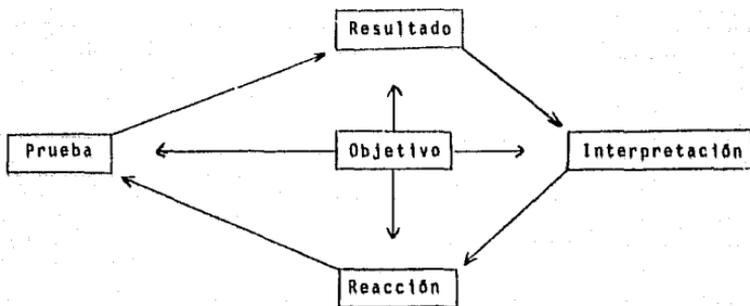
La garantía de calidad tiene que asegurar la correcta calidad y un costo mínimo de fabricación (Relación Calidad/Costo). Tanto la producción como el Control Total de la Calidad son parte de un programa integral de garantía de calidad, que comienza con las materias primas, continúa a través de todo el proceso y finaliza con la entrega al cliente.

Objetivos.- Para Producir la Calidad Requerida:

- A Bajo Costo
- Con Bajo Consumo de Energía
- Con el Menor Uso y Desgaste del Equipo
- A través de una Operación Uniforme de Planta

Procedimientos:

- 1.- Estableciendo metas bien definidas
- 2.- El control está definido por una secuencia de actividades en círculo cerrado, teniendo siempre presentes los objetivos.



- 3.- Para la realización del control se estableció un programa de control.

Diseño del Concepto Control

Pregunta	Explicación
¿ Qué debe examinarse ?	Por ejemplo: Materias primas, correctivos, harina cruda, clinker y cemento.
¿ Por qué ?	Propósito del examen: Por ejemplo: Explotación Controlada de Cantera, Control de Apilación, Dosificación de Alimentación a Molino, etc.
¿ Qué información se requiere ?	Por ejemplo: Composición Química de uno o más componentes, Cantidad de Material, Promedio, Variación.
¿ Cuándo debe estar disponible la información ?	A tiempo, para permitir corregir, tiempo límite, historial.
¿ Dónde debe tomarse y analizarse la muestra ?	Por ejemplo: Cantera, Producto de Molino de Crudo, Alimentación del Horno, etc.

Para el control de la calidad del Cemento Portland se cuenta con un laboratorio físico-químico, que dispone de modernos equipos que permiten un control rápido y eficaz de la producción.

La producción de Cementos Veracruz ha cumplido con los requisitos exigidos por la Norma Oficial Mexicana. En los Estados Unidos de América la compañía ha sido aceptada como miembro de la American Standard Testing Materials (ASTM) y del American Petroleum Institute (API).

Técnica de Prueba:

Muestreo

- Las pruebas deben ser representativas de un lote de material.
- El mejor método analítico produce resultados inútiles si las muestras no son representativas. Las muestras deben ser típicas del punto de extracción en cuestión.
- Se debe establecer el tamaño de muestra de acuerdo con la granulometría y la variabilidad del material.

Análisis Químico

Esencialmente, se aplican los mismos métodos de análisis químico y mineralógico para todas las materias primas, así como el clinker y cemento. Los criterios básicos de selección para un método en particular, son el tiempo que se requiere para obtener los resultados y la exactitud del método.

Pruebas Físicas

A fin de determinar la calidad del cemento, se necesitan realizar pruebas físicas, tales como fraguado falso, densidad, finura, resistencia, relación agua/cemento, expansión, tiempo de fraguado. Además de los análisis químicos, se llevan a cabo pruebas con polvo de cemento, pasta de cemento, mortero y hormigón.

La garantía de Calidad tiene que asegurar la correcta calidad y un costo mínimo de fabricación. Tanto la producción como el Control Total de Calidad son partes de un programa integral de garantía de calidad que comienza con las materias primas, continúa a través de todo el proceso y finaliza con la utilización del cemento.

VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VII.1.- Conclusiones

La industria del cemento representa un mercado importante para profesionistas de las ciencias de la tierra y de otras áreas, ya que resulta económicamente justificable un estudio detallado de las materias primas a utilizar, así como el estudio de otras posibles alternativas que puedan bajar los costos de operación y producción.

Una vez concluidos los trabajos de perforación y análisis químicos, se logró integrar la información para la elaboración del modelo geológico estructural, el cual arroja conclusiones interesantes para ser aplicadas en la explotación y en todo el proceso de fabricación de cemento Portland, para así lograr un producto de alta calidad. Considerando a la calidad como el resultado final del trabajo, de los procesos productivos, del personal, de la planeación, etc., lo cual implica que control de costos productividad y calidad forman parte de un mismo todo. Por eso se habla de calidad total.

