

Universidad Nacional de Ingeniería

**PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA
QUIMICA Y MANUFACTURERA**



**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION
DE UNA PLANTA DE CEMENTO BLANCO
EN LA SIERRA CENTRAL**

T E S I S

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUIMICO**

**VICTOR HUGO CISNEROS MORI
DIONISIO ADOLFO MARCELO ASTOCONDOR**

PROMOCION 1974 - 1

LIMA - PERU - 1977

A NUESTROS PADRES
COMO RECONOCIMIENTO
Y GRATITUD A TODOS
SUS SACRIFICIOS.

I N D I C E

PAG.

RESUMEN

CONCLUSIONES

CAPITULO I: GENERALIDADES SOBRE EL PRODUCTO

1.1	DEFINICION DEL PRODUCTO	1
1.1.1	CARACTERISTICAS GENERALES	1
1.1.2	ESPECIFICACIONES DE CALIDAD	6
1.2	ANTECEDENTES HISTORICOS	6
1.2.1	EN EL MUNDO	6
1.2.2	EN EL PAIS	7

CAPITULO II : FUNDAMENTOS PARA LA ELABORACION DEL PRODUCTO

2.1	SELECCION DE LAS MATERIAS PRIMAS	10
2.1.1	CARACTERISTICAS QUIMICAS	10
2.1.2	CARACTERISTICAS FISICAS E INFLUENCIA DEL COLOR	12
2.1.3	UBICACION Y RESERVAS DE LAS MATERIAS PRIMAS	13
2.2	BALANCE DE MATERIALES	17
2.2.1	DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS PARA LA OBTENCION DE HARINA CRUDA	18

	<u>PAG.</u>	
2.2.2	DOSIFICACION DE CLINKER Y YESO PARA LA ELABORACION DEL CEMENTO	19
2.2.3	BALANCE GLOBAL DE MATERIA	19
2.3	CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO OBTENIDO	20
 CAPITULO III : ESTUDIO DE MERCADO		
3.1	EL MERCADO PERUANO	23
3.1.1	ESTUDIO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA EN EL PERU	23
3.1.2	PRONOSTICO DE LA DEMANDA EN EL PERU	26
3.1.3	CONCLUSIONES SOBRE EL MERCADO PERUANO	27
3.2	EL MERCADO DEL GRUPO SUB-REGIONAL AN- DINO (GRAN)	29
3.2.1	ESTUDIO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA EN EL GRUPO ANDINO	29
3.2.2	PRONOSTICO DE DEMANDAS EN EL GRUPO AN DINO	31
3.2.3	CONCLUSIONES SOBRE EL MERCADO ANDINO	33
3.3	COMERCIALIZACION EN EL PAIS Y GRUPO - ANDINO	34
3.3.1	PRECIOS DEL PRODUCTO	34
3.3.2	SISTEMAS DE DISTRIBUCION	38
 CAPITULO IV : TAMAÑO Y LOCALIZACION DE PLANTA		
4.1	TAMAÑO	47
4.1.1	TAMAÑO MINIMO ESTABLECIDO	47

		<u>PAG.</u>
4.1.2	RELACION TAMAÑO - MERCADO	49
4.1.3	RELACION TAMAÑO - DISPONIBILIDAD DE RECURSOS	50
4.1.4	RELACION TAMAÑO - TECNICA E INVERSION	51
4.2	DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA PLANTA	52
4.3	LOCALIZACION	52
4.3.1	DISPONIBILIDAD DE RECURSOS	53
4.3.2	UBICACION DE LAS CANTERAS	55
4.3.3	VIAS DE COMUNICACION Y TRANSPORTES DIS PONIBLES	55
4.3.4	INCENTIVOS POLITICO - ECONOMICOS	57
4.4	LOCALIZACION RECOMENDADA	60
 CAPITULO V : TECNOLOGIA DE FABRICACION		
5.1	SELECCION DEL PROCESO	62
5.1.1	CONSIDERACIONES TECNICAS	62
5.1.2	CONSIDERACIONES ECONOMICAS	63
5.1.3	SELECCION FINAL	63
5.2	ETAPAS DEL PROCESO	64
5.2.1	EXPLOTACION DE CANTERAS	64
5.2.2	TRITURACION	66
5.2.3	PRE-HOMOGENIZACION Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS	66
5.2.4	SECADO	67
5.2.5	MOLIENDA DE CRUDO	72
5.2.6	HOMOGENIZACION	77

	<u>PAG.</u>	
5.2.7	PELETIZADO	80
5.2.8	CALCINACION	81
5.2.9	MOLIENDA DE CEMENTO	89
5.2.10	EMBOLSADURA Y DESPACHO	90
 CAPITULO VI : INVERSION		
6.1	INVERSION FIJA DIRECTA	92
6.2	INVERSION FIJA INDIRECTA	99
6.3	CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO	101
 CAPITULO VII : COSTOS DE PRODUCCION		
7.1	DETERMINACION DE LOS COSTOS DE PRODUCCION UNITARIO	103
7.2	COSTO TOTAL DE PRODUCCION	113
7.3	DETERMINACION DEL PUNTO DE EQUILIBRIO	114
7.4	DETERMINACION DE UTILIDADES	117
 CAPITULO VIII : ANALISIS ECONOMICO		
8.1	DETERMINACION DEL TIEMPO DE RECUPERACION	119
8.2	ANALISIS DE LA RENTABILIDAD	119
 ANEXOS		
1.-	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE COCCION	
2.-	EJEMPLO DE BALANCE DE MATERIA	
3.-	PRONOSTICO DE DEMANDA	
4.-	ORGANIZACION	

5.- ANALISIS TERMICO EN EL HORNO ROTATORIO

6.- NORMAS ITINTEC, ASTM Y UNE .

R E S U M E N

Estudios geológicos y de investigación en la zona de la Sierra Central, específicamente en el caserío de Condorcocha, distrito La Unión, provincia de Tarma, Dpto. de Junín, muestran la existencia de importantes reservas de piedra Caliza, Arcilla y Yeso con propiedades específicas que demuestran, características para emplearse en la manufactura de un tipo de cemento blanco, que cumpla con las normas de calidad ITINTEC y ASTM-I. Estas reservas se encuentran dispuestas en un radio de 3 Km. y la zona geográfica esta a 3860 metros sobre el nivel del mar, no ofreciendo mayores obstáculos naturales. Además, se cuenta con un tramo de carretera afirmada que conecta con la vía Oroya-Tarma, y el próximo tendido de rieles de ferrocarril (12 Kms.) de un Proyecto en implementación de ENAFER-PERU, para la conexión con el ferrocarril central.

El estudio comprende las partes que se muestran en el Índice adjunto, donde se ha tomado como mercado de Proyecto al Grupo Sub-Regional Andino (GRAN), pero que puede ser ampliado.

El método de elaboración del cemento blanco para este Proyecto es el de semi seco y entre las partes más sal -

tantes del proceso destacan : Trituración y Molienda, Homogenización, Calcinación y Molienda de Cemento.

CONCLUSIONES

La Producción de la planta seleccionada es de 30 TM/DIA de Clinker, siendo la producción máxima de cemento blanco 10,494 TM/AÑO.

El monto global de la inversión asciende a 1'364,000.= Dólares USA. Considerando en 100 soles el cambio unitario, el costo total sería : 136'461,000.00 soles.

Calculamos que el tiempo de recuperación de dicha inversión podría ser en 5.5 años, si se emplea el 100% de la capacidad de producción de la planta.

La ubicación de la planta es a 5 Kms. del caserío de Gondorcocha Distrito de Leticia, Provincia de Tarma, cercana a los depósitos de caliza, arcilla y yeso, por experiencia de los principales fabricantes y por la evaluación de los principales factores determinantes.

La tecnología a emplear es en base a las necesidades que requiere el uso de un horno que calcina el material pelletizado en un sistema de parrillas LEPOL y Horno rotativo. Fabricante POLYSIUS.

Se emplea además un molino de bolas de porcelana de dos cámaras para molienda indistinta de materiales o cemento, de acuerdo a la programación de la producción.

C A P I T U L O I

GENERALIDADES SOBRE EL PRODUCTO

1.1 DEFINICION DEL PRODUCTO

El Cemento Portland Blanco es un producto, compuesto de Óxidos de Calcio, Silicio, Aluminio, Magnesio y Fierro, - formando estructuras definidas de:

Silicatos Dicálcicos	$2 \text{ Ca O} \cdot \text{Si O}_2$	(C ₂ S)
Silicatos Tricálcicos	$3 \text{ Ca O} \cdot \text{Si O}_2$	(C ₃ S)
Aluminato Tricálcico	$3 \text{ Ca O} \cdot \text{Al}_2 \text{ O}_3$	(C ₃ A)
Alumino Ferrito Tetracálcico	$4 \text{ Ca O} \cdot \text{Al}_2 \text{ O}_3 \cdot \text{Fe}_2 \text{ O}_3$	(C ₄ AF)

No obstante, en la composición, la concentración de Óxido de fierro es baja, siendo el porcentaje permisible de 0.3 a 0.6 % de Fe₂O₃ en comparación con 2 a 3 % de contenido en el cemento portland gris corriente.

La fabricación de este tipo de cemento requiere de - ciertas técnicas con la finalidad de minimizar la coloración por acción de los elementos pigmentantes durante el proceso.

1.1.1 CARACTERISTICAS GENERALES

A.- MATERIAS PRIMAS

El cemento portland blanco, puede ser elaborado a partir de caliza de alta pureza y de arcilla de bajo contenido en Óxido de fierro. Ambos materiales son portadores del Óxido básico CaO.

Por otra parte también están presentes los constituyentes de los elementos ácidos : SiO_2 (Sílice), Al_2O_3 (Alúmina), - Fe_2O_3 (Óxido de Fierro).

En esta parte es donde se apreciará la primera gran diferencia con el portland gris, y una de las principales condiciones que exige la fabricación de portland blanco es que la harina cruda (Mezcla de Caliza y Arcilla) este prácticamente exenta de todos aquellos elementos denominados de transición o cromóforos : titanio, vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, cobre; es decir, todos aquellos elementos comprendidos entre los números 22 al 29 del sistema periódico y cuyos pesos atómicos van de 47.9 a 63.5. La abundancia relativa con que se encuentran presentes estos elementos en las rocas igneas es la siguiente

Cobalto	1.00
Cobre	1.75
Níquel	2.50
Vanadio	3.75
Cromo	5.00
Manganeso	25.00
Titanio	110.00

Fierro 1250.00

Como se podrá observar el Fierro es el que se encuentra en mayor cantidad, seguido de Titanio, Manganeso, Cromo, etc. Esto significa que la primera limitación impuesta en la fabricación del cemento portland blanco y que se considera como requisito es contar con la posibilidad de disponer de materias primas casi puras. Por su significación es el óxido de Fierro el factor contaminante que acapara toda atención; esto es considerado como un factor que atenta contra el requerimiento de combustible para la clinkerización, ya que, al no estar presente el óxido de Fierro como fundente principal es necesario mayor energía calorífica y consecuentemente que los hornos soporten temperaturas cerca a los 1600°C, en comparación con 1350°C para el cemento portland gris.

C U A D R O 1.1

COMPARACION DEL CONTENIDO DE FE_2O_3 ENTRE LOS CEMENTOS PORTLAND BLANCO Y GRIS EN DIFERENTES FASES DE LA MANUFACTURA

(PORCENTAJE EN FE_2O_3)

	CPB	CPG	(1)
MATERIA PRIMA			
Caliza	0.2	0.7	
Arcilla	1.2	3.2	
CRUDO MOLIDO	0.45	2.6	
CLINKER	0.6	4.5	

(1) CPB = Cemento Portland Blanco
CPG = Cemento Portland Gris

B.- EL COMBUSTIBLE

Es ineludible el empleo de un combustible exento de cenizas para evitar así contaminaciones que pudiera aportar su uso. De allí la justificación del porque se emplean combustibles líquidos o gaseosos y no carbón.

C.- EL CLINKER

Como los componentes químicos que existen en las materias primas son los mismos que en los crudos del portland gris, hecha la salvedad de las que a pureza se refiera, es lógico suponer por ello que los componentes que se obtengan sean por lo tanto idénticos; si bien, y por imperativos proprios del proceso y marcha del tratamiento térmico, existan unas diferencias en cuanto al porcentaje en que se presen-tan.

C U A D R O 1.2

CUADRO COMPARATIVO DE LA COMPOSICION MINERALOGICA ENTRE EL CLINKER DEL

CEMENTO PORTLAND BLANCO Y

GRIS

(Porcentaje)

COMPONENTE	CPB	CPG	(1)
SC ₃	47.5	62.0	
SC ₂	27.5	12.0	
AC ₃	12.0	14.0	
AFC ₄	2.5	12.0	

(1) CPB = Cemento Portland Blanco
CPG = Cemento Portland Gris

Como podrá observarse, la diferencia principal está en la presencia del compuesto mineralógico en que interviene el hierro, es decir, en el aluminioferrito tetracálcico (AFC₄).

D.- APLICACIONES

Las aplicaciones del cemento portland blanco son múltiples y diversas, dispone de un campo amplio en toda aquella faceta de imitaciones petreas e indiferentemente de su carácter ornamental o artístico, así mismo en todo lo referente a suelos, bordillos, baldosas, terrazos de todas clases, entre otros motivos de su cualidad de ser base de todos los cementos coloreados, como también de ser, aplicación en la obtención de un revestimiento inminentemente reflexivo de los rayos solares, cualidad muy digna de tenerse presente en los países cálidos. Es destacable el desarrollo que ha adquirido en la fabricación de mosaicos. En el Perú el uso que se le asigna al cemento blanco es en las siguientes actividades :

Industria de mosaicos....	55%
Revestimiento de fachadas e interiores	15%
Construcción en general..	20%
Marmol y Granito artificial	5%
Terrazo	3%
Estructuras blancas de concreto armado o de niti	

dos colores y claros .. 2%

1.1.2 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

El cemento portland blanco en el país está sujeto a la norma de calidad ITINTEC N° 334.009, así como, comparativamente la norma de calidad ASTM-I y la norma española UNE. (Ver anexo 6).

Estas normas de calidad tiene como finalidad establecer las condiciones que debe cumplir el cemento blanco para las aplicaciones antes mencionadas.

1.2 ANTECEDENTES HISTORICOS

1.2.1 EN EL MUNDO

Carecemos de información autorizada acerca del país que ostenta la primacía en la fabricación del cemento portland blanco. No obstante parece ser que en E.E.U.U. de Norteamérica, las dos grandes sociedades LONESTAR y TRINITY con sus canteras en California, y a base de emplear mezclas de Calcita y Caolín, fueron las primeras productoras de cemento portland blanco a gran escala. En 1907 la fábrica de cemento blanco STERN, en Finkewalde, así como, LAFARGE, en 1911, fabricaban los primeros cementos blancos Alemanes y Franceses. Pero debemos tener presente que en aquel entonces se llamaban también cementos blancos a los yesos "marmol" magnesianos, etc.

Y es por ello por lo que parece ser que a CIMENTS FRANCAIS, deba considerarsela como sociedad pionera en la fabricación

de cemento portland blanco en Francia.

Respecto a España fue Asland en 1922 en la Fábrica de Pobla Lillet donde se inició la fabricación del portland blanco , pero posteriormente hubo de desistir en su empeño por falta de mercado. Poco después en el año 1926 fue MATERIALEIS HIDRAULICOS GRIFFI quien se decidió por la fabricación del portland blanco y siguieron ampliando sus plantas hasta alcanzar en 1973 los 600,000 toneladas/año.

Respecto al Grupo Andino, Colombia en 1958 inaugura la primera planta produciendo en ese año 17,984 TM. Venezuela en esa misma década inauguró una planta de cemento blanco; la capacidad ha sido aumentada por continuas ampliaciones en los últimos años.

1.2.2 EN EL PERU

En nuestro país las inquietudes por la fabricación - de este producto se remontan a los primeros años de la década del 50.

Por esa fecha Don Julio R. Rocha, Químico de la UNSM, presentó en el Boletín del Químico Peruano un estudio sobre las posibilidades de una fábrica de Cemento Blanco en Lima, utilizando la caliza de San Mateo y arcilla de la Hacienda San Lorenzo; en este estudio se incluían los cálculos de balances de Materia y energía, así como los requerimientos de personal y equipo.

Por el año 1953, el Ingeniero de Minas don Nicanor García y Lastres presentó un informe al International Bank of Recons

truction and Development de Washington, para el financiamiento del pago de la maquinaria y accesorios para una fábrica de Cemento Blanco, Cemento Gris y Cal Viva, productos que se fabricarán alternadamente para satisfacer la demanda nacional.

El proyecto establecía la planta en la zona de Pamplona, a 18 Km. de distancia de la ciudad de Lima, para una producción de 50 TM/día de Cemento Blanco durante 2 meses y medio al año. Utilizaría Caliza de las Canteras de Marmol de Pamplona, juntamente con la Caliza del yacimiento "Piedras Blancas" de Yauli (se transportaría con el FFCC); la arcilla con características de Caolín se importaría, ya sea de el "KINGSLEY CLAY" de la Unión Clay Mines Corporation, Trenton NJ, de sus minas de Georgia, E.E.U.U., o de Inglaterra, del Condado de Cornwall, denominada LEMSTAR CHINA CLAY. Los análisis de ambas arcillas demostraron ser de excelente calidad y pureza, contra las arcillas peruanas conocidas a esa fecha; y la factibilidad de fabricación del Cemento Blanco se verificó en el ALLENTOW TESTING LABORATORIOS, Allentow, Pa. USA.

Lamentablemente, estas inquietudes quedaron solamente en proyectos, y tuvo que recurrirse a la importación directa de fabricantes de Europa o USA principalmente, para satisfacer la demanda nacional. Como los mostramos estadísticamente en el Capítulo III, recién en el año 1972 la Compañía Agregados Calcáreos S.A. empieza a producir Cemento -

Blanco en el Perú, lo que originó la reducción progresiva de las importaciones de este producto.

C A P I T U L O I I

FUNDAMENTOS PARA LA ELABORACION DEL PRODUCTO

2.1 SELECCION DE LAS MATERIAS PRIMAS

Las materias primas que normalmente se emplean para la elaboración de cemento blanco son calcitas o calizas con caolín y cuarzo, siendo la limitación principal para estas selecciones el color de estas materias primas, el cual es resultado del mayor o menor contenido de óxidos colorantes (pigmentos).

En razón de lo anterior, nuestro objetivo se centró en seleccionar materiales de coloración blanquecina o gris clara; fue así como se encontraron yacimientos de caliza y arcilla con características aparentes para nuestro fin.

El yeso que se usará proviene de minas de contratas de la zona cuya calidad es aparente para obtener las características finales de nuestro producto.

2.1.1 CARACTERISTICAS QUIMICAS

Es importante el análisis químico de las materias primas seleccionadas; en primer lugar, para conocer el con

tenido de Óxido de fierro, principal Óxido colorante y en segundo lugar, para calcular la mezcla de estas materias primas y obtener el crudo a calcinar.

Los análisis se han realizado por titración o por gravimetría con posterior calcinación, de acuerdo a las normas ASTM para materiales no metálicos, habiéndose obtenido para las materias primas seleccionadas los análisis químicos que se indican a continuación :

ANALISIS POR
COMPONENTES
(% Peso)

	MATERIA PRIMA		
	CALIZA	ARCILLA (Base Seca)	**YESO
SiO ₂	0.86	74.72	0.74
Al ₂ O ₃	0.40	18.90	0.24
Fe ₂ O ₃	0.20	0.16	0.16
CaO	54.86	1.96	32.98
MgO	0.12	0.28	0.13
SO ₃	0.09	0.20	45.13
Pérdidas por Ignición (PI)	43.51	3.66	-----
Agua combinada	-----	-----	18.60
Insoluble	-----	-----	1.96
Alcalis*	ND	ND	-----
TOTAL	100.04	99.88	99.94

* No se hizo el análisis de álcalis por no disponer del equipo, necesario, pero se sabe que su contenido es bajo para los materiales de la zona, según sondeos realizados por la fábrica "Cemento Andino S. A.".

** Aunque el yeso recién entra en la molienda de Clinker es considerado una materia prima para el proceso de fabricación del cemento.

De la composición química se observa el bajo contenido de Fe_2O_3 de estos materiales; además que la caliza corresponde a un material conteniendo CaO casi puro (aprox. - 97.95% CaCO_3), y que la arcilla tiene una composición que corresponde a un silicato de alumina del tipo Pirofilita.

Un aspecto de estos materiales es que de los 3 elementos principales deseables, uno (CaO) está concentrado en la caliza y los otros dos (SiO_2) y (Al_2O_3) están concentrados en la arcilla; y esta concentración hace que los "elementos menores" para la fabricación del cemento se encuentren en pequeñas proporciones; minimizando así el efecto de letéreo que estos pudieran tener.

Las mismas apreciaciones se aplican al yeso.

2.1.2 CARACTERISTICAS FISICAS E INFLUENCIA DEL COLOR

La caliza presenta una alta resistencia rocosa, lo que hará lenta la perforación. A cambio, presenta fallas en su formación y una hendibilidad grande que seguramente dará mayor efectividad a la voladura; su humedad es muy baja.

La arcilla presenta una humedad del 6.10% dependiendo del tiempo en la zona, pues tiene tendencia a tomar agua. Estas rocas arcillosas presentan una gran plasticidad, se hacen adhesivas al aumentar la cantidad de agua, toman forma de pasta y secan muy lentamente.

En cuanto al tamaño de roca, la caliza se encuentra en tamaños muy variados que van desde 50 cms. hasta 3 mts.; mientras que la arcilla se encuentra en mantos que pueden extraerse en tamaño medio de 30 cms.

La densidad aparente de la caliza en cantera es 1.6 contra 1.4 para la arcilla.

En lo que respecta al yeso, este material proveniente de minas de contratistas, lo viene usando sin problemas la fábrica de "Cemento Andino" durante años; tiene una apariencia rocosa de muy baja humedad, densidad aparente 1.4 y es suministrado en tamaños máximos de 30 cms.

Estas tres materias primas presentan coloración bastante blanquecina y a decir por los resultados de los ensayos de molienda de crudo y calcinación, con posterior molienda de clinker y yeso que hemos realizado en laboratorio, hay confianza de que el color final del cemento con $0.30 - 0.60\% \text{Fe}_2\text{O}_3$, estará dentro de los límites de blanca aceptable por el consumidor, a menos que haya contaminación en el proceso.

2.1.3 UBICACION Y RESERVA DE LAS MATERIAS PRIMAS

Para una adecuada localización y evaluación de las materias primas, es una tarea que debe ser realizada por un geólogo especializado, quien junto con el químico examinará la materia prima desde el punto de vista geológico y -

respecto a su aplicación posible en la producción de cemento. El objetivo de la prospección de materias primas es encontrar materiales que correspondan tanto cuantitativamente como cualitativamente a los requerimientos pedidos.

En este estudio de pre-factibilidad, conocedores de las bondades de la zona para este tipo de materiales y de donde se transporta materias primas a Lima con destino a industrias no metálicas, nos hemos permitido la localización y evaluación de reservas de nuestras materias primas.

Pensamos que con los ensayos que se han realizado en el laboratorio, el aspecto cualitativo queda superado. Pasemos a estudiar el aspecto cuantitativo y de ubicación :

A.- CALIZA

A unos 200 mts. al norte de la carretera de desvío que lleva a la fábrica "Cemento Andino" se encuentra este yacimiento calcáreo; corresponde al cerro por cuyo borde pasa el canal de Tilarmioc, que suministra agua potable a la zona de Condorcocha y La Unión - Leticia. Esta cantera favorece una explotación a tajo abierto, haciendo uso de explosivos para una reducción preliminar del tamaño de roca. Para estimar la magnitud de reserva se ha aproximado la forma del cerro a un cubo de 250 mts. de largo x 200 mts. de ancho x 40 mts. de alto. El volumen así obtenido multiplicado por 1.6 (densidad del material) nos da una reserva de 3200,000 TM.

Nuestro consumo de caliza será de aproximadamente 13,000 TM/año, en consecuencia tendremos reserva para :

$$\frac{3200,000 \text{ TM}}{13,000 \text{ TM/año}} = 246 \text{ años}$$

B.- ARCILLA

Esta cantera se ha ubicado visualmente por el aflora miento que presenta a unos 300 mts. al norte de la carretera Tarma-Oroya, distante aproximadamente 1 Km. de la cantera de caliza seleccionada según A).-

En esta cantera de arcilla se ha hecho un trabajo preliminar de limpieza, el depósito de material que se po dría explotar se encuentra a un metro de la superficie, lo que indica que la relación entre la cantidad de material de recubrimiento (desmonte) que se debe eliminar y la de material útil es favorable; además se ha hecho una excavación de 3 mts. de profundidad para inspección que nos hace ver la homogeneidad del material en su apariencia física y mejorando el color con la profundidad de penetración.