- 1.- Existen tres formaciones calcáreas, Formación Tamaulipas Superior, Formación Maltrata y Formación Necoxtla, las que van de mayor a menor de calidad en lo que a carbonatos se refiere.
- 2.- Los trabajos actuales de explotación se encuentran localizados en el flanco oriental de un anticlinal que corre NW-SE buzando ligeramente al SE. En los últimos seis años el mayor desarrollo de la cantera se hizo al oriente por consecuencia, este flanco se ha consumido y es el que emplazaba la formación calcárea de mejor calidad.
- 3.- Las rocas más ricas en carbonatos cálcicos que se lograron perforar en la exploración, se encuentran localizados en un anticlinal que forman las calizas de la Formación Tamaulipas Superior, al SE de la actual cantera.
- 4.- Las arcillas que forman el encape de la actual zona de explotación ofrecen reservas como máximo para diez meses con el consumo actual de 320, 000 Ton./año, caso concreto el de barro rojo.
- 5.- Debido a las condiciones de la naturaleza química de las materias primas en explotación, el travertino se consume rápidamente, por lo que las reservas existentes se terminarán en los primeros meses de 1992.

- 6.- Dadas las condiciones geológicas, se hace necesario -- cambiar la dirección de la explotación, dejando un -- último banco paralelo de 15 Mts. a partir del contacto de la Formación Tamaulipas Superior y la Formación de Necoxtla.
- 7.- A partir de este último banco en el nivel 1200 se deberán trazar todas las obras complementarias de la explotación de acuerdo al diseño de talud final.
- 8.- Aun cuando la formación calcárea no pueda extraerse en su totalidad, podrá continuarse el descapote de arcilla del banco 1200, como materia prima necesaria en el proceso de fabricación de cemento.
- 9.- Debido a la problemática de falta de caliza por el -- direccionamiento de la cantera, se hace necesario incrementar los trabajos de limpieza y preparación de la parte sur de la cantera.
- 10.- Introducir la calidad total significa una modificación profunda y permanente de los conceptos administrativos de cualquier empresa.
- 11.- El control total de calidad es un concepto administrativo que busca de manera sistemática con la participación organizada de todos los miembros de una empresa, elevar consistente e integralmente su calidad, previniendo el error y haciendo de la mejora constante un hábito.
- 12.- La calidad del producto final es la resultante de todas las actividades que se desarrollan en la empresa, lo cual también abarca a su personal.
- 13.- La calidad requiere un sistema que la asegure y una -- organización que la administre.
- 14.- El Dr. Kaoru Ishikawa considera que mediante el uso de las siete herramientas básicas del control total de -- calidad pueden resolverse el 95% de los problemas de -- calidad y productividad.

VII.2.- Recomendaciones

Dadas las circunstancias de la empresa es prioritario explorar otras áreas de la región, que presenten mayor potencial -- en cuanto a reservas de materias primas se refiere, por lo -- que geológicamente se recomiendan las siguientes áreas de -- mayor a menor importancia.

Áreas de interés para calizas:

- 1.- Noreste del Cerro Cuautlapan, al sureste del poblado de Buenavista.
- 2.- Cerro de Escamela.
- 3.- Cerro de Tepeyalpan, al sureste de Ixtaczoquitlán.
- 4.- Cerro de Barrientos

En cuanto al barro rojo, se recomienda seguir la prospección-- en todo el Valle de Orizaba y el Valle de Cuautlapan. Para localizar travertino se recomienda explorar las márgenes-- del Río Tendido y la parte baja del Cerro de Escamela.

El suministro de caliza representa uno de los puntos a los --- que se les debe prestar especial atención para evitar frenar - la producción de cemento, por lo que se recomienda:

- 1.- Continuar la explotación en la actual cantera únicamente en un banco de 15 Mts. de ancho y al ir descendiendo este banco, dejar bermas para posteriormente iniciar -- una reforestación.
- 2.- En los barrenos X-1 y Z-1 al SE de la actual cantera se detectaron formaciones calcáreas favorables, por lo que se recomienda girar la explotación hacia esa zona, la - cual proporcionaría reservas para 6 años más, mientras-- se localiza un nuevo yacimiento calcáreo.
- 3.- Dada la estructura geológica en la zona recomendada, se sugiere orientar los bancos con un azimut de 40 a 60 -- grados.
- 4.- El camino de acceso a la parte superior de la cantera - se verá afectado con estos trabajos por lo que se recomienda explotar únicamente y en principio el camino hacia arriba, es decir, se toma como piso o patio de explotación el camino, en caso de que no sea suficiente, - el camino se recorrerá hacia el oriente para posteriormente bajar bancos en su sitio y de esta forma mantener este acceso tan importante.