Aquí en base a la limpieza preliminar y al desnivel que presenta el terreno, se ha aproximado la forma de la cantera a un cubo de 200 mts. largo x 100 mts. ancho x 15 mts. alto; este volumen multiplicado por 1.4 (densidad del material) nos da una reserva de 420,000 TM.

Nuestro consumo de arcilla será de aprox. 3,000 TM/

año; en consecuencia tendremos reserva para :

$$\begin{array}{r} 420,000 \text{ TM} \\ 3,000 \text{ TM/año} \end{array} = 140 \text{ años}$$

Considerando como factor limitativo la reserva de arcilla y suponiendo ampliaciones de plantas de aproximadamente 5% anual nuestra reserva de materias primas durará 35 años, lo que corresponde a una ampliación de la fábrica de cuatro veces su capacidad inicial en el transcurso de 35 años, es decir en nuestro caso a 40,000 TM Clinker/año.

Esta consideración final se ha hecho siguiendo una de las recomendaciones de HOLDERBANK, institución que da asesoría técnica y de administración a fábricas de cemento de todo el mundo, y como se ve, reflejan proyecciones sumamente optimistas para las plantas de fabricación de Cemento.

No está demás indicar que al ser la zona la referencia bastante prodiga en este tipo de materiales no metálicos, para búsqueda más intensa dará posiblemente a la luz otros yacimientos similares o de mejor calidad.

C.- YESO

Como se dijo anteriormente el suministro de yeso está garantizado por los diferentes contratistas de minas que abastecen a Cemento Andino, y de este modo es considerado de nuestro estudio. Las reservas estimadas actuales superan las 500,000 TM para cada mina, siendo necesario para

nuestra reserva : $500 \text{ TM/año} \times 140 \text{ años} = 70,000 \text{ TM.}$ de yeso.

Como en el caso de caliza y arcilla, existe también otros yacimientos de yeso en la zona que aún no han sido - ni siquiera inicialmente explotados, y que pertenecen a contratistas dedicados a otras actividades o a las sociedades agrarias de interés social, con quienes se puede llegar a un arreglo de transferencia de propiedad.

2.2 BALANCE DE MATERIALES

El primer requisito importante en la materia prima para la elaboración del cemento en un determinado contenido de cal que puede combinarse con el resto de elementos principales de manera que durante la calcinación no se produzca cal libre.

Teóricamente, hay tres posibilidades para obtener una mezcla cruda cuya composición química sea la adecuada para la elaboración del cemento y estos son :

El uso de una sola materia prima que por naturaleza tiene la composición química adecuada, y que recibe el nombre de roca natural de cemento. Este caso es muy especial y sumamente raro.

La mezcla de cuatro componentes puros, o sea los cuatro elementos principales :

Caliza pura	Ca CO ₃
Arena de cuarzo pura	SiO ₂
Bauxita	Al ₂ O ₃ .2.5 H ₂ O
Mineral de hierro puro	Fe ₂ O ₃

Este caso también es muy especial y excesivamente costoso. Según las razones expuestas hay que considerar como excepciones que no pueden tomarse en cuenta y por lo cual se estila una posición intermedia.

El uso de dos componentes principales, de los cuales uno suministra principalmente el CaO (muestra caliza), y el otro los demás elementos principales que son SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ (muestra silicato de aluminio). Como se ve esta posición encaja perfectamente la muestra en nuestro caso.

2.2.1 DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS PARA LA OBTENCION DE HARINA CRUDA

El diseño de mezclas de materias primas suele hacer se en base a los valores que se fijan para los índices y módulos del producto a obtener, así como para su composición potencial de fases; con este criterio hemos encontrado una mezcla de materias primas :

Caliza	78.4%
Arcilla	21.6%,

en base seca para obtener la harina cruda que, calcinada ,

dará lugar a la formación de un Clinker blanco de las siguientes características :

M.S.	(Módulo de Silice)	=	3.5
M.A.	(Módulo de Aluminio)	=	12.0
ST.K.	(Saturación de Cal)	=	95.0
C3S	(Silicato Tricálcico)	=	60.0,

estas características del Clinker garantizan buenas propiedades de resistencia en el producto final.

Las fórmulas para el cálculo de estos valores y el procedimiento de cálculo para el diseño de mezcla se encuentran en el anexo 2.

2.2.2 DOSIFICACION DEL CLINKER Y YESO PARA ELABORACION DEL CEMENTO

El clinker blanco se molerá con yeso en las proporciones :

Clinker	95%
Yeso	5%

recomendando para obtener las propiedades físicas de fraguado y expansión en auto clave, requeridas, que se consigue en esta etapa del proceso de fabricación de cemento. En el anexo 2 se encuentra el cálculo para esta dosificación.

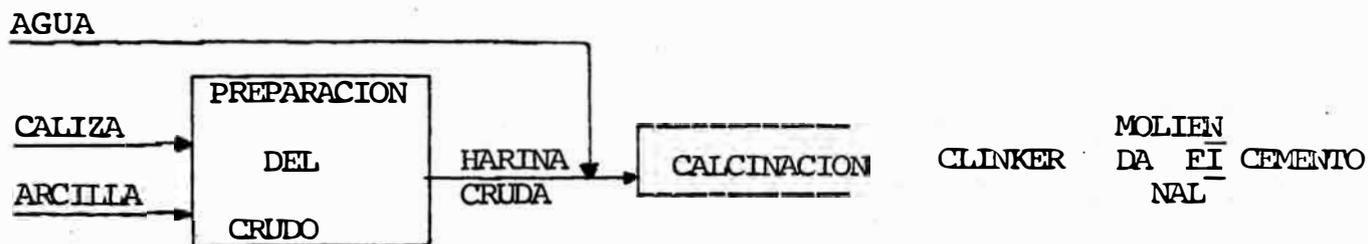
2.2.3 BALANCE GLOBAL DE MATERIA

Se indicará los flujos diarios de los materiales en

(TM/día) que entran y salen del proceso, en forma del diagrama del bloque para su mejor visualización :

FLUJO CONTINUO DE MATERIALES

PETROLEO INDUSTRIAL N° 5



YESO

Flujos :	* Caliza	=	38.4	TM/día	>	* Harina Cruda	=	48.0	TM/día
	* Arcilla	=	9.6	TM/día					
	Agua	=	6.0	TM/día					
	Petróleo	=	7.5	TM/día					
	Clinker	=	30.0	TM/día	>	Cemento	=	31.6	TM/día
	Yeso	=	1.6	TM/día					

* Referidos en base seca.

La base de estos cálculos esta en la producción de 30 TM/día de Clinker/día.

2.3 CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO OBTENIDO

El producto final es un conglomerante hidráulico, finamente molido, de color blanco, y cuya composición química calculada es como sigue :

COMPOSICION QUIMICA

COMPONENTE		% PESO
P.I.*	=	2.00
SiO ₂	=	22.10
Fe ₂ O ₃	=	0.50
Al ₂ O ₃	=	6.00
CaO	=	67.40
(Cal Libre)	=	(1.00)
SO ₃	=	2.00
		100.00

COMPOSICION POTENCIAL

M.S.	=	3.4
M.A.	=	12.0
ST.K	=	97.0
C ₃ S	=	55.60
C ₂ S	=	21.4
C ₃ A	-	15.1
C ₄ AF	=	1.5

Estas características de composición química y composición potencial de fases del cemento molido a una superficie específica Blaine de 3,500 cm²/gr., con un % residuo sobre malla 4900^{**} de 2%, garantizan propiedades de resisten

* Pérdidas por ignición.

** Malla ASTM

cias mecánicas bastante buenas, aceptables según las normas establecidas.

Asimismo, el bajo contenido de Fe_2O_3 refleja una blancura bastante aceptable en el rango óptico humano.

C A P I T U L O I I I

ESTUDIO DE MERCADO

3.1 MERCADO PERUANO

3.1.1 ESTUDIO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA EN EL PERU

A.- LA OFERTA

La oferta en el mercado peruano fue en su totalidad abastecida por las importaciones, hasta el año 1972. A partir de esa fecha la Cía. Minera Agregados Calcareos, pone en funcionamiento una planta que esta produciendo un tipo de cemento blanco conocido en el mercado peruano, como Cemento Blanco Huascarán. En el Cuadro 3.1 se muestra los volúmenes históricos de las importaciones, así como, en el Cuadro 3.2, los puertos de destino de dichas importaciones.

La capacidad instalada de la planta de la Cía. Agregados Calcareos es de 20 toneladas métricas/día, lo que significa una producción máxima anual de 6600 TM.

No obstante, los volúmenes de producción, desde su puesta en marcha, han sido los siguientes :

1972	315 toneladas	1522 Miles de Soles
------	---------------	---------------------

C U A D R O 3.1

VOLUMENES HISTORICOS DE IMPORTACIONES DE CEMENTO BLANCO EN EL PERU

(PARTIDA ARANCELARIA N. 25.23.00.02)

ANO	PAIS DE IMPORTACION	CANTIDAD KILOS BRUTO	PRECIO SOLES	TOTAL KILOS BRUTO	TOTAL SOLES*
1965	Alemania Occidental	476,555	571,022	2'505,528	3'968,978
	Bélgica Luxemburgo	102,003	158,962		
	Checoslovaquia	6,420	7,624		
	Dinamarca	629,646	756,402		
	EE.UU.	177,954	1'199,576		
	Francia	400,180	458,111		
	Japón	586,448	667,862		
Reino Unido	126,322	149,419			
1966	Alemania Occidental	374,144	682,409	2'557,758	3'561,179
	Dinamarca	474,541	565,151		
	Espana	12,840	15,018		
	EE.UU.	129,543	497,983		
	Francia	420,070	505,940		
	Japón	886,993	979,725		
	Reyno Unido	237,305	265,151		
	Otros	42,322	49,802		
1967	Alemania Occidental	281,616	356,155	2'691,945	3'902,971
	Bélgica Luxemburgo	68,775	78,487		
	Dinamarca	195,400	257,986		
	EE.UU.	68,508	670,224		
	Francia	507,107	568,906		
	Japón	1'495,702	1'877,320		
	Reyno Unido	74,837	93,893		
1968	Alemania Occidental	242,507	375,716	2'230,740	3'501,773
	Bélgica Luxemburgo	200,591	269,879		
	Dinamarca	270,190	417,356		
	EE.UU.	18,613	166,662		
	Francia	259,760	644,129		
	Japón	808,075	1'628,031		
1969	Alemania Occidental	285,052	463,280	1'928,968	2'925,784
	Bélgica - Luxemburgo	136,753	210,846		
	Dinamarca	292,040	429,235		
	EE.UU.	16,989	110,951		
	Francia	259,760	364,004		
	Japón	808,075	1'183,101		
	Reyno Unido	130,299	164,367		
1970	Alemania Occidental	115,407	195,802	1'971,793	2'823,470
	Bélgica - Luxemburgo	300,780	396,761		
	Dinamarca	335,460	488,112		
	EE.UU.	7,757	62,023		
	Francia	320,814	426,143		
	Japón	849,075	1'201,515		
	Reyno Unido	42,500	53,114		
1971	Alemania Occidental	142,911	247,807	1'908,267	2'791,044
	Bélgica - Luxemburgo	265,422	412,662		
	Dinamarca	236,430	353,380		
	Francia	358,710	499,411		
	Japón	844,729	1'143,759		
	Países Bajos	60,065	134,025		
1972	Alemania Occidental	187,226	328,887	1'946,637	3'220,499
	Bélgica - Luxemburgo	500,413	913,472		
	Dinamarca	308,430	513,388		
	Francia	453,420	686,563		
	Japón	497,148	778,189		
1973	Alemania Occidental	97,555	295,280	805,770	2'057,163
	Bélgica - Luxemburgo	126,690	328,266		
	Dinamarca	154,376	413,815		
	Francia	50,650	122,059		
	Japón	376,499	897,743		
1974	Alemania Occidental	35,600	90,976	366,047	1'270,969
	Bélgica - Luxemburgo	95,625	256,024		
	Colombia	1,242	329,166		
	Dinamarca	130,280	402,310		
	Japón	103,300	192,493		

CUADRO 3.2

PUERTOS DE DESTINO DE LAS IMPORTACIONES DE CEMENTO BLANCO

EN EL PERU

AÑO	PUERTO DE DESTINO	CANTIDAD KILOS BRUTO	PRECIO SOLES
1965.	Callao	1'935,651	3'217,401
	Chicama	17	579
	Ilo	11,911	46,152
	Iquitos	86,360	156,224
	Matarani	136,913	155,557
	Paíta	25,399	30,331
	Pimentel	122,205	139,919
	Salaverry	137,959	160,043
	Tacna	44,396	52,280
	Talara	4,717	10,492
1966	Callao	2'123,072	2'912,181
	Eten	17,120	19,420
	Ilo	113	740
	Iquitos	42,051	126,634
	Matarani	191,858	258,132
	Pimentel	119,902	155,410
	Salaverry	109,073	140,361
	Tacna	12	740
	Aereos	156	4,826
	1967	Callao	2'213,058	3'207,455
Chicama		16	515
Iquitos		42,480	69,515
Matarani		129,210	148,004
Paíta		20,056	25,651
Pimentel		119,902	155,410
Salaverry		109,073	140,361
Tacna		50,760	61,520
Aereos		7,390	94,540
1968		Callao	1'846,033	2'863,975
	Iquitos	76,853	156,533
	Matarani	109,517	164,188
	Paíta	10,581	16,186
	Pimentel	30,118	51,913
	Salaverry	117,073	188,897
	Tacna	40,565	60,081
1969	Callao	1'499,812	2'173,664
	Iquitos	83,108	199,602
	Matarani	134,212	199,248
	Paíta	19,993	40,319
	Pimentel	79,146	133,973
	Salaverry	79,918	129,212
	Tacna	30,452	41,827
	Talara	2,327	7,939
	1970	Iquitos	62,300	143,026
Callao		1'614,406	2'226,089
Eten		19,753	31,811
Matarani		108,082	151,085
Pimentel		80,905	132,053
Salaverry		55,088	89,796
Tacna		28,900	39,254
Talara		2,359	10,356
1971		Iquitos	65,860	161,497
	Callao	1'567,070	2'218,650
	Matarani	107,481	133,886
	Paíta	10,625	16,811
	Pimentel	80,811	138,437
	Salaverry	36,057	65,897
	Tacna	40,363	55,866
1972	Callao	1'848,503	3'041,799
	Matarani	21,500	32,462
	Pimentel	40,426	76,625
	Salaverry	36,208	69,613
1973	Matarani	21,509	29,303
	Pimentel	97,555	295,280
	Iquitos	17,800	35,062
	Callao	668,906	1'697,518
1974	Pimentel	10,625	32,415
	Iquitos	62,300	171,224
	Callao	293,122	1'067,330

1973	1264	toneladas	5300	Miles de soles
1974	1944	toneladas	9800	Miles de soles
1975	3200	toneladas	25600	Miles de soles
1976	4620	toneladas	43800	Miles de soles

Es importante reconocer que mediante la producción - de esta planta se ha logrado reducir progresivamente las importaciones y en la actualidad se proyecta el mercado hacia el extranjero.

C U A D R O 3.3

OFERTA INTERNA

(Toneladas Métricas)

<u>AÑO</u>	<u>IMPORTACION</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>OFERTA</u>
1965	2505.528	-----	2505.528
1966	2557.758	-----	2557.758
1967	2691.945	-----	2691.945
1968	2230.740	-----	2230.740
1969	1928.968	-----	1928.968
1970	1971.793	-----	1971.793
1971	1908.267	-----	1908.267
1972	1946.637	315.000	2261.637
1973	805.770	1264.000	2069.770
1974	366.047	1944.168	2310.215

FUENTE : Anuarios de Producción e Importación

B.- LA DEMANDA

Consideramos los valores de consumo aparente, como - una base significativa para determinar los valores de demandas reales teniendo en cuenta las estimaciones de la demanda no cubierta.

CONSUMO APARENTE = PRODUCCION + IMPORTACION - EXPORTACION

Demanda Interna no cubierta

A partir de 1968, las importaciones de Cemento Blanco, sufrieron una merma considerable, ya que, el aumento progresivo de dichas importaciones fue restringido limitándose a los compradores a cubrir volúmenes aproximados a los 2000 TM/AÑO.

Esta medida creó un hábito en algunos usuarios (que principalmente lo constituyen los fabricantes de mosaicos y las empresas dedicadas a fomentar la industria de la construcción) a sustituir en lo posible el producto.

Esto motiva a que estimemos la demanda real para los años afectados como el consumo aparente más un cierto porcentaje (Tasa) considerado creciente hasta 1972 y decreciente a partir de esa fecha. Esto es estimado de esa manera por recomendación de algunos principales consumidores.

C U A D R O 3.4

DEMANDA INTERNA

(Toneladas Métricas)

<u>AÑO</u>	<u>CONSUMO APARENTE</u>	<u>TASA</u>	<u>DEMANDA REAL</u>
1965	2505.528	----	2505.528
1966	2557.758	----	2557.758
1967	2691.945	----	2691.945
1968	2230.740	0.15	2565.351
1969	1928.968	0.35	2604.106
1970	1971.793	0.35	2661.920
1971	1908.267	0.40	2671.573
1972	2261.637	0.20	2713.964
1973	2069.770	0.40	2897.678
1974	2310.215	0.30	3003.279

3.1.2 PRONOSTICO DE LA DEMANDA EN EL PERU

Para la proyección de la demanda de Cemento Blanco - en el Perú se han ponderado los coeficientes de correlación entre la demanda real de los últimos años con respecto a la Población Urbana. Este último pudo ser remplazado por otro indicador de variable como : Población Total, Ingreso Per capita, etc.

C U A D R O 3.5

POBLACION TOTAL Y URBANA EN EL PERU

(Miles de Habitantes)

AÑO	TOTAL	<u>POB. URBANA</u>
1965	11000.000	5000.000
1966	11371.000	5284.000
1967	11373.000	5495.200
1968	12103.000	5714.800
1969	12469.000	5921.600
1970	12835.000	6158.500
1971	13201.000	6404.800
1972	13567.000	6660.100
1973	13933.000	6926.500
1974	14299.000	7243.300
1975	14665.000	7532.900
1976	15031.000	7834.100
1977	15397.000	8120.100
1978	15763.000	8409.700
1979	16129.000	8695.700
1980	16495.000	8996.900
1981	16861.000	9280.900
1982	17227.000	9492.100
1983	17593.000	9793.300
1984	17959.000	10094.500

FUENTE Oficina Nacional de Censos y Estadísticas
Anuarios ALALC Acuerdo de Cartajena
(Proyecciones)

Las proyecciones con fundamento estadístico se presentan en el Anexo 3. Los resultados obtenidos son :

C U A D R O 3.6
DEMANDA INTERNA PROYECTADA
(TONELADAS METRICAS)

<u>DEMANDA INTERNA</u>	
1975	2961.108
1976	3017.904
1977	3071.833
1978	3126.440
1979	3180.368
1980	3237.163
1981	3290.715
1982	3330.540
1983	3387.335
1984	3444.130

3.1.3 CONCLUSIONES SOBRE EL MERCADO PERUANO

Es importante mostrar la variación gradual de los precios que ha tenido el producto en los años estudiados.

AÑO	KILOS	SOLES	<u>SOLES/KILOS</u>
1965	2505,528	3968,978	1.584
1966	2557,758	3561,179	1.392
1967	2691,945	3902,971	1.449
1968	2230,740	3501,773	1.569
1969	1928,968	2925,784	1.516
1970	1971,793	2823,470	1.431
1971	1908,267	2791,044	1.462
1972	2261,637	4742,499	2.096
1973	2069,770	7357,163	3.554
1974	2310,215	10641,803	4.606

Se observa que el precio por kilo bruto permanece más o me-

nos constante con ligeras variaciones hasta 1972, empezando a variar notablemente a partir de esa fecha. Este incremento es explicable por el hecho de que los costos de producción son afectados por el alza que manifiestan los combustibles en el mercado : Problema inflacionario. En la actualidad el kilo bruto de cemento blanco en el mercado peruano es de 13.157 soles.

Teniendo en cuenta la producción anual de la planta de la Cía Agregados Calcáreos, determinamos la capacidad de operación para los años que ha producido.

AÑO	CAPACIDAD
1972	4.77%
1973	19.15%
1974	29.45%
1975	48.48%
1976	70.00%

La producción ha aumentado gradualmente quedando aún posibilidad para que ésta pueda alcanzar la capacidad máxima.

El mercado Peruano queda cubierto y creemos que podrá ser absorbido, si es que se llega a obtener un producto de precio de venta menor de 13.15 soles el kilo.

Como industria generadora de fuentes de trabajo creemos que la industria de mosaicos no ha alcanzado su verdadera dimensión en el país, debido a que su producción y consumo se encuentra aún centralizada. Se espera que con

la creación de polos de desarrollo en las zonas tropicales se pueda difundir más aún el consumo de cemento blanco.

3.2 MERCADO DEL GRUPO SUBREGIONAL ANDINO (GRAN)

3.2.1 ESTUDIO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA EN EL GRUPO ANDINO

A.- LA OFERTA

La oferta en el grupo andino (1) ha tenido fuentes - de abastecimiento a la producción colectiva de Colombia, Venezuela y Perú, los que conjuntamente con los volúmenes de importación acumularon las cantidades que se observa en el cuadro 3.7.

C U A D R O 3.7

OFERTA EN EL GRUPO ANDINO

(TONELADAS METRICAS)

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>IMPORTACION</u>	<u>OFERTA</u>
1965	56377.000	6071.430	62448.430
1966	57366.000	6470.924	63836.924
1967	58742.000	6561.159	65303.159
1968	58268.000	6683.780	64951.780
1969	61880.000	10996.125	72876.125
1970	63068.000	6324.241	69392.241
1971	66412.000	7605.381	74017.381
1972	68528.000	10547.018	79075.018
1973	73477.000	6115.825	79592.825
1974	75212.000	7428.322	82640.322

FUENTE : Anuarios de Comercio Exterior de los países del GRAN.
Información de Agregados Comerciales

(1) Para todos los efectos es considerado CHILE en el GRAN.

En el cuadro 3.8, se puede observar los desagregados del -
cuadro 3.7.

PRODUCTORES DE CEMENTO BLANCO EN EL GRAN

Partida Arancelaria 25.23.00.02

COLOMBIA

"Cemento Blanco de Colombia S.A."

Calle 49 N° 51 - 52 P. 4° Medellín

"Cementos del Caribe S.A."

Vía 40 Las Flores Ap. Aéreo 2739 - Barranquilla

"Cía. Internacional Andina Ltda."

Ap. Aéreo 518 - Pasto

VENEZUELA

"Asociación Venezolana de C.A."

Venezolana de Cementos

Av. Andrés Bello - Ed. Las Fundaciones Caracas

"Productores de Cementos"

Ed. Sud América P. 8° - Av. Urdaneta - Caracas

PERU

"Cía. Minera Agregados Calcáreos S.A."

Acomayo 101 - Ap. 3942 - Lima

Dentro del GRAN, Colombia y Venezuela son los mayores

CUADRO 3.8

DATOS DE PRODUCCION, IMPORTACION Y EXPORTACION DE CEMENTO PORTLAND BLANCO EN EL
GRUPO ANDINO

AÑO	PAIS	IMPORTACION TONELADAS	PRODUCCION TONELADAS	EXPORTACION TONELADAS	DEMANDA APARENTE
1965	Bolivia	605,971	-----	-----	605.971
	Colombia	-----	27,816.000	7,212.700	20603.300
	Chile	722.900	-----	-----	722.900
	Ecuador	2,231.714	-----	-----	2231.714
	Perú	2,505.528	-----	-----	2505.528
	Venezuela	5.317	28,561.000	365.270	28201.047
1966	Bolivia	1,163.611	-----	-----	1163.611
	Colombia	-----	27,666.600	4,074.520	23592.080
	Chile	595.100	-----	-----	595.100
	Ecuador	2,149.933	-----	-----	2149.933
	Perú	2,557.958	-----	-----	2557.758
	Venezuela	4.522	29,699.400	252.098	29451.824
1967	Bolivia	1,050.011	-----	-----	1050.011
	Colombia	-----	28,117.200	2,752.820	25364.380
	Chile	453.100	-----	-----	453.100
	Ecuador	2,302.353	-----	-----	2302.353
	Perú	2,691.945	-----	-----	2691.945
	Venezuela	63.750	30,624.800	699.353	30019.179
1968	Bolivia	887.637	-----	-----	887.637
	Colombia	-----	28,268.000	3,998.672	24269.328
	Chile	419.100	-----	-----	419.100
	Ecuador	3,015.779	-----	-----	3015.779
	Perú	2,230.740	-----	-----	2230.740
	Venezuela	130.524	30,000.000	151.460	29979.064
1969	Bolivia	1,248.338	-----	-----	1248.338
	Colombia	-----	29,880.000	3,420.150	26459.850
	Chile	4,538.300	-----	-----	4538.300
	Ecuador	3,236.567	-----	-----	3236.567
	Perú	1,928.968	-----	-----	1928.968
	Venezuela	43.952	32,000.000	151.940	31892.012
1970	Bolivia	1,021.080	-----	-----	1021.080
	Colombia	-----	33,068.000	2,884.640	30183.360
	Chile	223.300	-----	-----	223.300
	Ecuador	3,046.360	-----	-----	3046.360
	Perú	1,971.793	-----	-----	1971.793
	Venezuela	61.708	30,000.000	144.761	29916.947
1971	Bolivia	1,123.026	-----	-----	1123.026
	Colombia	-----	35,412.000	537.100	34874.900
	Chile	1,010.000	-----	-----	1010.000
	Ecuador	3,492.441	-----	-----	3492.441
	Perú	1,908.267	-----	-----	1908.267
	Venezuela	71.647	31,000.000	271.600	30800.047
1972	Bolivia	1,156.941	-----	-----	1156.941
	Colombia	-----	36,213.000	1,928.080	34284.920
	Chile	805.700	-----	-----	805.700
	Ecuador	6,551.149	-----	-----	6551.149
	Perú	1,946.637	315.000	-----	1631.637
	Venezuela	86.591	32,000.000	120.000	31966.591
1973	Bolivia	1,250.830	-----	-----	1250.830
	Colombia	0.113	38,213.000	811.700	37401.413
	Chile	125.700	-----	-----	125.700
	Ecuador	3,933.412	-----	-----	3933.412
	Perú	805.770	1,264.000	-----	2069.770
	Venezuela	-----	34,000.000	200.000	33800.000
1974	Bolivia	1,356.906	-----	-----	1356.906
	Colombia	605.360	39,718.000	1,725.28	38598.080
	Chile	427.800	-----	-----	427.800
	Ecuador	4,266.980	-----	-----	4266.980
	Perú	366.047	1,944.000	-----	2310.047
	Venezuela	405.238	33,550.000	425.10	33530.138

productores y a su vez los mayores consumidores. Sus producciones son suficientes como para abastecer sus mercados internos y exportar los remanentes a países centro americanos principalmente.

B.- LA DEMANDA

La determinación de las demandas reales se obtuvieron, considerando que éstas son las mismas que los consumos aparentes, encontradas de los totales de las sumas de importaciones más producción menos las exportaciones.

C U A D R O 3.9

DEMANDA EN EL GRUPO ANDINO

(TONELADAS METRICAS)

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	DEMANDA
1965	56377.000	6071.430	7577.970	54870.460
1966	57366.000	6470.924	4326.618	59510.306
1967	58742.000	6561.159	3422.173	61880.986
1968	58268.000	6683.780	4150.132	60801.648
1969	61880.000	10996.125	3572.090	69304.035
1970	63068.000	6324.241	3029.401	66362.841
1971	66412.000	7605.381	798.700	73218.681
1972	68528.000	10547.018	2048.080	77026.938
1973	73477.000	6115.825	1011.700	78581.125
1974	75212.000	7428.322	2150.390	80489.932

3.2.2 PRONOSTICO DE DEMANDAS EN EL GRUPO ANDINO

La determinación del pronóstico de la demanda se realiza igual que en el caso del pronóstico para demandas internas. Esto es, ponderando los coeficientes de correlación

entre la demanda real de los últimos años con respecto al - indicador elegido o sea población urbana. La proyección de la demanda se presenta en el Anexo 3.

C U A D R O 3.10

POBLACION TOTAL Y URBANA DEL GRUPO ANDINO

(Miles de Habitantes)

AÑO	POBLACION TOTAL	POBLACION URBANA
1965	57000	30000
1966	58470	31802
1967	60135	33528
1968	62644	35934
1969	64507	37539
1970	66351	39231
1971	68290	40840
1972	70271	42518
1973	72301	44267
1974	74390	46090
1975	76545	47979
1976	78780	49015
1977	81085	50980
1978	83465	52031
1979	85918	54030
1980	88439	56221
1981	91037	58321
1982	93722	60637
1983	96022	62971
1984	98987	65108

FUENTE : Anuarios Estadísticos del Grupo Andino
Acuerdo de Cartajena.

Los resultados obtenidos de la proyección son los que aparecen en el cuadro 3.11. Ver Anexo 3.

C U A D R O 3.11

DEMANDAS PROYECTADAS EN EL GRAN

(TONELADAS METRICAS)

	<u>DEMANDA</u>
1975	83958.810
1976	85623.560
1977	88781.120
1978	90469.930
1979	93682.120
1980	97202.870
1981	100577.300
1982	104298.900
1983	108049.300
1984	111483.300

3.2.3 CONCLUSIONES SOBRE EL MERCADO ANDINO

La capacidad instalada total del GRAN es de 280 TM/día repartidas de la siguiente manera.

COLOMBIA	120 TM/DIA
VENEZUELA	140 TM/DIA
PERU	20 TM/DIA
TOTAL	280 TM/DIA

La producción máxima del área consecuentemente sería de 92400.000 toneladas métricas/año. Del cuadro 3.11 se puede deducir que a partir de 1979, se tendría un déficit de oferta la que debe ser cubierta por la puesta en marcha de otra planta dentro del área o por las importaciones de paí

ses fuera del área.

Es un hábito de consumo, el que hace posible que los países tropicales del área, sean los principales consumidores de cemento blanco, principalmente para revestimiento de fachadas e interiores y el empleo en la industrialización de Mosaicos (los que reemplazan al parquet).

Así, Venezuela, Colombia y Ecuador son los que absorben los mayores volúmenes producidos.

3.3 COMERCIALIZACION EN EL PAIS Y GRUPO ANDINO

3.3.1 PRECIOS DEL PRODUCTO

A.- EN EL MERCADO PERUANO

Los precios de venta del producto son dependientes de la zona y volumen de compra, siendo Lima el centro urbano - donde se puede adquirir a los precios más bajos en comparación con otras ciudades. Los precios de los fletes y recargos de ganancias de los distribuidores, son los factores principales que hacen que el precio de ventas se incremente en el interior del país.

1.) Precios de venta en Lima

Los precios de venta directa del productor al consumidor (Ex-fábrica), por bolsa de 42.5 Kgs. es la siguiente :

Pedidos de 1 a 9 bolsas	559.20 Soles
-------------------------	--------------

GRAFIC

DEMANDA
(TM)

DEMANDA I

5

NA

$$= 15 \cdot 7$$

$$\beta \cdot 0.19$$

3400

3300

3200

3100

30

2900

2800

8100

8500

9000

9500

POBLACION URBANA
(MILES DE HABITANTES)

7500

GRAFICO 3.2

DEMANDA VS. POBLACION URBANA
(GRUPO ANDINO)

DEMANDA
(TM)

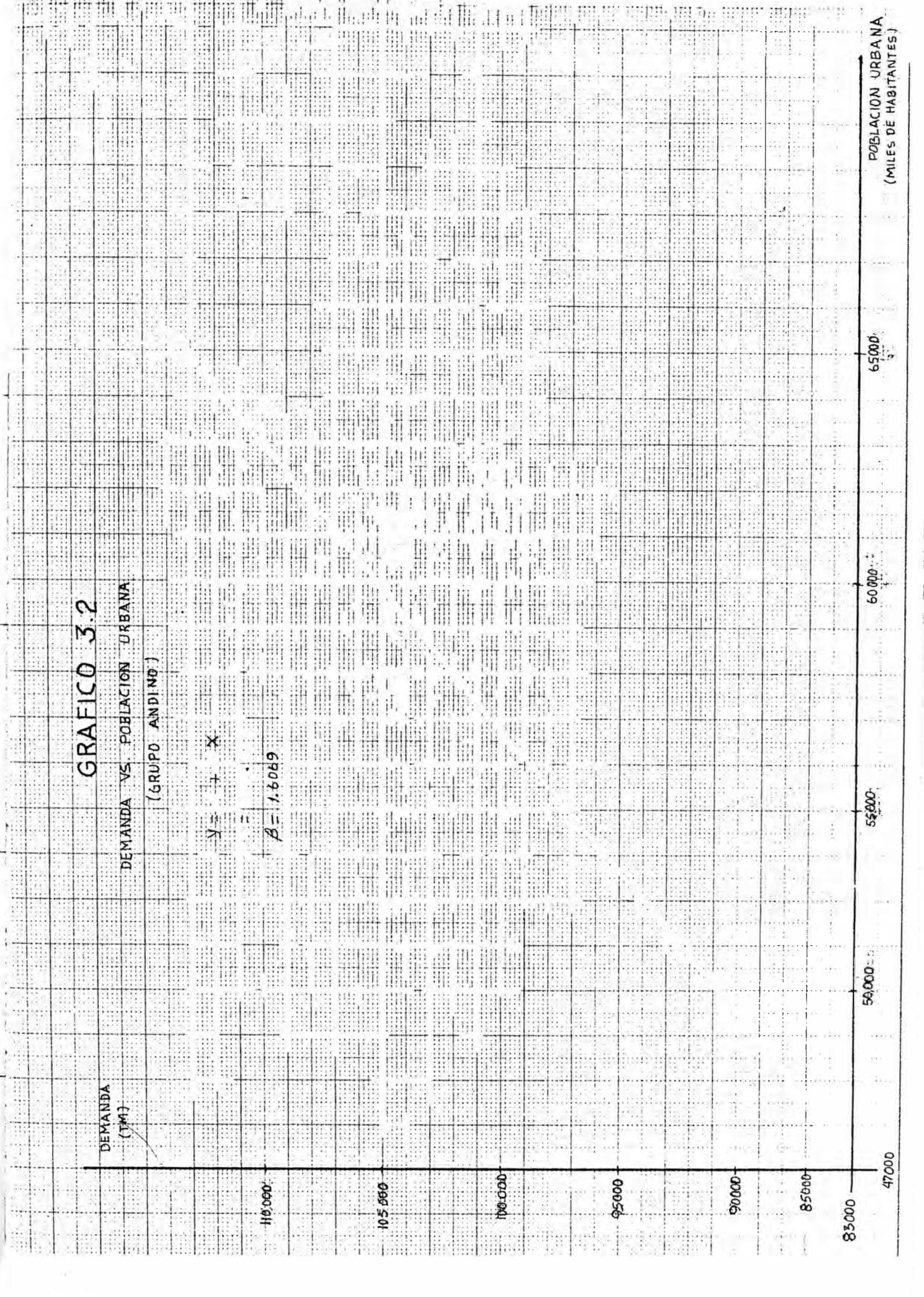
$$y = a + bx$$

$$b = 1.6069$$

POBLACION URBANA
(MILES DE HABITANTES)

110.000
105.000
100.000
95.000
90.000
85.000
80.000
47.000

50.000
55.000
60.000
65.000



Pedidos de 10 a más bolsas 552.00 Soles

Además, por los pedidos de 10 o más bolsas los consumidores pueden solicitar que el lote sea puesto en obra o depósito, con un recargo de 5 soles por bolsa, por concepto de flete y manipuleo.

2.) Precios de venta en el interior.

Los precios de venta por bolsa de cemento que ofrecen los distribuidores en ciudades de provincias es como sigue :

Huancayo	780.60 soles	241.40	soles
Arequipa	760.00 soles	200.80	soles
Trujillo	755.00 soles	195.80	soles
Chiclayo	780.00 soles	221.00	soles

El valor que aparece a la derecha es el que representa el incremento en los precios de venta por concepto de fletes y ganancias de los distribuidores.

B.- EN EL GRUPO ANDINO

Solamente ha sido posible conseguir los precios de ventas en las capitales de los países del GRAN de donde se puede observar que Colombia y Venezuela son los que comparativamente tienen los más bajos precios de ventas en la actualidad.

Por bolsa de 42.5 kilos los precios de ventas son :

Ecuador	243.75	Sucres
Chile	2325.00	Pesos (Ley)
Colombia	250.00	Pesos
Venezuela	50.00	Bolívares
Bolivia	201.50	Pesos

3.3.2 SISTEMAS DE DISTRIBUCION

A.- EN EL PERU

La comercialización del cemento blanco en el Perú, - como en los países del GRAN es una actividad de carácter distributivo, que consiste en la transferencia del producto desde los centros de producción a los de consumo. Para la comercialización del producto del presente proyecto podemos adaptarnos al sistema interno establecido y que sería el si siguiente : De acuerdo al volumen de consumo se podría orientar las ventas a dos grandes grupos, el sector público y el sector privado. En general para este tipo de cemento las ventas en el sector privado son superiores al del sector pú blico pudiendo estimarsele en un porcentaje oscilante entre 60 a 80% en relación al total.

A su vez las ventas en el sector privado comprende ventas a distribuidores y a compradores directos. La política de la fábrica puede variar en ese sentido, desde un compromiso de exclusividad con algunos distribuidores (en Lima) o un sistema mixto (con el resto de productores), con distribuidores regulares, sin menos cabo de posibles ventas directas

al consumidor en fábrica con la condición de tener volúmenes de compra, que justifiquen esta operación. Es interesante agregar que este último sistema significaría aproximadamente una participación mayoritaria de los distribuidores abarcando un porcentaje que varía entre 95 y 97%.

La comercialización a través de distribuidores implica así mismo una nueva desagregación, primero, en ventas a los usuarios para su utilización directa en obras de ingeniería civil u otras, y segundo en ventas a depósitos, estanquillos o ferreterías principalmente.

Estos dos destinos de las ventas tienen una participación comparativa entre 92 y 97% a favor del primero.

Por último, la compra de cemento por los depósitos o ferreterías constituirá el último escalón (minoritario) en la distribución del producto. Sus ventas están dirigidas al pequeño consumidor que requiere de una cantidad limitada de cemento.

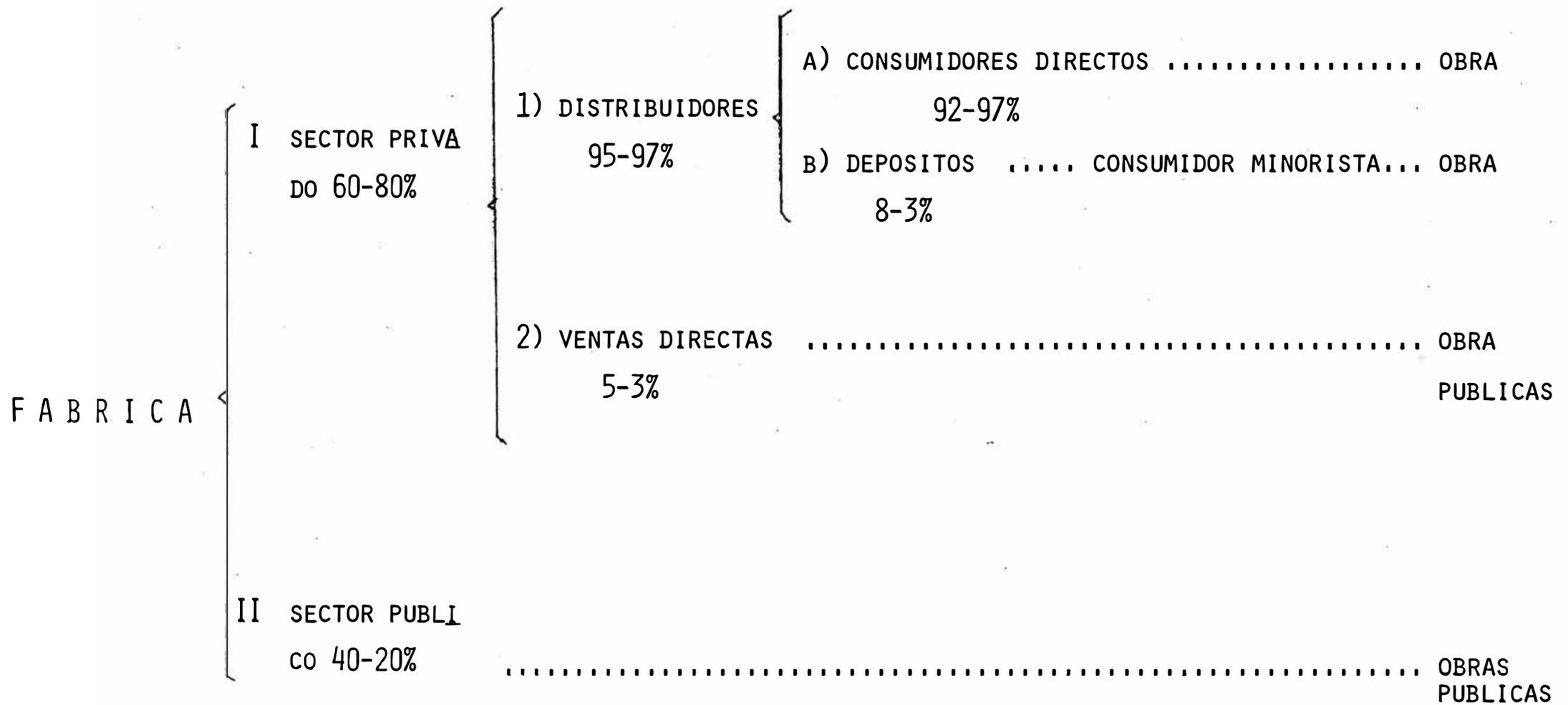
El siguiente esquema representa el sistema de distribución antes descrito. (Ver gráfico 3.3)

B.- EN EL GRUPO ANDINO

Los cementos hidráulicos (incluidos los cementos sin pulverizar, llamados clinkers), incluso coloreados no han sido reservados para programas sectoriales de desarrollo industrial, no están en la lista común y finalmente no

G R A F I C O 3.3

ESQUEMA GENERAL DE COMERCIALIZACION



han sido incluidos en la nómina de productos no producidos en la subregión, por lo tanto se encuentra en el sistema de degravación automática.

A partir del 31 de Diciembre de 1971 viene disminuyendo año tras año 10% del impuesto Ad-Valorem desde el punto de partida fijado en 43% sobre el impuesto Ad-Valorem.

En consecuencia, a más tardar el 31 de Diciembre de 1980 - deberán haber eliminado la totalidad de los gravámenes que afectan a estos productos.

En cuanto a la comercialización del cemento blanco de este proyecto los sistemas de distribución para la exportación, debe ser a través de vía marítima, siendo los principales puertos de destino los siguientes :

PUERTO	MILLAS DESDE EL CALLAO	COSTO DE FLETE Y ADUANA
Arica	573	120 Soles
Valparaizo		150 Soles
Guayaquil	736	130 Soles
Matarani	446	70 Soles

Incentivos de Exportacion

En el Perú el Decreto Ley N° 21492, legaliza los incentivos tributarios a la exportación no tradicional de productos.

Dentro de sus artículos en vigencia destacan el Artículo 1

a,b,c y d; los que indican principalmente :

Que se declara de preferente interés nacional la exporta -

ción no tradicional de productos elaborados en el país para cuyo fomento y por término de 10 años de vigencia se establece el régimen de incentivos siguientes :

A.) Exoneración total y automática de los derechos aduaneros y demás impuestos que afecten a la exportación de productos no incluidos en la lista de exportación tradicional.

B.) Se establece como reintegro tributario compensatorio básico para cada producto de exportación no tradicional en un porcentaje máximo de 40% sobre el valor a la exportación del mismo. (Según D.L. 21530 se sustituyó por el porcentaje máximo de reintegro tributario en 30% sobre el valor a la exportación).

C.) Reintegro tributario compensatorio tradicional para productos elaborados por empresas descentralizadas en un porcentaje de 10% sobre el valor de la exportación.

D.) Reintegro tributario compensatorio complementario, en 10% sobre el valor de la exportación que en casos excepcionales y cuando convenga a los intereses de la economía nacional se otorgará por Resolución Suprema, refrendada por los Ministros de Comercio, Economía y Finanzas y por el titular del sector correspondiente.

El valor de las exportaciones sobre el que se aplicará los porcentajes de reintegro tributario será el valor

FOB, previa deducción de las comisiones permitidas pagadas al exterior.

Cuando la exportación sea cotizada en términos C&F y se utilice medios de transporte nacional, sean marítimos, aéreos, terrestres o fluviales, el porcentaje de reintegro correspondiente se aplicará sobre dicho valor, previa deducción de las mencionadas comisiones.

Los incentivos a que se refieren los incisos B, C y D se harán efectivos mediante un documento denominado Certificado de Reintegro Tributario a las Exportaciones CERTEX.

El CERTEX tendrá las siguientes características :

- a.- Será nominativo a la orden del exportador, pero libremente transferible por endose.
- b.- Tendrá poder cancelatorio para el pago de impuestos.
- c.- Su valor expresado en moneda nacional al tipo de cambio oficial del día de control de embarque, por el importe que resulte de la aplicación del porcentaje correspondiente.
- d.- Puede ser fraccionado a solicitud del exportador.
- e.- Su valor constituye ingreso.

Procedimiento para la emisión y entrega de los CERTEX

- a.- El exportador debe presentar a la Dirección Gene

ral de Comercio Exterior los documentos que acrediten la exportación.

Para la aplicación del reintegro tributario compensatorio adicional se acreditará según el caso, la condición de la Empresa, mediante la presentación de la constancia registral respectiva, expedida por los Ministerios correspondientes. Para la aplicación del reintegro tributario compensatorio complementario se acompañará copia de la resolución suprema respectiva.

b.- La Dirección General de Comercio Exterior dentro del término no mayor de 5 días computados a partir de la presentación de los documentos mencionados en el inciso anterior, señalará en moneda nacional el valor equivalente al porcentaje de reintegro tributario vigente. A la terminación del embarque comunicará su decisión a la aduana por la que se realizó la exportación.

c.- La aduana dentro de los 12 días recibida la comunicación emitirá los CERTEX respectivos.

Los trámites señalados no irrogarán gasto alguno al exportador. El Cemento Blanco, según Decreto Supremo N° 108-76 CO/CE se considera como producto de exportación no tradicional con partida arancelaria N° 25.23.00.02 y con 25% de Porcentaje de Reintegro Tributario Compensatorio Básico.

Autorizaciones para exportar

El trámite que se sigue para obtener la autorización para exportar en Lima se muestra en el gráfico 1 y es explicado a continuación :

1.- Refrendamiento del compromiso de entrega de divisas

a.- Finalidad.- Garantizar el internamiento de las divisas, producto de las exportaciones.

b.- Lugar.- Banco Comercial del Exportador.

c.- Documento que debe presentar el exportador.- Original y cuatro copias debidamente llenadas del formulario de la autorización para exportar, el mismo se puede recabar en el propio Banco o en el Ministerio de Comercio (Dirección de Exportaciones).

d.- Trámite que debe efectuar el Banco.- Entrega al portador el formulario de la autorización para exportar (Original y copias) debidamente sellado y firmado.

2.- Registro del compromiso de entrega de divisas.

a.- Finalidad.- Registrar el compromiso del exportador de internar la moneda extranjera, producto de sus exportaciones.

b.- Lugar.- Banco Central de Reserva del Perú.

c.- Documentos Requeridos.- Formulario de autorización para exportar (Original y copias) debidamente refrendado por el Banco del Exportador.

Autorizaciones para exportar

El trámite que se sigue para obtener la autorización para exportar en Lima se muestra en el gráfico 1 y es explicado a continuación :

1.- Refrendamiento del compromiso de entrega de divisas

a.- Finalidad.- Garantizar el internamiento de las divisas, producto de las exportaciones.

b.- Lugar.- Banco Comercial del Exportador.

c.- Documento que debe presentar el exportador.- Original y cuatro copias debidamente llenadas del formulario de la autorización para exportar, el mismo se puede recabar en el propio Banco o en el Ministerio de Comercio (Dirección de Exportaciones).

d.- Trámite que debe efectuar el Banco.- Entrega al portador el formulario de la autorización para exportar (Original y copias) debidamente sellado y firmado.

2.- Registro del compromiso de entrega de divisas.

a.- Finalidad.- Registrar el compromiso del exportador de internar la moneda extranjera, producto de sus exportaciones.

b.- Lugar.- Banco Central de Reserva del Perú.

c.- Documentos Requeridos.- Formulario de autorización para exportar (Original y copias) debidamente refrendado por el Banco del Exportador.

d.- Trámite que efectúa el Banco Central de Reserva.-
Numera y registra el compromiso de entrega de divisas. Entrega al exportador el formulario de la autorización para exportar (original y dos copias) debidamente sellados y firmados.

3.- Aprobación de la Autorización para Exportar.-

a.- Finalidad.- Autorizar la salida física de las mercancías o bienes objeto de la exportación.

b.- Lugar.- Ministerio de Comercio-Dirección de Exportaciones de la Dirección General de Comercio Exterior.

c.- Documentos Requeridos.- Formulario de la Autorización para exportar (original y dos copias), debidamente refrendado por el Banco del exportador y registrado en el Banco Central de Reserva.

d.- Trámite que efectúa la dirección de exportaciones. Aprueba y entrega al exportador la autorización para exportar (dos copias). Ver en la figura 2 un ejemplo del documento obtenido.