Por lo que respecta al Control Total de la Calidad, se hacen-- las siguientes recomendaciones que se deben de tener presente-- siempre:

- 1.- Replantar continuamente el concepto de Control Total de - Calidad a fin de evitar la monotonía.
- 2.- Se recomienda buscar mejores tecnologías que contribuyan - al mejoramiento del producto. El personal también requiere de capacitación y motivación constante en todos los -- aspectos para que el círculo de la calidad quede plenamente integrado.

- ANCLE TOMASINI, ALFREDO.- PLANEACION ESTRATEGICA Y CONTROL TOTAL DE CALIDAD. México. Editorial Grijaibo. 1979.
- BONET F.- ESTUDIO ESTRATIGRAFICO DEL MEZOZOICO DE LA ZONA--- DE CORDOBA, VERACRUZ, México. Informe Técnico Especial para Cementos Veracruz, S.A., 1971
- BORG DAVID.- M/S DELAY BLASTING SYSTEMS. Estados Unidos RP. Crushed Stone (pp. 36, 39). 1984.
- BUCHER H.- INTRODUCCION A LA TECNOLOGIA DE MATERIALES. - -- Suiza. Holderbank Administración y Asesoría, S.A. Centro Técnico, Departamento de Tecnología de Materiales. 1989.
- BURCHARD C.E.- SUITABILITY OF THE LIMESTONE DEPOSIT "CERRO-CUAUTLAPAN" OF CEMENTOS VERACRUZ. VERACRUZ. México Reporte Interno de Cementos Veracruz. 1973.
- HOWARD S. GITLOW.- PLANIFICANDO PARA LA CALIDAD, LA PRODUCTIVIDAD Y UNA POSICION COMPETITIVA. México. Ventura Ediciones, S.A. de C.V. 1990
- HECKENDORN W.- PRELIMINARY FIELD INVESTIGATION ON NATURAL -- PUZZOLAN. Veracruz. México. Reporte Interno MA --- 84/3110/E de Cementos Veracruz. 1984.
- ISHIKAWA KAORU.- ¿QUE ES EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD ?. ---- La Modalidad Japonesa. México. Editorial Norma. 1991.
- LANGEFORE U. AND KIHLSSTRÖM B.- VOLADURA DE ROCAS. España. - Editorial URM0, S.A. 1976.
- LOCKYER K.G.- CONTROL DE LA PRODUCCION. México. Editorial-- Técnica, S.A., 1967.
- LOPEZ RAMOS E.- GEOLOGIA DE MEXICO. Tomos 2 y 3. México.---- Tercera Edición. Editorial Escolar. 1983.
- MARTINEZ R. EDUARDO.- ESTUDIO ESTRATIGRAFICO DE LAS ROCAS . MEZOZOICAS DEL AREA DE TEZONAPA. VERACRUZ. México. Proyecto C-1096. Instituto Mexicano del Petróleo.. 1980.
- MITCHELL F. DEUTSCH.- JAPON DESCIFRANDO EL ENIGMA ECONOMICO. México. Primera Edición Editorial Selector. 1989.-

- PALAVICINI SPONDA J.- EL ABC DE LA ADMINISTRACION DE LOS --
RECURSOS HUMANOS. Calidad total y productividad. -
Morelos. México. CENCADE. 1990.
- PETTIJOHN F.J.- SEDIMENTARY ROCKS.- New York. Editorial---
Harper and Brothers. 1949.
- PORTER D.D.- VOLADURAS A CIELO ABIERTO. Trabajo Presentado-
a la Sociedad Mexicana de Mecánica de Rocas A.C. -
1976.
- RUKAVINA MITCHELL.- NEW IDEA BOOSTS FRAGMENTATION Estados-
Unidos. Revista Mensual de Rock Products. (pp.66,
- 68). 1988.
- SALINAS S.- CARACTERISTICAS ESTRATIGRAFICAS DE LA REGION LA-
PERLA-ORIZABA-TEQUILA. VERACRUZ. México. Boletín
de la Asociación de Geólogos Petroleros (pp. 145 a
147). 1960.
- SAMSO E.- PIEDRAS Y GRANITOS. España. Editorial Aparejador
1965.
- VAZQUEZ PEREZ J.A.- ESTUDIO GEOLOGICO DE DETALLE ESTRATIGRA-
FICO DEL AREA DE ZONGOLICA.- Veracruz, México.- --
Tesis Profesional ESIA. 1973.
- WAGNER ADOLF.- WORKING METHODS IN QUARRIES AND PITS. Suiza--
Holderbank. Administración y Asesoría, S.A. Centro
Técnico. 1988.
- WALTON MARY.- ¿ COMO ADMINISTRAR CON EL METODO DEMING ?
colombia. Editorial Norma. 1988