C A P I T U L O I V

TAMAÑO Y LOCALIZACION DE PLANTA

4.1. TAMAÑO

El tamaño de planta es determinado considerando los factores más importantes para tal decisión.

4.1.1 TAMAÑO MINIMO ESTABLECIDO

Comparativamente la tecnología empleada para la elaboración de cemento portland gris y cemento portland blanco, comprenden los mismos procesos y las mismas operaciones unitarias, con ciertas especificaciones diferentes para la manufactura del cemento blanco.

Consideramos definitivamente que el método para la manufactura para este proyecto es el de vía seca que emplea el sistema LEPOL. Como se especifica posteriormente este proceso recomendado se diferencia del método de vía húmeda por el menor consumo de combustible. El factor tecnológico no limita las dimensiones de las plantas de producción de cemento, debido a que los equipos y aparatos empleados en el diseño son fácilmente encontrados en el mercado o son de diseño específico (Equipos Standards).

Existen relaciones generales de capacidad y consumo de energía que son empleadas para el diseño general de la planta.

4.1.2 RELACION TAMAÑO - MERCADO

El consumo de cemento blanco se ha venido incrementándose desde 1965, estancándose el consumo a partir de 1968. (Es el año en que se restringe las importaciones). La demanda de cemento blanco en el GRAN para 1980 se espera que sea 97202.870 TM, incrementándose progresivamente - para los años siguientes.

Dentro de los planes de ensanches de las plantas productoras de cemento blanco del GRAN; Cemento Blanco de Colombia S.A., incrementará su capacidad instalada en 20 TM/día. Esto hará posible que desde el año 1982 la capacidad instalada del GRAN sea 300 TM de producción de cemento diario. La selección según el mercado lo haremos de acuerdo a la demanda insatisfecha en el GRAN, no obstante el mercado podría incrementarse con el Grupo del ALALC y el mercado interno si es que se logra obtener un producto más barato que el que se encuentra actualmente.

C U A D R O 4.1

DEMANDA INSATISFECHA
(TONELADAS METRICAS)

AÑO	PRODUCCION MAXIMA	DEMANDA REAL ESTIMADA	DEMANDA INSATISFECHA
1979	92400	93682	1282
1980	92400	97202	4802
1981	92400	100577	8177
1982	99000	104298	5298
1983	99000	108049	9049
1984	99000	111483	12483

Si seleccionamos una planta de :9900 TM/AÑO de producción de clinker; significaría 10494 TM de cemento blanco y esta ríamos en capacidad de poder cubrir la demanda insatisfecha del GRAN hasta 1984. La capacidad de la planta en proyecto sería 30 TM de clinker, lo que significaría 31.6 TM/DIA de cemento blanco como máximo.

4.1.3 RELACION TAMAÑO - DISPONIBILIDAD DE RECURSOS

CALIZA

Esta materia prima básica para la formación de óxidos cálcicos que conforman los silicatos : mono, di y tri cálcicos, se encuentran en cantidades calculadas de reservas de 3'200,000 toneladas métricas.

Estas reservas no presentan mayores problemas para su extracción. Este volumen de caliza sería suficiente para producir clinker en una planta de 30 TM/DIA por 246 años.

ARCILLA

La disponibilidad de arcilla que cumple con los requerimientos para producir cemento blanco de las características antes mencionadas es de 420,000 toneladas, los que pueden ser explotados por métodos sencillos a tajo abierto. Con esta cantidad se podría producir clinker en la planta proyectada por 140 años.

YESO

Este material que tiene la finalidad de retardar -

la velocidad de fraguado para hacer del cemento un material maniobrable, existe en cantidades suficientes calculadas en 70,000 toneladas métricas.

Considerando que las canteras están dispuestas en un radio de 3 Km. y en la zona por donde pasa la carretera afirmada hacia el área de operación de Cemento Andino S.A., no presentan mayores problemas para la explotación de los mismos.

La selección de una planta de 30 TN/DIA de producción de clínker, permitirá que se realice una explotación controlada para que el proyecto pueda ser totalmente financiado y se puedan obtener ganancias después del tiempo de recuperación de inversión.

4.1.4 RELACION TAMAÑO - TECNICA E INVERSION

El requerimiento de mano de obra es el reflejo del grado de desarrollo tecnológico de la planta. La operación normal de la fábrica requiere de 57 personas de las cuales 7 son personal administrativo, 43 son personal obrero, operarios y técnicos, y 7 empleados. Este número de personas esta determinada para una planta de 9900 TN de producción de clínker al año.

En cuanto a la inversión, esta debe ascender a la cantidad de 1'344,610 dólares USA.

El sistema para cubrir la inversión requiere de

Inversión Pública	dólares	40%
-------------------------	---------	-----

Inversión Privada Nac.	dólares	30%
Inversión Privada Estr.	dólares	30%

Mediante este sistema se debe cubrir la inversión total del proyecto, esperando que las amortizaciones se hagan anualmente y correspondiente a un porcentaje que no afecte significativamente a los costos de producción.

4.2. DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA PLANTA

Realizado los análisis de mercado, recursos, técnica e inversión, llegamos a la conclusión de que la planta debe ser diseñada para tener una capacidad de producción mayor - que la demanda insatisfecha proyectada para el año 1980. (Fecha en que debería iniciar su operación normal), que asciende a 4802 TM. Considerando que la rentabilidad del proyecto se alcance en el menor número de años posible, cubriendo las necesidades del GRAN hasta 1984, consideraremos para el proyecto una planta de 9900 toneladas métricas anuales de capacidad para la producción de clinker; lo que significaría 10428 toneladas de cemento blanco al año.

4.3 LOCALIZACION

La localización de la planta estará determinada en función de la disponibilidad de materia prima, de combustible, de mano de obra y de infraestructura. Otro factor a considerar es de carácter político-económico, para crear polos de industrialización en el interior del país con la fi

nalidad de descentralizar las inversiones.

4.3.1 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS

A.- MATERIAS PRIMAS

En la región de la sierra central, las canteras de materiales se encuentran ubicadas a pocos kilómetros de la zona donde se podría considerar comprendida la construcción de una planta de cemento blanco. La caliza aflora a lo largo de 250 mts. de ancho tiene 200 mts. aproximadamente, y 40 mts. de alto.

La arcilla aparece también en canteras próximas y la cantidad con que se cuenta es de 420,000 TM dispuesto en 200 mts. de largo por 100mts. de espesor y 15 mts. de alto. El yeso está ubicado en cantidades suficientes en unas canteras con la necesaria cantidad como para ser explotada por 140 años.

En la región de Lima no existe disponibilidad de recursos calcareos de dichas características, cerca del área urbana. Si se desea considerar la planta en el área de Lima será necesario explotar y transportar las cantidades requeridas desde las cantera hacia la planta. Esto significa considerar un rubro por fletes en el transporte de materias primas. Debemos señalar que el costo por tonelada de caliza también sería afectada, por la naturaleza de este material ya que por cada tonelada de material alimentado al proceso sólo es aprovechable el 56% en peso, el resto -

se volatiliza en forma de CO_2 por la descomposición del CO_3Ca en CO_2 y CaO .

B.- MANO DE OBRA

El personal requerido para la operación normal de una planta de ésta naturaleza, salvo los obreros no calificados no es difícil de encontrar en la zona de la sierra (donde se instalaría la planta).

Los técnicos extranjeros, Ingenieros, Jefes de Departamento, Capataces de Grupo, Personal Directriz, Técnicos, así como , Obreros Calificados, tendrán que encontrarse en áreas de mayor desarrollo industrial.

SUELDOS Y SALARIOS MINIMOS

	OBREROS (Soles/día)	EMPLEADOS (Soles/mes)
TARMA	118	3,540
LIMA	150	4,500

No obstante los costos por personal obrero y empleado en Tarma podría considerarse con otros salarios.

C.- COMBUSTIBLE

La cantidad aproximada de Petróleo N° 5 que consume la planta es de 2500 galones/día. Para la operación normal requeriríamos de mantener una reserva calculada para - dos semanas de operación normal o sea 37,500 galones de petróleo, almacenados en dos tanques cilíndricos de 20,000 -

galones cada uno, o sea, 77 metros cúbicos cada uno, sus dimensiones serían de 4 metros de diámetro por 7 metros de altura aproximadamente. El surtido de combustible a la planta estará sujeto a los precios del producto más su transporte a los depósitos, siendo la diferencia principal en los fletes de transporte si es que la planta se instala en Lima o Tarma.

D.- ENERGIA

La planta podría abastecerse de su propio generador o de redes de conexión ya instalada, para lo cual en éste último caso deberá estar sujeta a los precios por cada Kwh. de energía. En caso de la instalación de un equipo generador significará un incremento en la determinación de los costos fijos. Las dos zonas en estudio podrían libremente elegir estas dos posibilidades.

4.3.2 UBICACION DE LAS CANTERAS

En el caso de la región de la sierra central éstas se encuentran cercanas a la zona geográficamente aceptable para instalar la planta. En caso de que la planta se localizara finalmente en Lima se necesitaría transportarlas, hacia el centro de producción.

4.3.3 VIAS DE COMUNICACION Y TRANSPORTE DISPONIBLE

a.- CARRETERAS .

a.- Lima - Oroya - Tarma

Esta vía constituiría la principal ruta para la COMUNICACION y el TRANSPORTE entre la zona de canteras y Lima como principal centro urbano. Esta carretera no ofrece problemas por interrupciones frecuentes.

b.- Lima - Oroya - Cerro de Pasco - Huánuco - Tingo María - Pucallpa.

Constituiría una ruta de tránsito para ser empleada en la explotación del mercado de la Selva para el caso en que la planta sea instalada en la sierra.

c.- Oroya - Jauja - Huancayo - Huancavelica - Cuzco Arequipa.

Esta carretera podría servir para explotar el mercado de la sierra central y sur del país.

B.- FERROCARRILES

a.- Dentro de los planes a corto plazo de ENAFER PERU está como próximo a ejecución el tendido a rieles de ferrocarril a la zona de Condorcocha, donde tiene su centro de operaciones la Empresa Cemento Andino S.A., productora de Cemento Portland Gris en la sierra. Este ferrocarril serviría para el transporte de materiales o los productos, conectándose con el ferrocarril central, hasta las aduanas del Callao.

4.3.4 INCENTIVOS POLITICO ECONOMICOS - D.L. 18350

La manufactura de cemento blanco está considerada como industria de Apoyo sectorial, dentro de las industrias - catalogadas de segunda prioridad. Produciría un insumo para las actividades productivas de construcción e industria.

A.- INCENTIVOS TRIBUTARIOS

Las Empresas Industriales ubicadas en el área de Lima y Callao y las instaladas o que se instalen fuera del área de Lima y Callao (según Planificación Territorial) pagarán en lo referente a importación los derechos fijados en el Arancel de acuerdo al siguiente régimen.

Segunda Prioridad	Lima y Callao	Otras Zonas
a) Bienes de Capital	30% del Arancel	15% del Aran.
b) Insumos	50% del Arancel	37.5%del Aran.

Las Empresas Industriales tiene la facultad de reinvertir, libre de impuesto a la renta, los siguientes porcentajes del saldo de su renta neta (porcentajes netos) 54.75% para las de segunda prioridad y 62.05% para las de primera prioridad.

B.- INCENTIVOS CREDITICIOS

La Banca Estatal de Fomento hará préstamos para bienes de capital y capital de trabajo hasta las industrias de tercera prioridad en condiciones más ventajosas que la tasa normal vigente. Estas tasas serán periódicamente determinadas, para cada prioridad por el Ministerio de Economía y Fi

nanzas, mediante resolución ministerial. Los plazos de amortización y de gracia para bienes de capital son : 3 a 4 años para la amortización y de 1 a 2 años el período de gracia correspondiente.

Las Empresas Industriales gozarán para capital de trabajo, - del incentivo de la tasa de interés preferencial, únicamente durante el plazo de amortización de 2 años para las de segunda prioridad.

C.- INCENTIVOS ADMINISTRATIVOS Y TECNOLOGICOS

Las Empresas Industriales de primera y segunda prioridad tendrán preferente apoyo del sector público nacional en lo siguiente :

a) Infraestructura Industrial, Comercial y Financiera :

i.- Centros Industriales incluyendo :

- Habilitación de Terrenos

Redes generales de agua y desagüe.

Redes generales de servicios de alumbrado y fuerza

Sistema de Transportes Terrestres.

Sistemas de Comunicaciones.

Servicios de acarreo de materiales, equipos y maquinarias.

Servicios de Seguridad e higiene industrial y cualquier otro tipo de servicio auxiliar.

ii.- Centros Habitacionales incluyendo :

Conjuntos habitacionales

Servicios generales de alumbrado, agua y desague

Posta médica

Servicios comerciales

Servicios bancarios y

Cualquier otro servicio auxiliar.

iii.- Centros Educativos, incluyendo :

Núcleos de Educación y

Centros de Formación Profesional

b) Venta de Insumos, dando preferencia a las Empresas Industriales de acuerdo a su prioridad y a su programa anual de producción aprobado.

c) Asistencia Tecnológica, dando preferencia a las Empresas Industriales de acuerdo a su prioridad y a la fecha de presentación de la solicitud, mediante prestaciones de los servicios siguientes :

- Investigación científica tecnológica, por el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas.

De personal técnico y/o especialistas.

Técnicos en métodos y procedimientos.

De racionalización y

De asesoría.

D.- INCENTIVOS POR DESCENTRALIZACION

Las Empresas Industriales instaladas o que se instalen fuera del área de Lima y Callao, gozarán, además de los incentivos normales y de las mejoras en los incentivos tributarios de importación mencionados antes, de los siguientes incentivos adicionales :

a) La deducción del 6.5% de la renta neta libre de Impuestos a la Renta, para las Empresas Industriales de segunda prioridad.

Para gozar de las mejores e incentivos adicionales, las Empresas Industriales deberán estar de acuerdo a la planificada distribución territorial de las actividades industriales.

Se entiende por Empresa Industrial instalada fuera de Lima y Callao a la ubicada a una distancia mayor de 100 Km. por vía terrestre, hacia el norte o hacia el sur, con punto de partida en la Plaza de Armas de Lima. Hacia el Este la distancia a considerar será de 67 Km. como corrección por condiciones adversas, debido a diferencia de altura respecto al nivel del mar.

4.4 LOCALIZACION RECOMENDADA

Los resultados preliminares de investigación de las canteras, la facilidad que ofrece para el transporte por la existencia de vías de comunicación, la facilidad para conseguir mano de obra no calificada, así como, la existen

cía de recursos físicos aceptables como para instalar una planta nos lleva a recomendar que la ubicación de la misma sea en la sierra central específicamente en el distrito de Condorcocha, Provincia de Tarma del Dpto. de Junin por los siguientes motivos :

Por la cercanía a los Yacimientos Calcareos.

Por su ubicación geográfica que permite llegar a diferentes centros de consumo con un flete relativamente bajo.

Por la disponibilidad de mano de obra calificada más barata que en Lima.

Por las ventajas que ofrece los dispositivos legales y que fomentan la descentralización de las unidades productivas.

C A P I T U L O V

TECNOLOGIA DE FABRICACION

5.1 SELECCION DEL PROCESO

Habiendo estudiado el análisis químico de las materias primas y hecho los cálculos del balance de materias que demuestran la factibilidad de elaboración del producto en referencia, pasemos a fijar el método más ventajoso de fabricación :

5.1.1 CONSIDERACIONES TECNICAS

El método de fabricación por vía seca requiere menos combustible que el de vía húmeda y es, por lo tanto , preferible cuando los componentes del crudo no son demasiado húmedos o pegajosos (en general es recomendable la vía seca cuando la humedad de los materiales está por debajo de 15 - 18%). El método de vía húmeda es preferible cuando se usan materias primas muy húmedas, pues la preparación de tales materias primas por vía seca ofrece dificultades.

Tratándose del método de vía seca hay que decidir - si es preferible emplear el horno vertical o el horno rota

torio : En el aspecto de calidad, el clinker obtenido en los modernos hornos verticales es equivalente al obtenido en los hornos rotatorios; los hornos verticales necesitan combustibles bajos en volátiles y solamente convienen en aquellos lugares en que se puede disponer de coque o an - tracita. Los hornos rotatorios pueden ser alimentados con carbón pulverizado procedente de hullas grasas y también con gas o aceites minerales.

5.1.2 CONSIDERACIONES ECONOMICAS

Teniendo como base una instalación con horno rotatorio de vía seca, montado y listo y que a la fecha alcanza un valor referencial de \$ 100/Tm/Clinker anual, precio sujeto a reajustes de inversión de 25% aproximadamente, para este nivel de producción; cuando se trata de vía húmeda los precios de las instalaciones son un 15% aprox. más elevados; en cambio, para una instalación de horno vertical viene a resultar un 20% más bajo.

5.1.3 SELECCION FINAL

Teniendo en cuenta las características físico-químicas de las materias primas, las consideraciones técnico económicas de selección del proceso y el factor de ubicación de la planta, se ha decidido usar en nuestro proceso de fabricación el método semi-seco, consistente en un horno rotatorio de longitud aproximadamente 25% menor que el de la vía seca, con precalentamiento del material en

una parrilla Lepol, que es alimentado con gránulos de harina cruda proveniente de un pelletizador.

La molienda del crudo y de cemento se hará en el mismo molino, por lo que la producción será planeada en base a los requerimientos de harina cruda y/o cemento.

Según esto último las producciones de crudo y cemento en el molino deberá ser mayor de la especificada en el balance global de materias, el cual considera un flujo continuo de materiales.

5,2 ETAPAS DEL PROCESO

Especificaremos las modificaciones físicas y químicas que sufren los materiales a su paso por las diferentes etapas del proceso, así como una descripción de cada etapa.

Asimismo, indicaremos los diseños de los equipos principales necesarios para cada etapa.

5.2.1 EXPLOTACION DE CANTERAS

Consiste en la extracción de material útil para el proceso de fabricación; la composición del material obtenido debe permitir una preparación sencilla y una trituraación cómoda, así como una molienda fácil y una buena aptitud de reacción durante la cocción.

La explotación se hará por capas, cuesta abajo, en

el caso de las dos canteras; la limpieza previa de las canteras se hará con tractor alquilado, y la extracción propiamente dicha se hará por voladuras de explosivos.

El trabajo de extracción se hará en un sólo turno de día por lo que debe programarse su producción acorde con los requerimientos de planta, es decir :

$$\frac{30 \text{ ton. de clinker}}{\text{día}} \times \frac{1.6 \text{ ton. de crudo}}{\text{ton. de clinker}} \times \frac{330 \text{ días}}{\text{año}} = 15,840$$

Esto debe programarse en 300 días de operación/año

$$\frac{15,840}{300} = 52.8 \text{ ton/día}$$

Considerando un 50% de sobre dimensionamiento por las demoras en limpieza, inicio de labores y pérdidas de tiempo en general :

$$52.8 \times 1.50 = 79.2 \text{ TM/DIA.}$$

o aproximadamente : 10 TM/HORA.

Se requiere :

- Una compresora de perforación (4 atm. de presión) con brocas de 60 mm. para colocar los explosivos en las rocas a volar.
- Un caterpillar Traxcavator de llantas para limpiar capas de desmonte y cargar al volquete para su eliminación,

así como para carguío de caliza y arcilla o clinker y yeso.

- Un volquete Volvo N-88, capacidad 12 TM/Viaje, para transporte de materias primas a la trituradora y/o a las tolvas de alimentación al molino.

5.2.2 TRITURACION

Dada las características de nuestra materia prima - se requiere una trituradora de compresión, por lo que se - ha seleccionado una trituradora de mandíbula tipo Dodge, la que se caracteriza por su simplicidad, bajo costo y facilidad de ajuste y mantenimiento; debido al restringido movimiento de la mandíbula oscilante en la descarga, esta maquina dá un producto muy uniforme siempre y cuando el abastecimiento de material se conserve bajo de cierto límite. Este tipo de trituradora permite un alto grado de reducción y es ideal para aplicaciones donde se necesitan bajas capacidades como es nuestro caso.

El trabajo de la trituradora consiste en reducir de tamaño los materiales que llegan en tamaños de hasta 30 cms., a partículas de tamaño máximo 2 cms. (reducción 15:1). Se requiere una chancadora de capacidad 10 TM/hora para permitir trabajar esta etapa también en un sólo turno diario de 8 horas, lo cual abastecerá holgadamente los requerimientos de producción.

5.2.2 ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

Se realizará en tolvas con capacidades de 115, 30, 90, y 5 Tm. para caliza, arcilla, clinker, yeso respectivamente, lo cual está calculado para 3 días de alimentación al molino de Crudo/Cemento según corresponda.

El material que cae de las tolvas se recibe en la balanza dosificadora respectiva para alimentar por fajas al molino.

Además, se ha reservado una cancha de 200 mts.² de área (20 x 10 mts.) para almacenamiento de materias primas trituradas (stock adicional de 350 TM) suficiente para 7 días de molienda de crudo, en previsión de las lluvias y otros factores que podrían afectar la trituración de materiales y, en consecuencia, la continuidad del proceso.

5.2.4 SECADO

Consistente en la eliminación de la humedad que traen consigo las materias primas, y que en la mezcla llega al 5%. Esta operación se logra en una torre de secado por cuya parte inferior ingresan los gases de combustión procedentes de la parrilla Lepol, los que se ponen en contacto en contracorriente con las materias primas que por gravedad caen de la parte superior de la torre. Se promueve así un intercambio de calor suficiente para obtener una alimentación al molino con 0.30 - 0.40% de humedad; - pasando los gases a su salida por un ciclón recuperador -

del polvo que arrastran a su paso por la torre.

El movimiento de los gases es originado por la presión diferencial (800 mm. H₂O) del ventilador de tiro del horno. Para demostrar la factibilidad de esta operación - se ha hecho un balance térmico, como sigue :

A) Calor disponible de gases :

Temperatura entrada a la torre = $t_1 = 200^\circ\text{C}$

Temperatura salida de la torre = $t_2 = 100^\circ\text{C}$

$t = 100^\circ\text{C}$

Calor específico medio

$$= C_{em} = 0.330 \frac{\text{KCal}}{\text{Kgr} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Valores típicos para gases de horno Le - pol.

Densidad normal

$$= d_n = 1.3121 \frac{\text{Kgr}}{\text{Nm}^3}$$

$$\text{Flujo de gases} = \dot{q} = 99,900 \frac{\text{Nm}^3}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ hrs.}} \times 1.3121 \frac{\text{Kgr}}{\text{Nm}^3}$$

$$\dot{q} = 5,462 \text{ Kgr/hora}$$

$$\text{Calor disponible} = H_G = \dot{q} \times C_{em} \times t$$

$$= 5,462 \frac{\text{Kgr}}{\text{hora}} \times 0.330 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kgr} \cdot ^\circ\text{C}} \times 100^\circ\text{C}$$

$$H_G = 180,246 \text{ KCal/Hora.}$$

B) Calor necesario para secar materias primas :

Temperatura de entrada a la torre = $t_1=15^\circ\text{C}$

$t = 70^\circ\text{C}$

Temperatura salida de la torre = $t_2=85^\circ\text{C}$

Calor específico de la mezcla de crudo

Aplicando:
 $C_p=0.180 + 0.00006 t$
y considerando humedad del material.
 $C_{em}=0.220 \frac{\text{KCal}}{\text{Kgr} \cdot ^\circ\text{C}}$

Humedad a eliminar = $h = 5\% \text{ H}_2\text{O}$

Alimentación = $m = \frac{48 \text{ TMS}}{\text{día}} \times \frac{1}{1-0.05} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ hrs.}} \times \frac{1000 \text{ Kgr.}}{1 \text{ TM}} = 2,105 \text{ Kgr/hrs.}$

Calor sensible para calentamiento del crudo húmedo :

$$H_R = m \times C_{em} \times \Delta t$$

$$H_R = 2,105 \frac{\text{Kgr}}{\text{hora}} \times 0.220 \frac{\text{KCal}}{\text{Kgr} \cdot ^\circ\text{C}} \times 70^\circ\text{C}$$

$$H_R = 32,417 \text{ KCal/hora.}$$

Calor latente de vaporización del agua :

La planta estará ubicada a 3,860 m.s.n.m., lugar donde la presión atmosférica es de 478 mm. Hg (temperatura de ebullición del agua = 87.5°C).

El ventilador de tiro origina una presión diferencial

de 800 mm. H₂O, por lo que la succión en la torre será de aproximadamente 700 mm. H₂O, es decir : $\frac{700}{13.6} = 51 \text{ mmHg.}$

Luego, la presión dentro de la torre será :

$$P_t = 478 - 51 = 427 \text{ mm. Hg.}$$

A esta presión, la temperatura de ebullición del agua es 85°C (Tablas de presión de vapor).

Aplicando la correlación de Watson :

$$L_{V2} = L_{V1} \left[\frac{T_c - T_2}{T_c - T_1} \right]^{0.38}$$

$$H_{LV} = 540.5 \left[\frac{374.15 - 85}{374.15 - 100} \right]^{0.38}$$

$$H_{LV} = 552 \text{ KCal/Kgr.}$$

Luego, el calor necesario para eliminar humedad - (por vaporización) :

$$H_{LV} = 552 \frac{\text{KCal}}{\text{Kgr}} \times 48 \frac{\text{TM}}{\text{día}} \times \frac{0.05}{1 - 0.05} \times \frac{1000 \text{ Kgr}}{\text{TM}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ hrs.}}$$

$$H_{LV} = 58,105 \text{ KCal/hora.}$$

En consecuencia, el calor necesario total será :

$$\begin{aligned} H_{NT} &= H_R + H_{LV} \\ &= 32,417 + 58,105 \end{aligned}$$

$$H_{NT} = 90,522 \text{ KCal/hora.}$$

Con lo que se demuestra la factibilidad de secado de materias primas con los gases provenientes del horno, ya que:

$$H_G \text{ (calor disponible)} > H_{NT} \text{ (calor necesario)}$$

Debemos indicar que las paredes interiores de la torre irán revestidas de ladrillo refractario de gran resistencia a la abrasión, y de resistencia relativamente baja al esfuerzo térmico, por lo que se ha seleccionado el ladrillo refractario silico - aluminoso REPSA, recomendado para condiciones de operación moderadas.

Las dimensiones de la torre son de 4 mts. alto x 1.50 mts. \varnothing , siendo la superficie interna a revestir :

$$\begin{aligned} S_i &= \pi \times D \times L = \pi \times 1.50 \times 4 \\ &= 18.85 \text{ mt}^2 \end{aligned}$$

Un ladrillo refractario standard* cubre 0.018 mt²

$$\text{Luego : N}^\circ \text{ ladrillos} = \frac{18.85 \text{ mt}^2}{0.018 \text{ mt}^2/\text{ld.}}$$

* Información de Fabricantes.

Nº ladrillos = 1,047 ladrillos

Cuando no se requiere secar material (molino parado o en operación cemento), los gases que salen de la parilla Lepol llegan por un by-pass al ciclón, al filtro de mangas y de allí al ventilador de tiro; a lo largo de esta tubería by-pass se instalará una ducha de agua sobre el ciclón para enfriar los gases con el fin de no quemar las lonas de las mangas del filtro, y principalmente, en resguardo del rodete del ventilador de tiro.

El volumen de agua, no potable, necesaria para este enfriamiento, es equivalente a la humedad que se elimina en el secado de materias primas.

El secado de las materias primas es continuo con el funcionamiento del horno, independiente de que el molino trabaje con crudo o cemento.

5.2.5 MOLIENDA DE CRUDO

Como se dijo anteriormente, la molienda de crudo y cemento se realizará con el mismo molino, debiendo planificarse la operación del Molino como sigue :

$$\begin{aligned} \frac{\text{TIEMPO DE MOLIENDA DE CRUDO}}{\text{TIEMPO DE MOLIENDA DE CEMENTO}} &= \frac{\text{PRODUCCION DE CRUDO}}{\text{PRODUCCION DE CEMENTO}} \\ &= \frac{48 \text{ TM/día}}{31.6 \text{ TM/día}} \\ &= 1.52 \end{aligned}$$

Escogiendo como base una operación continuada de 6 días, en molienda de Cemento, la operación del molino se planifica como sigue :

<u>PERIODO</u>	<u>OPERACION</u>
6 días	Molienda de Cemento.
1 día	Mantenimiento y Reparación. - Cambio de Operación
9 días	Molienda de Crudo.
1 día	Mantenimiento y Reparación. - Cambio de Operación
6 días	Molienda de Cemento

Para la alimentación al Molino se dispone de 4 balanzas.

<u>CANTIDAD</u>	<u>RANGO</u> <u>TM/HR</u>	<u>U S O</u>	
		<u>Molienda de Crudo</u>	<u>Molienda de Ce</u> <u>mento</u>
2	0 - 2	Dosificación de caliza.	Dosificación de Clinker
1	0 - 1	Dosificación de arcilla	.-
1	0 - 0.1	.-	Dosificación de Yeso.

La balanza de arcilla podría utilizarse opcionalmente para dosificar clinker o yeso en molienda de cemento.

El molino posee dos cámaras :

-La primera, de molienda gruesa, por donde recibe la alimentación, que cae de la torre de secado y el retorno del separador, con una carga de bolas de porcelana de tamaño medio de 60 mm. de \varnothing ; su longitud es el 35% de la longitud total del molino.

-La segunda, de molienda fina, con carga compartida de cylpebs y bolas de porcelana de 20 mm. \varnothing ; su longitud es el 65% de la longitud total del molino.

En ambas cámaras las paredes estarán revestidas de adoquines (placas) de sílex para evitar la contaminación del material a moler con fierro metálico del desgaste de los cuerpos de molienda y el relleno de carga molturante es del 33 y 30% para las cámaras 1 y 2 respectivamente, con una parrilla de separación entre ambas cámaras para mantener la clasificación de tamaños de bolas.

Siguiendo el proceso, la descarga del molino llega mediante canaleta al elevador que lo alimenta al clasificador de partículas: Las partículas gruesas (tamaño mayor de 100 micras) retornan al molino y las partículas finas constituyen el producto deseado, ya sea harina cruda o cemento. Existe un sistema de ciclón con colector de polvo (filtro mangas) para recuperar el polvo arrastrado con los gases o con el aire de los ventiladores que dan aire de transporte en las canaletas, al final de esta etapa hay un embudo que distribuye ya sea la harina cruda a los silos de homogenización mediante canaleta, o el cemen

a los silos de almacenamiento mediante faja transportadora cubierta de la intemperie.

De acuerdo a lo planificado, en 6 días de operación en molienda de cemento, la producción debe abastecer para 17 días de despacho o sea :

$$\frac{17}{6.0} \times 31.6 = 98.5 \text{ TM/día}$$

En el caso de crudo, debe abastecer para 17 días de consumo en el horno :

$$\frac{17}{9.0} \times 48.0 = 90.7 \text{ TM/día}$$

O sea que, en promedio, requerimos una producción teórica mínima de 90 TM/día. Ya que este es un valor bastante ajustado y los expertos en esta industria recomiendan sobredimensionar hasta un 50%, tendremos :

$$\begin{aligned} \text{Produccion del Molino} &= 90 \times 1.50 = 135 \text{ TM/día} \\ &= \text{Producción} = 5.625 \text{ TM/día} \end{aligned}$$

Para determinar las dimensiones, haremos uso del dato del consumo específico de energía que para este tipo de molinos es de aproximadamente 40 Kw - hr/TM., con lo que obtenemos para nuestro molino :

$$\text{Energía requerida} = \frac{40 \text{ Kw - hr}}{\text{TM}} \times \frac{5.625 \text{ TM}}{\text{hr}}$$

$$\text{Energía requerida} = 225 \text{ Kw.}$$

Utilizando este dato en la fórmula :

$$\text{Energía (Kw)} = 7.15 (\text{Di}^{2.5}) L$$

Y usando el valor aconsejado para este nivel de producción la relación de longitud a diámetro :

$$\frac{L}{\text{Di}} = 3.5$$

Tendremos :

$$225 = 7.15 (\text{Di})^{2.5} (3.5 \text{ Di})$$

$$225 = 25.025 \text{ Di}^{3.5}$$

$$\text{Di} = (899)^{1/3.5} = (8.99)^{0.2857142}$$

$$\text{Di} = 1.87 \text{ mts.}$$

$$L = 6.55 \text{ mts.}$$

De este modo obtenemos las características de nuestro molino :

	<u>CAMARA 1</u>	<u>CAMARA 2</u>	<u>TOTAL</u>
Longitud, mt.	2.30	4.25	6.55
Volumen interno, mt ³	6.33	11.67	18.00
Carga molturante:			
Volumen relleno, mt ³	2.10	3.50	5.60
Carga relleno TM (=1.90TM/mt ³)	4.00	6.65	10.65

La velocidad nominal del molino sera :

$$N = \frac{31}{\sqrt{D_i}} = \frac{31}{\sqrt{1.87}} = 22.7 \text{ r.p.m.}$$

Velocidad que corresponde al 75% de la velocidad crítica (velocidad de centrifugación).

El sistema en general corresponde a un molino por gravedad, en circuito cerrado, y con separador de finos.

5.2.6 HOMOGENIZACION

Es una operación de mezcla y aireado de la harina cruda, dentro de un silo de concreto, para absorber y reducir las diferencias en composición que se ocasionen por variación de las materias primas o fallas en la dosificación de balanzas durante la molienda del crudo. Emplearemos el procedimiento neumático, que está basado en el principio de "fluidificación" del polvo, por el cual un polvo sometido a una presión de aire tal que la corriente sea dirigida de abajo arriba, adquiere propiedades físicas que le hace parecer a un fluido.

Específicamente, utilizaremos el sistema Fuller, como sigue : El fondo del silo está dividido en 4 partes (cuadrantes) y la distribución de aire se efectúa de tal forma que uno de los cuadrantes está siempre sometido a una presión superior a la de los otros. El cuadrante de alta presión (N° 1) pasa a ser el N° 2 después de un cierto tiempo y así sucesivamente, el control del tiempo y el cambio de cuadrante están sincronizados para realizarse automáticamente.

mente. El polvo está sometido a un movimiento de rotación vertical aumentando con un movimiento de rotación horizontal. Las dos acciones procuran una homogenización eficaz, garantizando la uniformidad del material tanto en el aspecto de composición química como en el de características físicas de finura (superficie específica) y tamaño de partícula, en beneficio de las operaciones de peletizado y calcinación.

Utilizaremos un silo de 200 TM (mínima capacidad de silos de concreto); siendo la densidad de harina cruda : -- 1.000 TM/mt³ y V = 200 mt³.

Para estas dimensiones se usa : $\frac{H}{D} = 1.5$

$$\text{Luego : } V = \frac{\pi D^2}{4} H = 200$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} (1.5D) = 200$$

$$\text{Diámetro} = D = 5.54 \text{ mt.}$$

$$\text{Altura} = H = 8.31 \text{ mt.}$$

La presión de aire necesaria debe vencer la altura de polvo :

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi}{4} (5.54)^2 = 24.10 \text{ mt.}^2$$

$$P = \frac{200.000 \text{ Kgr}}{24.10} = 8,300 \text{ Kgr/mt.}^2$$

$$o \quad P = 11.8 \text{ lb/pulg}^2$$

La compresora a utilizarse deberá proporcionar una presión del orden de la 16 lbs/pulg² mínimo para obte -
ner la presión requerida en silo, suponiendo una caída de
presión por tuberías y accesorios del 25% de la presión -
de descarga de la compresora.

El caudal de aire se obtiene por escalamiento a
partir de equipos similares de mayores dimensiones, que -
tutilizan el caudal específico de 1.5 mt³ aire/hora/TM harina
na en silo.

Luego :

$$Q = \frac{1.5 \text{ mt}^3 \text{ aire/hora}}{\text{TM}} \times 200 \text{ TM} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min.}}$$

$$Q = 5 \text{ mt.}^3 \text{ aire/min.}$$

Es importante indicar que el aire utilizado debe es
tar exento de aceite para evitar la obturación de las pla-
cas porosas a través de las cuales penetra el aire al silo;
por otro lado un exceso de presión o caudal de aire en el
silo produce exceso de burbujas de aire cuya presencia per
judica la homogenización.

- Del silo de Homogenización, por rebose, sale el material
y llega por canaletas de transporte a los 2 silos de hari-
na cruda, que en conjunto deben tener una capacidad de :

$$90 \text{ TM/día} \times 9 \text{ días} = 810 \text{ TM.}$$

Considerando un 30% de sobredimensionamiento, por seguridad :

$$810 \times 1.30 = 1,053 \text{ TM}$$

O sea, cada silo debe tener una capacidad de 525TM, con descarga por su base inferior al alimentador rotativo de la balanza que dosifica el peletizador.

Dimensiones de cada silo de crudo :

Densidad aparente del crudo ensilado : 1.05TM/Mt³.

$$\begin{aligned} \text{Volumen del silo} &= \frac{525 \text{ TM}}{1.05\text{TM/Mt}^3} \\ &= 500 \text{ mt}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Usando una relación : } \frac{\text{Altura (H)}}{\text{Diámetro (D)}} = 1.8$$

$$500 = \frac{\pi}{4} D^2 (1.8) D$$

$$\text{De donde : } \underline{\underline{D = 7.07 \text{ mts.}}}$$

$$\underline{\underline{H = 12.73 \text{ mts.}}}$$

5.2.7 PELETIZADO

Consiste en la granulación de la materia prima en no dulos (pellets) de aprox. 10 mm. de diámetro añadiendo un promedio de 13% de agua a la harina cruda proveniente de la

balanza de alimentación.

Esta operación se realiza en un "plato granulador", el cual está constituido por un disco giratorio inclinado 50° con la horizontal, de diámetro de 1.00 mt. y un borde de 0.20 mt. la velocidad práctica para este plato es de 20 r.p.m., con lo que se puede conseguir gránulos de buena resistencia al shock térmico. Los gránulos así formados se descargan a la parilla Lepol.

Experimentalmente se ha hecho un ensayo de plasticidad habiéndose conseguido gránulos de buena consistencia, (que no se rompen por choque térmico y son resistentes a la abrasión) lo cual era de esperarse por el contenido de aprox. 20% de arcilla plástica en la harina cruda.

5.2.8 CALCINACION

Constituye la fase fundamental de la fabricación del cemento, por llevarse a cabo las transformaciones de la harina cruda que la convierten en el producto intermedio denominado clinker, poseedor de las características químicas principales que definen la calidad final del cemento.

El horno es objeto de una permanente y atenta vigilancia, porque las condiciones en que trabaja (temperatura, presión, características de la harina cruda, producción) deben mantenerse dentro de límites estrechos.

Nuestro sistema de horno consiste de dos partes :

- La parrilla Lepol.- Consiste en una parrilla metálica móvil, en la cual se opera el secado y el principio de la descarbonatación de la materia cruda granulada. Los gránulos caen por un embudo que alimenta la parrilla en todo su ancho (1.00 mt) con una capa de unos 15 cm. de espesor; dicha parrilla, compuesta de elementos metálicos resistentes al calor y a la abrasión, se desplaza a una velocidad lineal de aprox. 20 cm/min.

La caja que contiene la parrilla está dividida en dos cámaras :

1° La cámara de descarbonatación, que recibe los gases del horno a una temperatura próxima a los 1,000°C, de donde los gránulos caen parcialmente descarbonatados al horno.

2° La cámara de desecación, en la cual los gases vuelven a atravesar la parrilla y la capa de gránulos húmedos y fríos en ella extendida por el embudo de alimentación.

El paso de los gases calientes a través de la capa de nódulos conduce a un intensivo cambio de calor, permitiendo este paso de los gases a través de los nódulos, una mejora del intercambio de calor y evitando un shock térmico demasiado violento que desharía los gránulos húmedos que llegan sobre la parrilla.

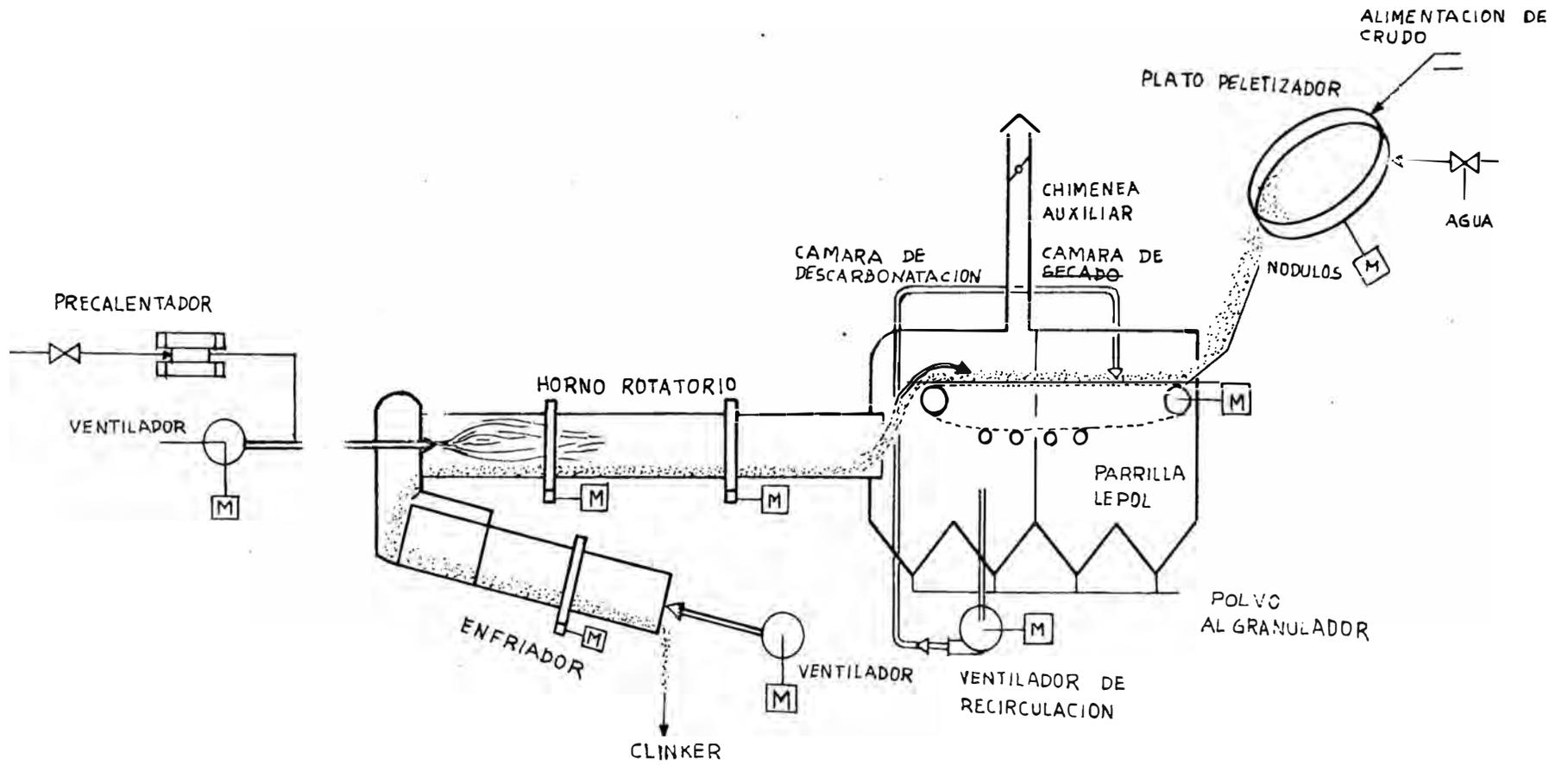


DIAGRAMA DEL HORNO POLYSIUS

La escasa cantidad de materia prima que logra atravesar la parrilla es recirculada al granulador.

Las paredes de estas cámaras están revestidas de la drillo refractario ALUSITE para las condiciones de abrasión y shock térmico existentes. El requerimiento de la drillos es de aprox. 4 veces mayor que para la torre de secado, es decir 4,188 ladrillos.

- El horno rotatorio.- Los gránulos desecados y parcialmente descarbonatados son introducidos en el horno por su parte superior y se dirige a la salida bajo los efectos combinados de la gravedad y de la rotación del horno. El avance del material se consigue con la inclinación de 5% con respecto a la horizontal a medida que avanza hacia la salida encuentra gases cada vez mas calientes hasta que llega a la zona de clinkerización, en la que se da lugar a la formación de 20 - 25% de líquido rico en aluminatos cálcicos (1,200 - 1,300°C), luego de la formación de silicatos cálcicos con desaparición progresiva de CaO (hacia 1,450°C). Luego de pasar por una zona de enfriamiento inmediatamente debajo de la tobera de inyección de aire y combustible, el clinker formado cae a un enfriador rotatorio, provisto de aletas y levantadores, a la salida del cual es triturado y descargado a una temperatura de aprox. 150°C.

A excepción de la zona de clinkerización, el interior del horno y enfriador están revestidos de ladrillo refractario ALUSITE. En la zona de clinkerización se utili-

za el VARNON-S, por sus buenas propiedades de resistencia -
térmica y a la abrasión.

Como se verá, los refractarios usados son del tipo -
sílico aluminosos para evitar contaminación de nuestro pro-
ducto por desprendimiento de ladrillos conteniendo componen-
tes pigmentantes.

Para el estudio de la combustión en el horno, se con-
sidera que el petróleo a usarse (Petróleo Industrial N° 5),
contiene: 11% H₂ y 89% de C, con un poder calorífico neto -
de 10,000 KCal/Kgr combustible.

BALANCE DE MATERIA :

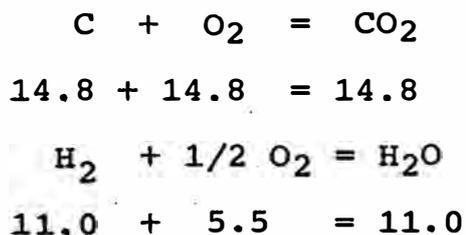
Base : 1 Kgr. de clinker.

Se asume, por referencias bibliográficas, un consumo de -
2,000 Kcal/kgr de clinker, es decir : $\frac{0.2 \text{ Kgr petróleo}}{\text{kgr clinker}}$

$$\text{C} : 0.2 \times 0.89 = 0.178 \text{ Kgr} = 14.8 \text{ mol-gr de C}$$

$$\text{H}_2 : 0.2 \times 0.11 = 0.022 \text{ Kgr} = 11.0 \text{ mol-gr de H}_2$$

Oxígeno teórico necesario :



$$\text{T O T A L} = 20.3 \text{ mol-gr de O}_2$$

$$\text{Aire teórico necesario} = 20.3 \times \frac{1.00}{0.19^*} = 113.2 \text{ mol-gr de aire.}$$

$$\text{Considerando 6\% de exceso} = 113.2 \times 1.06 = 120 \text{ mol-gr de aire.}$$

Cálculo de gases de salida : (Base : 1 Kgr de clinker)

$$\text{P.I. de harina cruda} = (0.8 \times 43.51 + 0.2 \times 3.66) = 35.54\%$$

$$\frac{\text{Kgr de harina cruda}}{\text{Kgr de clinker}} = \frac{1.00}{1.00 - 0.3554} = 1.55$$

$$\% \text{ de CaCO}_3 \text{ en crudo} = 77.6\%$$

$$\text{Humedad de gránulos} = 13.0\%$$

Luego:

- CO₂ de harina cruda

$$0.776 \times 0.44 \times 1.55 \times \frac{1000}{44} = 12.0 \text{ mol-gr de CO}_2$$

- CO₂ del combustible = 14.8 mol-gr de CO₂

- H₂O de harina cruda

$$0.130 \times 1.55 \times \frac{1.000}{18} = 11.2 \text{ mol-gr de H}_2\text{O}$$

- H₂O del combustible = 11.0 mol-gr de H₂O

* En el lugar de ubicación de la fábrica se considera el aire con 81% N₂ y 19% O₂.

- N₂ del aire :

$$120.0 \times 0.81 = 97.2 \text{ mol-gr de N}_2$$

- O₂ del aire (exceso)

$$(120.0 \times 0.19) - 20.3 = 2.5 \text{ mol-gr de O}_2$$

$$\text{TOTAL DE GASES} = 148.7 \text{ mol-gr/Kgr de clinker}$$

$$\text{En C.N.} = V_o = 148.7 \times \frac{22.4}{1,000} = 3.33 \text{ N m}^3 \text{ de gas/kgr de clinker.}$$

Flujo de gases de combustión :

$$q = 3.33 \frac{\text{Nm}^3 \text{ de gas}}{\text{Kgr de clinker}} \times 30,000 \frac{\text{Kgr de clinker}}{\text{día}}$$

$$q = 99,990 \text{ Nm}^3/\text{día}$$

Sobredimensionando un 30% , la capacidad del ventilador de tiro deberá ser de 90 Nm³/min.

Para el diseño del horno ha de considerarse solamente los gases antes de la parrilla Lepol.

$$\text{Gases del horno} = (148.7 - 11.2) \times \frac{22.4}{1,000} = 3.08 \text{ Nm}^3 \text{ de gas/kgr clinker}$$

$$\underline{\underline{\text{GASES DEL HORNO} = 92,400 \text{ Nm}^3/\text{día}}}$$

Para hornos Lepol se recomienda producción específica de -

1.3 TM/mt³-día; el volumen interno del horno será :

$$V_i = \frac{30 \text{ TM/día}}{1.3 \text{ TM/día-mt}^3} = 23.08 \text{ m}^3$$

El volumen de gases a las condiciones del horno :

$$V = V_0 \times \frac{T}{T_0} \times \frac{P_0}{P} = 92,400 \times \frac{1,200 + 273}{25 + 273} \times \frac{760}{444*}$$

$$\frac{500 \text{ mm H}_2\text{O}}{13.6} = 37 \text{ mmHg} ; \quad (478 - 37 = 441 \text{ mmHg})$$

$$V = 787,106 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{86,400 \text{ seg}}$$

$$V = 9.11 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

Luego, el área del horno :

$$A = \frac{V}{V_L} \frac{\text{gases que pasan por el horno, m}^3/\text{seg}}{\text{velocidad lineal de gases, recomendado 4m/seg.}}$$

$$A = \frac{9.11 \text{ m}^3/\text{seg}}{4\text{m/seg}} = 2.2775 \text{ m}^2$$

La longitud :

$$L_h = \frac{V_i}{A} = \frac{23.08 \text{ m}^3}{2.2775 \text{ m}^2} = 10.13 \text{ m}.$$

El diámetro:

* Presión absoluta dentro del horno

$$D_i = \frac{4 A}{\pi} = \frac{4 \times 2.2775}{\pi}$$

$$D_i = 1.70 \text{ m.}$$

Considerando 0.20 mt. de revestimiento refractario :

$$\text{Diámetro externo} = D_e = 1.70 + 0.40$$

$$D_e = 2.10 \text{ mt.}$$

El área superficial a revestir de ladrillos refractarios - en el horno será :

$$S_i = \pi \cdot D_i \cdot L = \pi \times 1.70 \times 10.13$$

$$S_i = 54.10 \text{ mt}^2$$

$$\text{Luego : No ladrillos} = \frac{54.10 \text{ mt}^2}{0.018 \text{ mt}^2/\text{ld.}}$$

No de ladrillos = 3,006 ladrillos. De los cuales el 40% será del tipo VARNON-S a emplear en la zona de sinterización y el resto del tipo ALUSITE.

El enfriador rotatorio es del mismo diámetro de horno, pero de longitud aprox. 2/3 de la del horno :

$$L_e = 2/3 \times 10.13$$

$$L_e = 6.75 \text{ mt.}$$

El número de ladrillos REPSA-18, necesarios para revestir el enfriador rotatorio será, en consecuencia :

No ladrillos = $2/3 \times 3,006$

No ladrillos = 2,004 ladrillos.

El aire para la combustión será proporcionado por un ventilador de capacidad :

$$Q = \frac{120 \text{ mol-gr de aire}}{\text{Kgr de clinker}} \times \frac{28.96 \text{ gr de aire}}{1 \text{ mol-gr de aire}} \times \frac{30,000 \text{ Kgr clinker}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ hrs.}}$$

$$Q = \frac{120 \text{ mol-gr aire}}{\text{Kgr clinker}} \quad \frac{28.96 \text{ gr}}{\text{mol-gr}} \quad \frac{30,000 \text{ Kgr clinker}}{\text{día}} \quad \frac{\text{día}}{1,440 \text{ min.}} \quad \frac{1}{1.293 \frac{\text{Kgr}}{\text{Nm}^3}} \quad \frac{1 \text{ Kgr}}{1,000 \text{ gr}}$$

$Q = 56. \text{ Nm}^3/\text{minuto.}$

Este ventilador debe trabajar a una presión diferencial de 300 mm. H₂O (menor que el tiro del horno) para que pueda tomar el aire caliente del enfriador e inyectarlo junto con el aire primario por la tobera de inyección del combustible.

El clinker que sale del enfriador se recibe en una cancha de almacenamiento, protegida, para darle el tiempo de enfriamiento y maduración (aprox. 15 días) previo a la molienda.

5.2.9 MOLIENDA DE CEMENTO

Los detalles de equipo y operación se han indicado en la parte 5.2.5 (Molienda de Crudo). Solamente indicaremos -

que además de la blancura, es importante controlar la dosificación del yeso para mantener un tiempo de fraguado constante, así como el control de temperaturas, otro control - importante e inmediato es de superficie específica (finura) y tamaño de partícula (% retenido sobre malla 4,900) . Con estos controles inmediatos y moliendo clinker de buena calidad obtenido en las etapas anteriores, está garantizada la calidad final del cemento.

5.2.10 EMBOLSADURA Y DESPACHO

El cemento almacenado en 2 silos de capacidad conjunta :

$$90 \text{ TM/día} \times 6 \text{ días} = 540 \text{ TM.}$$

Considerando un sobredimensionamiento de 30%, por seguridad:

$$540 \times 1.30 = 702 \text{ TM.}$$

O sea, cada silo debe tener una capacidad de 350 TM.

Dimensiones de cada silo de cemento :

Densidad aparente del cemento ensilado = 2.80 TM/mt³.

$$\text{Volumen del silo} = \frac{350 \text{ TM}}{2.80 \text{ TM/mt}^3}$$

$$V = 125 \text{ mt}^3.$$

$$\text{Empleando una relación} = \frac{\text{altura (H)}}{\text{Diámetro (D)}} = 1.8$$

$$125 = \frac{\pi}{4} D^2 (1.8 D)$$

De donde :

$$D = 4.45 \text{ mts.}$$

$$H = 8.00 \text{ mts.}$$

De estos silos se descarga a la máquina de embolsar, la que con un control incorporado de balanza, garantiza un contenido neto de 42.5 Kgr/bolsa.

El régimen de despacho será de :

$$\frac{540 \text{ TM}}{14 \text{ días}^*} = 39 \text{ TM/día}$$

Significa entonces que para atender despachos en un solo -- turno diario de 8 horas de trabajo, la capacidad de nuestra máquina de mbolsadura será de :

$$\frac{39 \text{ TM/día}}{8 \text{ horas/día}} = 5 \text{ TM/hora}$$

Lo que, sobredimensionado en 30% dá :

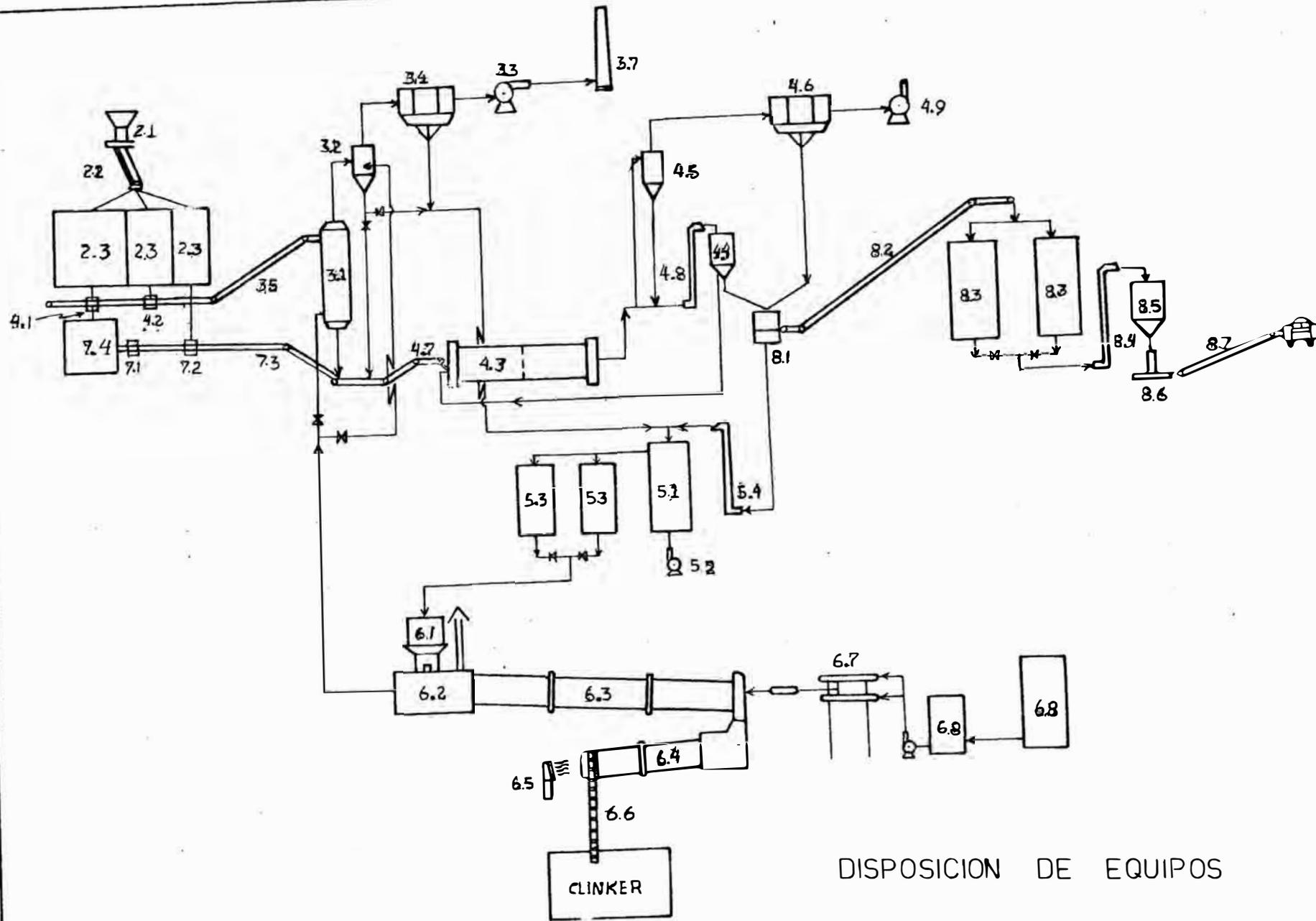
$$\text{Producción} = 6.5 \text{ TM/hora}$$

* En 17 días descontamos 3 días para mantenimiento de embolsadura y descanso del personal.

C U A D R O

RESUMEN DE LOS REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS

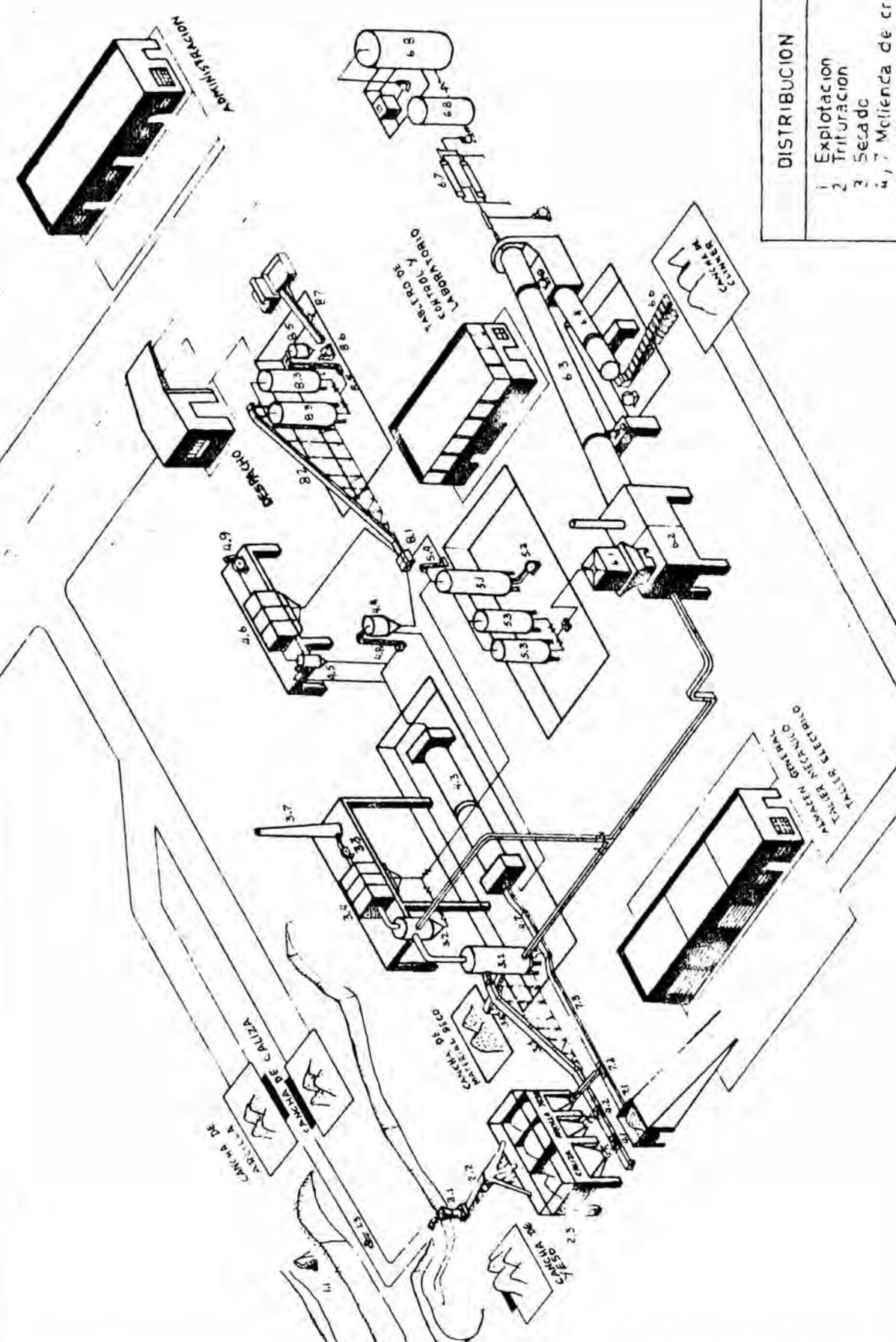
EQUIPO	CANTIDAD	USO	FABRICANTE	OTROS
1.- EXPLOTACION DE CANTERA				
1.1 Compresora de Perforación	1	Comprimir aire para martillo neumático	ATLAS COPCO	4Atm., broca 60mm Ø, 250 PCM
1.2 Cargador de Perforación	1	Carga de diferentes materiales	CATERPILLAR	
1.3 Volquete	1	Transporte de materiales	VOLVO	Cap: 12 TM
2.- TRITURACION				
2.1 Triturador de mandíbula	1	Reducir el tamaño de los materiales	TITAN o UNIVERSAL Co.	Cap: 10 TM/HR
2.2 Faja Transportadora inclinada		Transferencia de materiales a tolvas	ROYAL o STANDARD	Cap: 18 TM/HR
2.3 Tolvas	3	Almacenar, arcilla, caliza y yeso	EQUIPO STANDARD	Cap: 30,115 y 5 TM respectivamente
3.- SECADO				
3.1 Torre de secado	1	Secar los materiales antes de molienda	KRUPP	A = 4m, D = 1.5m
3.2 Ciclón recuperador	1	Recuperar los finos arrastrados por gases	KRUPP o STANDARD	
3.3 Ventilador de tiro del horno	1	Succionar los gases calientes del horno	KRUPP o STANDARD	P = 800 mm - H ₂ O, Cap: 90 m ³ /min 5 cámaras
3.4 Filtro de mangas	1	Captar los materiales que salen de 3.2	EQUIPO STANDARD	Cap: 18 TM/HR
3.5 Faja transportadora	1	Transferir el material a torre de secado	ROYAL o STANDARD	Cap: 18 TM/HR
3.6 Faja transportadora auxiliar	1	Transferir el material secado a cancha	ROYAL o STANDARD	
3.7 Chimenea	1	Desalojar los gases que salen de 3.3	EQUIPO STANDARD	
4.- MOLINDA DE CRUDO				
4.1 Balanza de caliza	1	Pesar y alimentar caliza a la torre de secado	MERRICK SCALE MFG.Co	Cap: 0-2 TM/HR
4.2 Balanza de arcilla	1	Pesar y alimentar arcilla a la torre de secado	MERRICK SCALE MFG.Co	Cap: 0-1 TM/HR
4.3 Molino de dos cámaras	1	Moler materiales o cemento	DRUPP	Cap: 135 TM/DIA, 225 Kw
4.4 Separador de finos	1	Clasificar el material molturado	EQUIPO STANDARD	
4.5 Ciclón recuperador de finos	1	Recuperar finos del aire de arrastre	EQUIPO STANDARD	
4.6 Filtro de mangas	1	Captar el material que sale de 4.5	EQUIPO STANDARD	
4.7 Faja transportadora	1	Transferir el material al molino	ROYAL o STANDARD	Cap: 18 TM/HR
4.8 Elevador de Cangilones	1	Transportar el crudo a separador de finos	ROYAL o STANDARD	
4.9 Ventilador de tiro del molino	1	Succionar los materiales para su separación	DRUPP o STANDARD	
5.- HOMOGENIZADO				
5.1 Homogenizador	1	Uniformizar la composición del crudo	FULLER	A = 8.31m D = 5.54 m P = 16 Psig.
5.2 Compresor	1	Mantener la suspensión del crudo	FULLER	
5.3 Silo de harina cruda	2	Almacenar y alimentar crudo al pelitizador	EQUIPO STANDARD	A = 12.73 m D = 7.07 m
5.4 Elevador de cangilones	1	Transferir el crudo al horno genizador	ROYAL o STANDARD	
6.- CALCINACION				
6.1 Granulador (Peletizado)	1	Formar Pelets de 3/4" Ø aproximadamente	POLYSIUS	Disco : 1m Ø, V = 20RPM, INC = 50 °C Ancho : 1m V = 20cm/min
6.2 Parrilla LEPOL	1	Desecar y Descarbonatar el material	POLYSIUS	L = 10.13 m D = 1.7 m
6.3 Horno rotatorio	1	Descarbonatar y sinterizar el material	POLYSIUS	L = 6.75 m D = 1.7 m
6.4 Enfriador rotatorio	1	Enfriar el clinker	POLYSIUS	P = 300 mm-H ₂ O Cap: 56Nm ³ /min Cap: 15 TM/HR
6.5 Ventilador	1	Suministrar aire de enfriamiento a 6.4	EQUIPO STANDARD	
6.6 Transportador de cangilones	1	Transferir el clinker a la cancha	ROYAL o STANDARD	
6.7 Sistema de quemador de petróleo # 5	1	Calentar y atomizar a alta presión	POLYSIUS o MLAG.	Cap: 500 Lt/HR
6.8 Depósitos de combustible	2	Almacenar petróleo industrial # 5	EQUIPO STANDARD	1)Cap: 2000 2)Cap: 12000G.
6.9 Bomba de petróleo # 5	2	Transferir petróleo	EQUIPO STANDARD	Cap: 3.5 m ³ /HR
7.- MOLINDA DE CEMENTO				
7.1 Balanza de clinker	1	Pesar y alimentar clinker al molino	MERRICK SCALE MFG.Co	Cap: 0-2 TM/HR
7.2 Balanza de yeso	1	Pesar y alimentar yeso al molino	MERRICK SCALE MFG.Co	Cap: 0-01 TM/HR
7.3 Faja transportadora	1	Transferir clinker y yeso al molino	ROYAL o STANDARD	Cap: 18 TM/HR
7.4 Tolva de clinker	1	Almacenar clinker	EQUIPO STANDARD	Cap: 90 TM
8.- EMBOLSADURA Y DESPACHO				
8.1 Distribuidor de embudo	1	Seleccionar la secuencia de flujo	EQUIPO STANDARD	
8.2 Faja transportadora inclinada	1	Transferir el cemento a silos de almacenamiento	ROYAL o STANDARD	Cap: 18 TM/HR
8.3 Silo de Cemento	2	Almacenar cemento para su distribución	EQUIPO STANDARD	A = 8 m D = 4.45 m
8.4 Elevador de cangilones	1	Transferir el cemento a la tolva de embolsadura	ROYAL o STANDARD	
8.5 Tolva de embolsadura	1	Suministrar cemento a la máquina de embolsadura	ROYAL STANDARD	
8.6 Máquina de embolsadura	1	Llenar el cemento en bolsas con tara fija	EQUIPO STANDARD	Cap: 160bolsas/HR
8.7 Faja Transportadora	1	Transferir las bolsas a plataforma de carga	ROYAL o FULLER	



DISPOSICION DE EQUIPOS

DISTRIBUCION DE PLANTA

- 1 Explotacion
- 2 Trituracion
- 3 Secado
- 4, 7 Molienda de crudo y cemento
- 5 Homogenizacion
- 6 Calcinacion
- 8 Embolsadura



C A P I T U L O VI

INVERSION

La inversión total de éste proyecto es de 1'344,610 dólares USA, distribuidos de la siguiente manera :

- Inversión Fija Directa 1'014,800 . = dólares USA
- Inversión Fija Indirecta 329,810 . = dólares USA

A continuación se detallan la distribución de las inversiones.

6.1 INVERSION FIJA DIRECTA

6.1.1 MAQUINARIA INSTALADA

La inversión de este rubro se desagrega por equipos- El Cuadro 6.1 refleja los costos desagregados.

TOTAL DE MAQUINARIA INSTALADA \$ 400,000.= USA

C U A D R O 6.1

COSTO DE EQUIPO INSTALADO PARA UNA PLANTA DE CEMENTO PORTLAND

BLANCO DE 30 TM/DIA (1)
(Dólares USA)

DETALLE	CANTIDAD	COSTO
Triturador de mandíbulas	1	35,000.=

Molino de bolas (Porcelanas)	1	74,000.=
Separador ciclónico de finos y <u>venti</u> lador	1	5,000.=
Homogenizador de Crudo y Compresor	1	45,000.=
Peletizador y Parrilla Lepol	1	10,000.=
Horno Rotatorio	1	150,000.=
Enfriador Rotatorio	1	40,000.=
Ventilador de aire para el enfriador	1	3,000.=
Separador de mangas para cemento	2	5,000.=
Precalentador y Quemador de petróleo	1	10,000.=
Compresor de aire para homogenización	1	6,000.=
Torre de Secado y Ventilador	1	17,000.=
		<hr/>
	TOTAL :	\$ 400,000.=

(1) Costos determinados por comparación con una planta existente.

6.1.2 EQUIPO ACCESORIO INSTALADO

En el Cuadro 6.2, se muestran los costos de equipo de accesorios instalados y cuyo monto total asciende a \$ 67.600 dólares USA.

TOTAL DE EQUIPO ACCESORIO INSTALADO \$ 67.600.=

6.1.3 EDIFICIOS, CIMENTACIONES Y SILOS

En este rubro se determina el costo total por las construcciones en general; edificios de administración y

C U A D R O 6.2

COSTO DE EQUIPO ACCESORIO INSTALADO (DOLARES USA)

DETALLE	CANTIDAD	COSTO DE EQUIPO	COSTO DE INSTALACION	COSTO TOTAL
BALANZA DE PESADA CONTINUA DE ARCILLA Y CALIZA	2	10,000.00	800.00	10,800.00
BALANZA DE PESADA CONTINUA DE CLINKER	1	5,000.00	400.00	5,400.00
BALANZA DE PESADA CONTINUA DE YESO	1	3,000.00	200.00	3,200.00
FAJA TRANSPORTADORA DE CRUDO TRITURADO A TOLVAS	1	2,000.00	300.00	4,300.00
FAJA TRANSPORTADORA DE ALIMENTACION AL MOLINO	2	6,000.00	400.00	4,400.00
BALANZA DE EMBOLSADURA	1	4,000.00	300.00	4,300.00
TOLVA DE CRUDO TRITURADO (CALIZA, ARCILLA, YESO)	3	7,000.00	700.00	7,700.00
TOLVA DE CLINKER Y TOLVA DE EMBOLSADURA	2	5,000.00	500.00	5,500.00
FAJA TRANSPORTADORA DE CEMENTO A SILOS	1	5,000.00	500.00	5,500.00
ELEVADOR DE CANGILONES (EMBOLSADURA, SEPARADOR DE FINOS)	3	4,000.00	400.00	4,400.00
CHIMENEA	1	3,000.00	300.00	3,300.00
TRANSPORTADOR DE CANGILONES DE CLINKER	1	4,000.00	400.00	4,400.00
TUBERIAS	N-D	2,000.00	200.00	2,200.00
DUCTO DE GASES	N-D	2,000.00	200.00	2,200.00
T O T A L		62,000.00	5,600.00	67,600.00

C U A D R O 6.3

COSTOS DE EDIFICIOS CIMENTACIONES Y SILOS

D E T A L L E	CANTIDAD	PRECIO EN DOLAR
EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS		
- Oficinas de personal administ.	3	7000.=
- Oficinas de planta	2	2800.=
- Alojamiento del personal calif.	7	11700.=
EDIFICIOS AUXILIARES DE PLANTA		
- Laboratorio Químico	1	2800.=
- Taller mecánico	1	2800.=
- Taller eléctrico	1	2800.=
- Almacén de embolsadura	1	2800.=
TECHOS DE PROTECCION (ESTRUCTURA METALICA)		
- Techado de la zona del quemador	1	3000.=
- Techado de la zona de embolsadura	1	3000.=
- Techado de tableros y paneles	1	1000.=
CIMENTACIONES		
- Base y pavimento del horno y enfria dor	1	1600.=
- Base y pavimento del molino	1	2800.=
- Base y pavimento de los silos	6	1000.=
- Base y pavimento de embolsadura	1	1000.=
- Base y pavimento de otros equipos	-	1000.=
- Pavimento de prehomogenizado	1	1000.=
- Pavimento de almacén de clinker	1	1000.=
SILOS		
- Silos de harina cruda molida	2	20000.=
- Silos de cemento	2	20000.=
- Tanques de petróleo	2	18000.=
T O T A L		107,100.=

planta, cimentaciones de los equipos y maquinaria en general, así como, la construcción de los silos necesarios. Estos costos desagregados se muestran en el Cuadro 6.3 e incluyen mano de obra de construcción.

TOTAL DE EDIFICIOS, CIMENTACIONES Y SILOS \$ 107,100.=

6.1.4 TERRENO

No se considera como rubro de inversión fija directa, porque la zona seleccionada para la instalación es rural, existiendo amplia disponibilidad de terreno propicio.

6.1.5 TALLERES Y LABORATORIOS

Los equipos y maquinarias necesarios para la instalación de taller mecánico, taller eléctrico y laboratorio químico es estimado en 45,000 dólares USA.

TOTAL DE TALLERES Y LABORATORIO \$ 45,000.=

6.1.6 SUMINISTRO DE AGUA Y CANALIZACIONES

El agua se debe suministrar para ser empleada en el generador auxiliar de energía, para el proceso es indispensable en la formación de los peletes. El suministro de agua y canalizaciones para la planta se estima en 10,000 dólares USA.

TOTAL DE SUMINISTRO DE AGUA Y CANALIZACIONES \$ 10,000.=

6.1.7 PARQUE DE TRANSPORTE, CALLES Y CARRETERAS

Este rubro incluye también la nivelación total del terreno. Es necesario construir una entrada al almacén de bolsas, para los despachos directos. Involucra también la construcción de carreteras afirmadas a las canteras que no ofrece mayor dificultad en su construcción.

TOTAL DE PARQUE DE TRANSPORTE, CALLES, CARRETERAS \$ 10,000.=

6.1.8 EQUIPOS DE CANTERAS

Comprende los siguientes :

- Volquete para transporte de material	56,000.=
- Equipo de extracción de materiales (Comprensora y accesorios)	25,000.=
- Pala mecánica para limpieza de monte ra	35,000.=
	<hr/>
	\$ 116,000.=
	=====
TOTAL DE EQUIPOS DE CANTERAS	\$ 116,000.=

6.1.9 EQUIPO ELECTRICO MONTADO

Los precios son estimados por comparación de un sistema similar.

- Generador de Energía Eléctrica (Auxiliar)	50,000.=
- Redes de distribución y transmisión	20,000.=
- Motores para la maquinaria	50,000.=

- Motores para equipo accesorio	20,000.=
- Otros	10,000.=
	<hr/>
	\$ 150,000.=
	<hr/>
TOTAL DE EQUIPO ELECTRICO MONTADO	\$ 150,000.=

6.1.10 ALMACEN DE REPUESTOS

Estimamos que el almacén de repuestos debe ser el -
20% de la inversión en maquinaria y equipo accesorio.

TOTAL DE ALMACEN DE REPUESTOS	\$ 93,500.=
-------------------------------	-------------

6.1.11 EQUIPOS DE COMUNICACION INSTALADOS

- Equipos de comunicación interna	10,000.=
- Equipos de comunicación con las ciudades de distribución	60,000.=
	<hr/>
	\$ 70,000.=
	<hr/>
TOTAL DE EQUIPOS DE COMUNICACION INSTALADOS	\$ 70,000.=

C U A D R O 6.4

TOTAL DE LA INVERSION FIJA DIRECTA

(Dólares USA)

<u>DETALLE</u>	<u>COSTO</u>
Maquinaria	400,000.=
Equipo accesorio instalado	67,600.=
Edificios cimentaciones y silos	32,700.=
Talleres y Laboratorios	45,000.=
Suministro de agua y canalizaciones	30,000.=
Parque de transporte, calles, carreteras	10,000.=
Equipo de canteras	116,000.=
Equipo eléctrico montado	150,000.=
Almacén de repuestos	93,500.=
Equipo de comunicaciones instalados	70,000.=
	<hr/>
	1014,800.=
	=====

6.2 INVERSIÓN FIJA INDIRECTA

6.2.1 INGENIERIA Y SUPERVISION DEL PROYECTO

La supervisión del proyecto se atiende al concepto general; es de complejidad sencilla. Consideramos el 10% del capital de inversión fija.

TOTAL COSTO DE INGENIERIA Y SUPERVISION

DEL PROYECTO : \$ 101,480.=

6.2.2 HONORARIOS DE LOS CONTRATISTAS

El total de los honorarios de los contratistas consideramos como el 2.5% de la inversión fija.

TOTAL DE HONORARIOS DE CONTRATISTAS \$ 25,370.=

Son 1'344,610 Dólares USA.

6.3 CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

La implementación del proyecto es en 36 meses al cabo del cual se podría iniciar las actividades de producción. El cronograma de inversión se presenta en el Cuadro 6.6 .

C A P I T U L O VII

COSTOS DE PRODUCCION

7.1 DETERMINACION DE LOS COSTOS DE PRODUCCION UNITARIO

Los costos de producción se determinan en referencia a una tonelada de cemento blanco producido. Y considerando el valor equivalente 1 dólar USA = 100 soles.

7.1.1 COSTOS VARIABLES

Los costos variables o costos directos de producción son los siguientes :

7.1.1.1 COMBUSTIBLES

El combustible a emplear es petróleo industrial N°5 con densidad 0.973 Kg/lt y 10,000 Kcal/kg de poder calorífico.

La cantidad necesaria de calorías por kg. de clinker es 2000,000 Cal/Kg o 2,000 Kcal/kg, o sea que para la producción de una día se necesita $2000 \times 30,000 = 60'000,000$ Kcal/día.

La cantidad de petróleo que dá este volumen de energía térmica es $60'000,000/10000 = 6000$ Kg de petróleo por día. Esa cantidad es $6000/0.973 = 6,166.5$ litros/día o $6166.5/31.8 = 193.31$ lt/TM de cemento producido o 51.23 Gal. USA/TM.

Por otro lado el precio del combustible en Condorcocha se obtiene sumando el costo de combustible en Lima al flete de transporte.

-Precio de un galón de petróleo	S/. 14.20
-Transporte por galón	<u>1.80</u>
-Preción de galón de petróleo en Fábrica	16.00
	=====

Costo de combustible por tonelada de cemento producido -
 $16.00 \times 51.23 = 819.70$ soles/TM de cemento.

7.1.1.2 ENERGIA ELECTRICA

El consumo global de energía eléctrica es de 191 Kw-h/TM de cemento.

El costo total de energía por tonelada de cemento es $191 \times 1.5 = 286.50$ soles/TM.

Los cálculos desagregados se muestran a continuación.

Determinación del consumo de energía :

Base de producción: 30 TM Clinker/día	=	900 TM Clinker/mes
48 TM Crudo/día	=	1440 TM Crudo/mes
31.8 Cemento/día	=	948 TM Cemento/mes

FACTOR	CONSUMO KW/TM	CONVER SION	CONSUMO KW-HR
CHANCADORA	10.4	10.4 x 1440/720	21
MOLINO DE CRUDO Y HOMOGE- NIZACION	45.0	45.0 x 1440/720	90
MOLIENDA DE CEMENTO	45.0	45.0 x 948/720	59
HORNO Y ENFRIADOR	26.0	26.0 x 900/720	33
EMBOLSADURA	1.3	1.3 x 948/720	2
SERVICIOS	4.7	4.7 x 948/720	6
T O T A L			211

Considerando el 20% por consumo en otros y pérdidas se debe requerir $211 \times 1.2 = 253.2$ Kw-Hr. Este consumo de energía es para la producción de $31.8/24 = 1.32$ TM de cemento, luego el consumo por tonelada de cemento será : $253 \times 24 / 31.8 = 191$ Kw-hr/TM de cemento.

De acuerdo al programa de Red Nacional de energía eléctrica a fines de 1977 se conectará la línea que provee energía a la zona, desde la Hidroeléctrica del Mantaro (Proyecto Electro Perú). Desde esos momentos se podrá abastecer de energía a la planta a la tarifa industrial vigente de 1.5 soles por Kw-hr.

Costo de Energía eléctrica por tonelada de cemento producido : 286.50 soles/TM de cemento.

7.1.1.3 MATERIAS PRIMAS

Caliza

Limpieza de caliza no aprovechable, manipulación y -
transporte para poner la caliza en cancha arrancada y tri
turada : 100 soles/TM. (Incluye material de voladura).

Costo de Caliza 100.= soles/TM de calizas.

Arcilla

La explotación de arcilla, transporte, y manipula -
ción : 100 soles/TM. (Incluye material para voladura).

Costo de Arcilla 100.= soles/TM de arcilla.

Yeso

Precio del yeso puesto en cancha por los contratis -
tas es de 290 soles/TM de yeso.

Costo de Yeso 290.= soles/TM de Yeso.

Costo de materias primas por tonelada de cemento.

Costo de Caliza:	0.82 x 100 =	82.00
Costo de Arcilla:	0.18 x 100 =	18.00
Costo de Yeso:	0.06 x 290 =	<u>17.40</u>
		117.40
		=====

Costo de materias Primas : 117.40 soles/TM de cemento.

7.1.1.4 MANTENIMIENTO

Los gastos por mantenimiento comprenden los equipos de

repuestos mano de obra extra necesaria. Será estimado como el 4% de la inversión fija directa anual.

Mantenimiento: $(0.04 \times 1014800 \times 100) / 330 \times 31.8 = 386.80$, este valor incluye el cálculo de mantenimiento del horno que aparece en el Anexo 5.

Costo de mantenimiento : 386.80 soles/TM de cemento.

e.- Agua, Lubricantes y otros insumos.

Agua.- Interviene como fluido de refrigeración, operación - de peletizado, para la generación de energía y servicios generales. Estimamos que representa 30 soles/TM de cemento .

Lubricantes.- Representa 10 soles/TM de cemento.

Otros Insumos.- Estimado en 5 soles/TM de cemento.

Costo de agua, lubricantes y otros insumos : 45 soles/TM de cemento.

7.1.1.5 ENVASE

Se deben emplear bolsas de papel clupack tipo A extensible y una bolsa de material plástico de protección exterior para evitar que la humedad del ambiente deteriore el producto por ser material higroscópico. El contenido de las bolsas es de 42.5 kilos.

Costo de las bolsas para envase :

Bolsa de Papel	12.00
Bolsa de Plástico	<u>12.00</u>
TOTAL	24.00 =====

Costo de envase por tonelada de cemento producido :

$24 \times 1000/42.5 = 564.70$ soles/TM de cemento.

Costo de Envase por tonelada de cemento : 564.70 soles.

7.1.1.6 GASTOS DE MANIPULACION

Se considera un estimado de 50 soles/TM de Cemento.

Costo de manipulación : 50 soles/TM de Cemento.

7.1.1.7 PERSONAL NO CALIFICADO

El personal obrero de la planta será de dos grupos:
Turnistas y Diurno.

Los requerimientos de Personal no calificado se expone en el Cuadro 7.1.

C U A D R O 7.1

REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA NO CALIFICADA

S E C C I O N	PERSONAL TURNISTA		PERSONAL DE DIA	
	Especializado.	No Especializado	Especializado.	No Especializado.
EXPLORACION DE CANTERAS	--	--	2	2
CHANCADORA Y TOLVAS DE ALIMENTACION	--	--	--	1
SECADO Y DOSIFICACION A BALANZAS	3	--	--	--
MOLIENDA Y HOMOGENIZACION	3	--	--	--
PELETIZADO Y HORNO	3	--	--	--

EMBOLSADURA	--	--	1	2
TABLERO DE CONTROL	3	--	--	--
LABORATORIO	3	--	1	1
TALLER MECANICO	3	--	1	2
TALLER ELECTRICO	3	--	1	2
SERVICIOS GENERALES Y REEM PLAZOS	--	3	--	3
T O T A L	21	3	6	13

Determinación del Costo de Mano de Obra no calificada según salario fijado por tonelada de Cemento producido.

<u>PERSONAL</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>SOLES/DIA</u>	<u>TOTAL (SOLES)</u>
Turnista Especializa- do	21	352.00	7,392.00
Turnista No Especiali- zado	3	286.00	858.00
Diurno Especializado	6	320.00	1,920.00
Diurno No Especializa- do	13	260.00	3,380.00
T O T A L	43		13,550.00

El costo total de mano de obra no calificada esta sujeto a 30% por Beneficios sociales y 10% por sobretiempos.

El costo diario por mano de obra no calificada es 13,550.00 x 1.4 = 18,970.00 Soles/día.

Costo de Mano de Obra no Calificada por tonelada de cemento

producido : $18,970/31.8 = 596.50$ Soles/TM cemento.

7.1.1.8 PERSONAL CALIFICADO

Consideramos en este rubro, la totalidad de personal empleado.

<u>PERSONAL</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>SOLES/MES</u>	<u>TOTAL (SOLES)</u>
Administración de Personal y Contabilidad	3	20,000.00	60,000.00
Secretaria I	1	15,000.00	15,000.00
Almacenistas	2	15,000.00	30,000.00
Despachador (Ventas)	1	15,000.00	15,000.00
<hr/>			
T O T A L	7		120,000.00
<hr/>			

Considerando el 30% del total, por Beneficios Sociales :

Total : $120,000 \times 1.3 = 156,000.=$

Costo de Personal Calificado por tonelada de cemento producido $156,000/(30 \times 31.8) = 163.50$ soles/TM de cemento.

7.1.2 COSTOS FIJOS

7.1.2.1 AMORTIZACIONES

La escala de amortizaciones a la que se sometería la inversión es la siguiente :

a.- Amortizaciones de 10% anual.-

Maquinaria	\$ 400,000.=
Equipo Accesorio instalado	67,600.=

Talleres y Laboratorios	45,000.=
Equipo eléctrico montado	150,000.=
Equipo de canteras	<u>116,000.=</u>
	\$ <u>778,000.=</u> =====

b.- Amortizaciones de 20% anual.-

Almacén de repuestos	93,500.=
Equipo de comunicaciones instalados	70,000.=
Edificios cimentaciones y silos	<u>32,700.=</u>
	\$ <u>196,200.=</u> =====

c.- Amortizaciones de 5% anual.-

Suministro de agua y canalizaciones	30,000.=
Parque de transporte, calles y carreteras	<u>10,000.=</u>
	\$ <u>40,000.=</u> =====

Total de amortizaciones : $778,000 \times 0.10 + 196,200 \times 0.20 + 40,000 \times 0.05 = 119,100.=$ Dólares USA.

Amortizaciones por tonelada de cemento producido:

$119,100/31.8 \times 330 = 11.35$ Dólares USA/TM de cemento, o -
1135.= soles/TM de cemento.

7.1.2.2 DEPRECIACION

La depreciación de los equipos y maquinarias de la planta en proyecto, consideramos que será el 10% de la inversión fija, anualmente. Este es el sistema adoptado por este tipo de industrias, la gran mayoría de los productores de cemento portland gris en el país consideran el mismo. Para la inversión fija de planta se considera lo que es factible de depreciación; maquinaria y equipo accesorio instalado : $400,000 + 67,600 = 467,600$. = Dólares - USA.

Depreciación: $0.10 \times 467,600 = 46760$ Dólares USA, o sea - $4676,000$. = soles anuales.

Depreciación por tonelada de cemento será: $4676,000/330 \times 31.8 = 445.60$ soles/TM de cemento.

7.1.2.3 GASTOS ADMINISTRATIVOS

El personal ejecutivo y de servicio necesario para la administración de la empresa es el siguiente :

Gerente General	120,000.=
Secretaria Ejecutiva	20,000.=
Superintendente de Planta	80,000.=
Ing. de Producción y Control de Calidad	45,000.=
Ingeniero Mecánico	45,000.=
Ingeniero Electricista	45,000.=
Administrador	45,000.=
T O T A L	<u>400,000.=</u> =====

El total de las remuneraciones mensuales es :400,000.=
Luego el costo por personal de administración, por tonelada
de cemento es: $400,000/30 \times 31.8 = 419.30$ soles/tonelada de
cemento.

7.1.2.4 GASTOS VARIOS

Lo constituye el 15% de los costos variables, por
concepto de seguros, provisiones, gastos legales, costo de
ventas, servicios técnicos eventuales, etc.

Gastos varios: $0.15 \times 1968.45 = 295.25$ soles/TM de cemento.

7.2 COSTO TOTAL DE PRODUCCION

El costo total de producción es calculada para la
producción máxima anual, a partir de los costos unitarios
clasificados en : costos fijos y costos variables. La pro
ducción máxima anual sería de 10494 TM de cemento. Ver cua
dro 7.3.

C U A D R O 7.3

COSTOS FIJOS Y VARIABLES PARA LA PRODUCCION ANUAL DE 10494
TM DE CEMENTO BLANCO (SOLES)

<u>DENOMINACION</u>	<u>COSTO FIJO</u>	<u>COSTO VARIA BLE</u>	<u>TOTAL</u>
Combustible	-.-	8'601,931.80	8'601,931.80
Energía Eléctrica	-.-	3'006,531.00	3'006,531.00
Materias Primas	-.-	1'231,995.60	1'231,995.60
Mantenimiento	-.-	4'059,079.20	4'059,079.20
Agua, lubricantes y otros insumos	-.-	472,230.00	472,230.00

Envase	--	5'925,961.80	5'925,961.80
Gastos de manipulación	--	524,700.00	524,700.00
Personal No Calificado	--	6'259,671.00	6'259,671.00
Personal Calificado	--	1'715,769.00	1'715,769.00
Amortizaciones	11'910,690.00	--	11'910,690.00
Depreciaciones	4'676,126.40	--	4'676,126.40
Gastos Administrativos	4'400,134.20	--	4'400,134.20
Gastos Diversos	3'098,353.50	--	3'098,353.50
T O T A L	24'085,304.10	31'797,869.40	55'883,173.50

El costo total de producción es : 55'883,173.50 desagregado - en : 24'085,304.10 soles por costos fijos y 31'797,869.40 so les por costos variables.

7.3 DETERMINACION DEL PUNTO DE EQUILIBRIO (PE)

7.3.1 DETERMINACION ANALITICA

El término punto de equilibrio indica, aquel punto en el que la empresa no logra utilidades ni sufre pérdidas o indica el nivel donde se igualan los ingresos y egresos totales.

La expresión para la determinación analítica es la si guiente :

$$PE = \frac{COSTOS FIJOS}{1 - \frac{COSTOS VARIABLES}{VENTAS NETAS}} \dots\dots (1)$$

Además : $VENTAS NETAS = VENTAS BRUTAS - DESCUENTOS$

Las ventas brutas la obtenemos considerando que el precio bru to

del producto será 1.3 veces el costo de producción.

$$\text{VENTA BRUTA} = 5325.25 \times 1.3 = 6922.80 \text{ soles.}$$

La venta Bruta total será : 72'648,125.00 soles.

Descuentos.- El descuento global es determinado por los siguientes rubros :

a.- Agotamiento minero antes de impuestos sobre materias - primas más 25%.

$$1.25 \times 117.40 = 146.75 \text{ soles/TM de cemento.}$$

b.- Impuesto de 20% sobre utilidades deducido agotamiento minero :

$$0.20 (6922.80 - 5325.25 - 146.75) = 290.15 \text{ soles}$$

El descuento total es : 146.75 + 290.15 = 436.90

Luego el precio de venta neta es :

$$6922.80 - 436.90 = 6486.20 \text{ soles/TM}$$

La venta neta total será : 68'068,280.80 soles.

Reemplazando los valores obtenidos en (1) se obtiene el punto de equilibrio.

$$\text{Este es : } PE = \frac{24'085,304.10}{1 - \frac{31'797,869.40}{68'068,280.80}}$$

$$PE = 45'205,150.00 \text{ soles.}$$

Las ventas netas que se debe realizar para alcanzar el PE - es 45'205,150.= soles, lo que representa en ventas brutas : $\frac{6922.80}{6486.20} \times 45'205,150.00 = 48'248,003.=$ soles.

$$\text{VENTAS BRUTAS TOTALES} = \frac{6922.80}{6486.20} \times 68'068,280.80$$

72'650,098.00

Este análisis sirve para determinar el porcentaje de ventas que se debe realizar para alcanzar el PE.

$$48'248,003.= / 72'650,098.= \times 100 = 66.41\%$$

Por las expectativas que presenta el mercado y las condiciones del producto, creemos que este PE es fácil de ser alcanzado y también de ser superado.

El volumen en toneladas que es necesario para alcanzar el punto de equilibrio es :

$$45'957,084.00 / 6,486.20 = 7,085.36$$

7.3.2 DETERMINACION GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

El gráfico 7.1 representa el punto de equilibrio determinado por la intersección de las ventas netas con los costos totales. Igualmente refleja que el PE se logra en 66.41% de las ventas estimadas o cuando las ventas brutas son de 48'248,003.= soles.

Asimismo, en el gráfico 7.2 muestra el análisis del volu -

B) DETE MINACION DEL PUNTO E EQUILIBRIO (MILLON S DE SOLES)

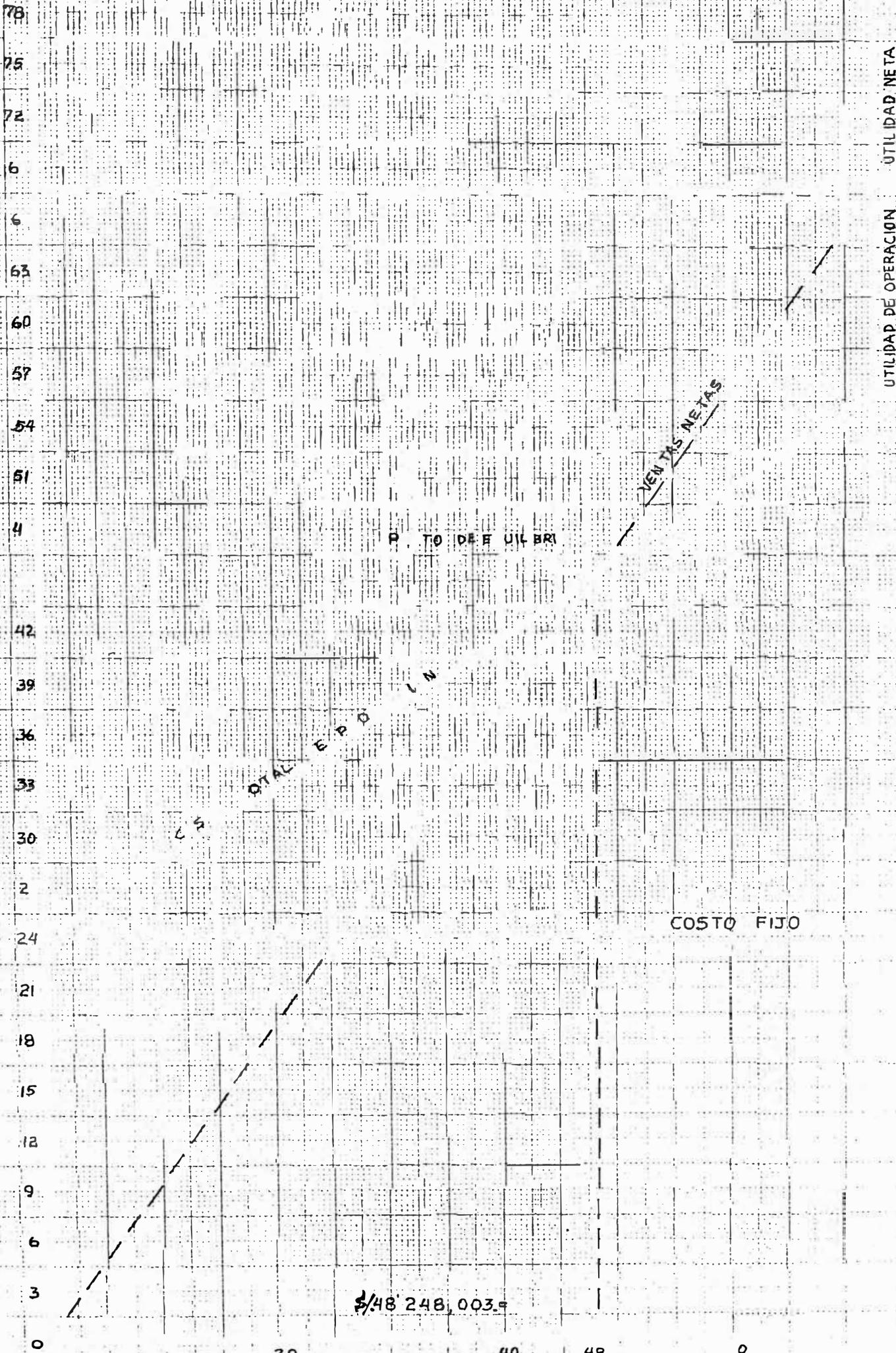


GRAFICO 7.2

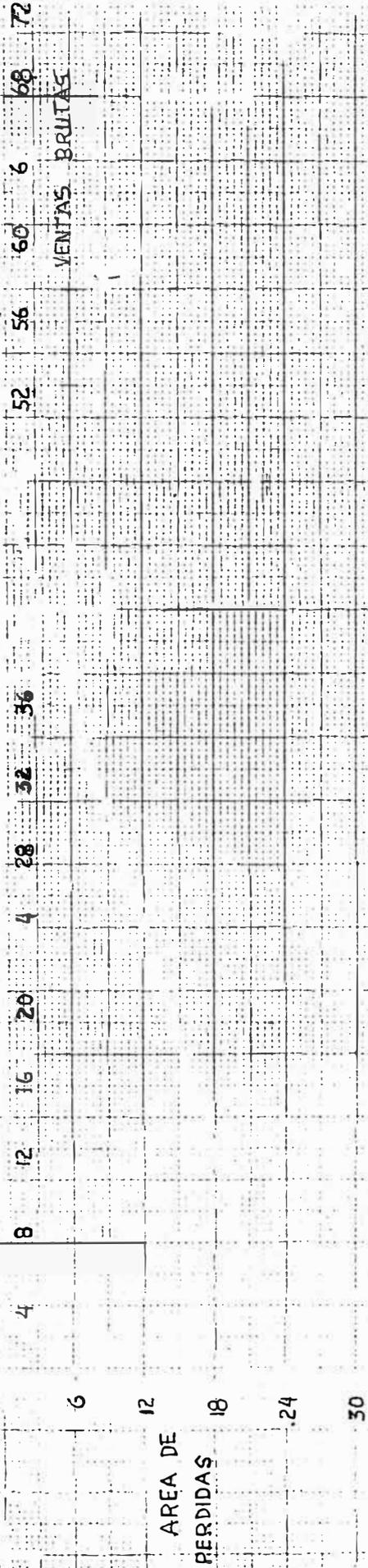
ANALISIS DEL VOLUMEN DE UTILIDADES

(MILLONES DE SOLES)

AREA DE UTILIDADES

1.0 AD

PE 48' 40,003



VENTAS BRUTAS

AREA DE PERDIDAS

COSTOS FIJOS

men. de utilidades.

7.4 DETERMINACION DE UTILIDADES

	<u>SOLES/TM DE CEMENTO</u>
Precio de venta en fabri ca	6,922.80
Costo total del producto	5,325.25
Utilidades antes de Im-- puestos	<u>1,597.55</u>
Agotamiento minero antes de impuestos sobre mate- rias primas más 25%;1.25 x 117.40 = 146.75	146.75
Utilidad deducido agota- miento	<u>1,450.80</u>
Impuesto de 20% sobre - utilidades deducido ago- tamiento minero.	290.15
Utilidad Neta	<u>1,160.65</u> =====

Utilidad Neta por año:-

La utilidad total sería : $1,160.65 \times 10494 = 12'179,861.=$
soles.

Cálculo del ingreso líquido neto.

	<u>SOLES/TM DE CEMENTO</u>
Amortizaciones	1,135.00
Agotamiento	146.75
Utilidad Neta	<u>1,160.65</u>
Total de ingresos líquido	<u>2,442.40</u> =====

Ingreso Líquido por año.-

El ingreso líquido anual sería :

$$10494 \times 2,442.40 = 25'630,545.00$$

C A P I T U L O VIII

ANALISIS ECONOMICO

8.1 DETERMINACION DEL TIEMPO DE RECUPERACION

El tiempo de recuperación se obtiene por la inversión total dividida por el ingreso líquido anual.

$$134'461,000.00/25'630,545.00 = 5.24 \text{ años}$$

El tiempo de recuperación de la inversión sería a los 5.5 años aproximadamente.

8.2 ANALISIS DE LA RENTABILIDAD

A.- METODO DE LA TASA SIMPLE DE RETORNO

$$T = \frac{I - E}{K} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Donde: I = Ingresos por ventas = 68'068,280.80
E = Egresos = 55'883,173.50
K = Inversión = 134'461,000.00

Reemplazando en (1) :

$$T = \frac{12'185,107.3}{134'461,000} \times 100 = 9.1\%$$

A N E X O 1

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE COCCION

La harina cruda preparada en las proporciones calculadas para este estudio, se llevó a cocción, por el tiempo de una hora, en un horno de alta temperatura; para ello se utilizó un crisol de platino.

El clinker obtenido se enfrió al aire y se molió finamente en un mortero de ágata.

OBSERVACION/ENSAYO	1	2	3
Temperatura de coccion, °C	1300	1400	1450
Calor del clinker obtenido	crema verdoso	crema oscuro	crema oscuro
Cal libre en clinker, %	2.80	1.62	0.64
Calor del clinker molido	aclaró	aclaró	aclaró
Calor de la pastilla fraguada	blanco turbio	blanco humo	blanco humo

NOTA:- Por causas de contaminación de la atmósfera de combustión o por el procedimiento susceptible de mejorarse, no se pudo obtener un producto completamente blanco, pero quedó establecida la aptitud de cocción de estas materias primas, sobre todo a mayor temperatura (0.64% Cal Libre).

ANEXO 2

EJEMPLO DE BALANCE DE MATERIALES

BASE: 30 TM de clinker/día de 24 horas

Para los cálculos se tendrá en cuenta los análisis de las materias primas, crudos, clinker y gases de combustión.

ANALISIS DE MATERIAS PRIMAS

<u>COMPONENTE</u>	<u>CALIZA</u>	<u>ARCILLA</u>
SiO ₂	0.86	74.72
Al ₂ O ₃	0.40	18.90
Fe ₂ O ₃	0.20	0.16
CaCO ₃	97.96	3.50
MgCO ₃	0.25	0.58
SO ₃	0.09	0.20
Otros	0.24	1.94

De acuerdo a los datos del cuadro anterior se forma la mezcla de crudos y se deduce los porcentajes de los diferentes componentes, basado en el análisis de las materias primas .

Formación de la mezcla de crudos.-

Necesitamos preparar un crudo de 79.1% de CaCO₃ los datos toman la siguiente disposición :

Caliza :	97.96	74.10	...	74.10	partes de CaCO ₃ que falta a la arcilla
	77.6				
Arcilla:	3.50	20.36	...	20.36	partes de CaCO ₃ que sobran a la caliza

De acuerdo a la relación se tiene :

$$\frac{\text{CALIZA}}{\text{CAOLIN}} = \frac{74.10}{20.36} = \frac{3.64}{1}$$

Lo cual quiere decir que se necesita 3.64 partes de caliza en peso y una parte de arcilla también en peso. Debemos - indicar que para la determinación de reservas de materias primas y consumos hemos considerado 4 partes de caliza - por una de arcilla, para ponernos en el lado pesimista de reservas de caliza. Con los datos obtenidos se deducen - los porcentajes de los componentes del crudo a emplear.

ANALISIS DE CRUDOS

P A R T E S	COMPONENTES (%)				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
3.64 Caliza	3.13	1.46	0.73	199.68	0.44
1 Arcilla	74.72	18.90	0.16	1.96	0.28
4.64 Crudo	77.85	20.36	0.83	201.64	0.72
1 Crudo	16.78	4.39	0.18	43.46	0.16

COMPOSICION DEL CRUDO RESULTANTE

SiO ₂	16.78
CaO	43.46
Al ₂ O ₃	4.39
Fe ₂ O ₃	0.18
MgO	0.16
P.I.	35.03

TOTAL : 100.00

ANALISIS DEL CLINKER RESULTANTE PROMEDIO

CaO	66.75
SiO ₂	22.06
Al ₂ O ₃	6.00
Fe ₂ O ₃	0.50
MgO	0.22
SO ₃	0.05
Otros	4.42

ANALISIS DEL COMBUSTIBLE

C	=	86.00 %
H ₂	=	8.30 %
O ₂	=	0.50 %
N ₂	=	2.50 %
S	=	0.12 %
Cenizas	=	0.02 %
Otros	=	2.56 %

ANALISIS DE LOS GASES DE COMBUSTION (Chimenea)

CO ₂	=	25.39 %
O ₂	=	0.89 %
CO	=	0.08 %
N ₂	=	73.64 %

Teniendo como referencia los análisis anteriores los cálculos se pueden realizar, sobre la base de 100 libras, kilos o moles gramos o cualquier otra unidad de peso.

BASE : 100 Libras de Crudo

COMPUESTO	LIBRAS	COMPUESTOS NO VOLATILES	ATOMOS DE CARBONO
CO ₂	34.95	-.-	0.79
CaO	44.28	44.28	-.-
SiO ₂	15.63	15.63	-.-
Al ₂ O ₃	4.10	4.10	-.-
Fe ₂ O ₃	0.19	0.19	-.-
MgO	0.15	0.15	-.-
Otros	0.70	0.70	-.-
T O T A L	100.00	65.05	0.79

BASE : 100 libras de clinker

<u>COMPUESTO</u>	<u>LIBRAS</u>
SiO ₂	22.06
CaO	66.75
Al ₂ O ₃	6.00
Fe ₂ O ₃	0.50
MgO	0.22
SO ₃	0.05
<u>Otros</u>	<u>4.42</u>
T O T A L	100.00

BASE : 100 libras de combustible

<u>ELEMENTO</u>	<u>LIBRAS</u>	<u>MOLES O ATOMOS</u>
C	86.00	7.16
H	8.30	4.15
N	2.50	-----
S	0.12	0.004
O	0.50	0.031
Ceniza	0.02	-----
Otros	2.56	-----
<hr/>		
T O T A L	100.00	
<hr/>		

BASE : 100 moles de gas seco en la chimenea

<u>GAS</u>	<u>MOLES</u>	<u>ATOMOS DE C</u>	<u>MOLES DE O₂</u>
CO ₂	25.39	25.39	25.39
O ₂	0.89	-----	0.89
CO	0.08	0.08	0.04
N ₂	73.64	-----	-----
<hr/>			
T O T A L	100.00	25.47	26.32
<hr/>			

Para el balance de materiales hay que tener presente, que :
los materiales que entran al horno es igual a materiales -
que salen del horno. Según esto se tiene que :

Materiales que entran = Materiales que salen

Materiales que entran = Crudo + Combustible + Aire

Materiales que salen = Clinker + Gases de la Chimenea

Designado por :

x = Libras de petróleo por 100 libras de clinker

y = Libras de crudo por 100 libras de clinker

z = Moles de gases secos de la chimenea por 100 li -
bras de clinker.

I.- BALANCE DE OXIGENO

O_2 (Aire) + O_2 (Crudo) = O_2 (Gas de Chimenea) + O_2 (combustible de clinker + O_2 (Formación de SO_2))

$$O_2 \text{ (Aire)} = 0.7364 \cdot \frac{21}{79} \cdot z$$

$$O_2 \text{ (Crudo)} = \frac{0.79}{100} \cdot y$$

$$O_2 \text{ (Gas de Chimenea)} = \frac{26.32}{100} \cdot z$$

$$O_2 \text{ (H neto del petróleo)} = \frac{4.15 - 0.03}{100 \cdot 2} \cdot x$$

$$O_2 \text{ (S del petróleo)} = \frac{0.004}{100} \cdot 1.5 \cdot x$$

Sustituyendo valores en la igualdad anterior

$$0.736 \cdot \frac{21}{79} \cdot z + \frac{0.79}{100} \cdot y = \frac{26.32}{100} \cdot z + \frac{4.12}{200} \cdot x + \frac{0.004}{100} \cdot 1.5 \cdot x$$

Simplificando y ordenando resulta :

$$0.0079 y - 0.0206 x = 0.0675 z \quad \dots\dots\dots (A)$$

II.- BALANCE DE CARBONO

$$C (\text{petr3leo}) + C (\text{Crudo}) = C (\text{Carbono de gases de chimenea})$$

$$C (\text{petr3leo}) = 0.0716 x$$

$$C (\text{crudo}) = 0.0079 y$$

$$C (\text{gas de chimenea}) = 0.2547 z$$

Sustituyendo valores en la ecuaci3n anterior, se tiene :

$$0.0716 x + 0.0079 y = 0.254 z \quad \dots\dots\dots (B)$$

III.- BALANCE DE OXIDOS NO VOLATILES

Oxidos del crudo + Ceniza del petr3leo = Oxidos del clinker

$$\text{Oxidos del crudo} = 0.64 y$$

$$\text{Oxidos de las cenizas del petr3leo} = 0.0002 x$$

$$\text{Oxidos del clinker} = 99.95$$

Sustituyendo valores en la igualdad anterior se tiene:

$$0.64 y + 0.0002 x = 99.95 \quad \dots\dots\dots (C)$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones A , B y C se obtiene los valores de x, y, z.

$$0.0079 y - 0.0206 x = 0.0675 z$$

$$0.0079 y + 0.0716 x = 0.2547 z$$

$$0.6400 y + 0.0002 x = 99.95$$

De donde :

$$x = 22.912 \text{ Libras de petróleo por } 100 \text{ libras de clinker.}$$

$$y = 156.164 \text{ Libras de harina cruda por } 100 \text{ libras de clinker.}$$

$$z = 11.284 \text{ Moles de gas de chimenea por } 100 \text{ libras de clinker.}$$

MATERIALES EMPLEADOS Y OBTENIDOS

BASE : 30 TM/DIA

Clinker = 22000 libras en 8 horas.

Se sabe que de 156.164 libras de harina cruda se obtiene 100 libras de clinker, por lo tanto :

$$\begin{aligned} \text{Harina cruda empleada en 8 horas} &= \frac{156.164}{100} \cdot 22000 \\ &= 34,356.08 \text{ libras} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harina cruda empleada en 24 horas} &= 34,356.08 \cdot 3 \\ &= 103,068.24 \text{ libras} \end{aligned}$$

De la relación de dosificación de crudos se obtiene la cantidad de caliza y arcilla que se debe emplear:

$$\frac{\text{Caliza}}{\text{Arcilla}} = \frac{3.64}{1}$$

$$\frac{\text{Caliza} + \text{Arcilla}}{\text{Arcilla}} = \frac{3.64 + 1}{1}$$

$$\text{Arcilla} = \frac{103,068}{4.64} = 22,213 \text{ libras}$$

$$\text{Caliza} = 80,855 \text{ libras}$$

Clinker obtenido en 24 horas : 22000 x 3 = 66,000 libras

Yeso empleado en 24 horas = 3300 libras

Consumo de petróleo en el horno.-

Datos:

22.91 libras de petróleo por 100 libras de clinker

Clinker producido en 8 horas = 22,000 libras

Consumo de petróleo en 8 horas = $\frac{22.91 \cdot 22,000}{100}$

= 5040.2 libras

Consumo de petróleo en 24 horas = 15,120.60 libras

1 Galón de combustible = 3.579 Kgs.

1 Galón de combustible = 7.875 lbs.

Galones de petróleo en 24 horas = $\frac{15,120.60 \text{ lbs}}{7.68 \text{ lbs/gal}}$

= 1,920 galones

Combustible necesario por TM de clinker producido en el horno = 64 galones.

A N E X O 3

PROYECCION DE LA DEMANDA

Con el fin de proyectar la demanda de cemento blanco, se han ponderado los coeficientes de correlación entre la demanda real de los últimos años con respecto a la población urbana.

Este último pudo ser reemplazado por otro indicador económico, como: Población total, Ingreso Per-Cápita, etc.

Modelos Estadísticos.-

- | | |
|---------------------------------------|--|
| I. Regresión Lineal | $y = \alpha + \beta x$ |
| II. Regresión Lineal inversa | $y = \alpha + \beta/x$ |
| III. Regresión Logarítmica Simple | $y = \alpha + \beta \log x$ |
| IV. Regresión Doblemente Logarítmica. | $y = \alpha e^{\beta x}$
$\log y = \alpha + \beta \log x$
$y = \exp(\log Y)$ |
| V. Regresión Logarítmica Inversa | $\log y = \alpha + \beta \log 1/x$ |

Coefficientes de Regresión.-

Mediante la regresión o estimación de la variable dependiente (demanda), a partir de una o más variables independientes (Población, ingreso, etc.) se determina el grado de rela -

ción entre las variables que se estudia, para determinar en que medida una ecuación describe o explica de manera adecuada la curva que más se ajusta entre las variables.

Estos coeficientes de correlación se determinan por las fórmulas estadísticas siguientes :

$$= \frac{N (\sum XY) - (\sum X) (\sum Y)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{(\sum Y) (\sum X^2) - (\sum X) (\sum XY)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Coeficiente de Correlación.-

Si todos los valores de las variables satisfacen exactamente una ecuación, se dice que las variables están correlacionadas perfectamente, porque hay una correlación perfecta entre ellas.

El coeficiente de correlación R^2 varía entre + 1 y - 1 , indicando si hay una correlación positiva o negativa. Si el coeficiente es cero, esto indica que no existe correlación entre las variables tomadas. Se puede considerar un buen coeficiente de correlación valores entre 0.8 y 1.0 determinándolo por la siguiente fórmula :

$$R^2 = \frac{S_x \cdot S_y}{S_x \cdot S_y}$$

Donde :

$$S_{x y} = \frac{x y}{N}$$

$$S_x = (x \cdot x / N)^{1/2}$$

$$S_y = (y \cdot y / N)^{1/2}$$

Curva Proyectada.-

En el presente análisis estadístico de las demandas hemos obtenido la ecuación de la curva que más se ajusta a las demandas es :

$$X = \alpha + \beta X$$

Donde:

$$\alpha = 1540.687$$

$$\beta = 0.189$$

$$R^2 = 0.79 \approx 0,80$$

Estos datos corresponden a la recta de regresión entre las demandas de Cemento Blanco y la población urbana del Perú.

Para el sector que comprende el grupo andino la ecuación de ajuste es :

$$X = \alpha + \beta X$$

Donde:

$$\alpha = 6861.582$$

$$\beta = 1.60690$$

$$R^2 = 0.94$$

```

1 DIMENSION X(20,2),Y(20,2),ALOGX(20,2),ALOGY(20,2),XINV(20,2),R2(5)
2 1,ALFA(5),BETA(5),F(20),F2(20),YEST(20),IC(20,2)
3 COMMON N,M,IND
4 WRITE(6,2)
5 2 FORMAT(1H1,///,40X,'PROYECCION DE LAS DEMANDAS POR METODO ESTADIST
6 ICO ',/,40X,49(' '),/,40X,'ADOLFO MARCELO A',/,40X,'VICTOR H.CIS
7 2NEPOS M',/,///,40X,19(' '))
8 DO 1 M=1,2
9 N=10
10 C LECTURA DE DATOS
11 READ(5,3) (X(I,M),I=1,N),(Y(I,M),I=1,N),(IC(I,M),I=1,N)
12 3 FORMAT(BF10.3/BF10.3/4F10.3/10I4)
13 GO TO (4,5),M
14 4 WRITE(6,7)
15 7 FORMAT(1H1,///,30X,'DATOS HISTORICOS DE POBLACION URBANA Y DE LA D
16 EMANDA DE CEMENTO BLANCO EN EL PERU',/,30X,81(' '),///)
17 DO 8 K=1,10
18 WRITE(6,9) IC(K,M),X(K,M),Y(K,M)
19 9 FORMAT(40X,14,9X,F10.3,' MILES DE HAB',8X,F10.3,' TONELADAS',/)
20 8 CONTINUE
21 GO TO 50
22 5 WRITE(6,10)
23 10 FORMAT(1H1,///,30X,'DATOS HISTORICOS DE POBLACION URBANA Y DEMANDA
24 1 DE CEMENTO BLANCO EN EL GRUPO ANDINO',/,30X,83(' '),///)
25 DO 11 K=1,10
26 WRITE(6,12) IC(K,M),X(K,M),Y(K,M)
27 12 FORMAT(40X,14,9X,F10.3,' MILES DE HAB',8X,F10.3,' TONELADAS',/)
28 11 CONTINUE
29 50 INA=1
30 C MODELO 1 Y=ALFA + BETA*X
31 CALL LOTY(X,Y,INA,R2,ALFA,BETA)
32 C MODELO 2 Y=ALFA + BETA*LOG(X)
33 INA=INA+1
34 DO 13 K=1,N
35 ALOGX(K,M)=ALOG(X(K,M))
36 ALOGY(K,M)=ALOG(Y(K,M))
37 13 XINV(K,M)=1/X(K,M)
38 CALL LOTY(ALOGX,Y,INA,R2,ALFA,BETA)

```

```

39 C MODELO 3 LOG(Y)=ALFA + BETA*LOG(X)
40 INA=INA+1
41 CALL LOTY(ALOGX,ALOGY,INA,R2,ALFA,BETA)
42 C MODELO 4 Y=ALFA + BETA/X
43 INA=INA+1
44 CALL LOTY(XINV,Y,INA,R2,ALFA,BETA)
45 C MODELO 5 LOG(Y)=ALFA + BETA/X
46 INA=INA+1
47 CALL LOTY(XINV,ALOGY,INA,R2,ALFA,BETA)
48 C DETERMINACION DEL MAYOR VALOR DE R2
49 CALL GAME(R2,AR2)
50 L=IND
51 WRITE(6,14)AR2,ALFA(L),BETA(L),IND
52 14 FORMAT(1H1,///,10X,'EL MEJOR VALOR PARA EL COEFICIENTE DE DETERMI
53 NACION ES ',F10.2,///,10X,'LOS COEFICIENTES DE LA RECTA DE REGR
54 ESION SON : ',/,56X,'ALFA=',F10.3,/,56X,'BETA=',F10.3,/,10X,
55 ' ESTOS VALORES CORRESPONDEN AL MODELO NUMERO ',5X,11,///,11X,
56 ' ',12X,'X',14X,'Y',12X,'Y EST',10X,'ERROP',17X,'ERPOP**2',///)
57 GO TO (15,16,17,18,19),IND
58 15 CALL LUCHO(X,Y,ALFA,BETA,F,F2,YEST,SUMF2)
59 GO TO 20
60 16 CALL LUCHO(ALOGX,Y,ALFA,BETA,F,F2,YEST,SUMF2)
61 GO TO 20
62 17 CALL LUCHO(ALOGX,ALOGY,ALFA,BETA,F,F2,YEST,SUMF2)
63 GO TO 20
64 18 CALL LUCHO(XINV,Y,ALFA,BETA,F,F2,YEST,SUMF2)
65 GO TO 20
66 19 CALL LUCHO(XINV,ALOGY,ALFA,BETA,F,F2,YEST,SUMF2)
67 20 DO 21 I=1,N
68 21 WRITE(6,22) I,X(I,M),Y(I,M),YEST(I),E(I),E2(I)
69 22 FORMAT(10X,12,5X,F10.3,5X,F10.2,5X,F10.3,5X,F20.5)
70 23 WRITE(6,23)SUMF2
71 23 FORMAT(30X,///,' LA SUMA DE LOS CUADRADOS DE ERRORES ES : ',12X,E20.
72 15)
73 C CALCULO DE LAS PROYECCIONES DE LAS DEMANDAS
74 WRITE(6,24)
75 24 FORMAT(1H1,///,20X,'PROYECCIONES DE LAS DEMANDAS DE CEMENTO BLANCO
76 I',/,20X,46(' '),/,31X,'POR URBANA',5X,'DEMANDA',///)
77 READ(5,25) (X(I,M),I=1,20),(IC(I,M),I=1,20)
78 25 FORMAT(BF10.3/2F10.3/10I4)

```

```

60      GO TO(26,27,28,29,30),IND
61      26 DO 31 J=1,20
62          Y(J,M)=ALFA(IND)+BETA(IND)*X(J,M)
63      31 WRITE(6,32) IC(J,M),X(J,M),Y(J,M)
64      32 FORMAT(/,20X,14,5X,F10.3,5X,F10.3)
65      GO TO 1
66      27 DO 33 J=1,20
67          Y(J,M)=ALFA(IND)+BETA(IND)*ALOG(X(J,M))
68      33 WRITE(6,34) IC(J,M),X(J,M),Y(J,M)
69      34 FORMAT(/,20X,14,5X,F10.3,5X,F10.3)
70      GO TO 1
71      28 DO 35 J=1,20
72          Y(J,M)=ALFA(IND)+BETA(IND)*ALOG(X(J,M))
73          Y(J,M)=EXP(Y(J,M))
74      35 WRITE(6,36) IC(J,M),X(J,M),Y(J,M)
75      36 FORMAT(/,20X,14,5X,F10.3,5X,F10.3)
76      GO TO 1
77      29 DO 37 J=1,20
78          Y(J,M)=ALFA(IND)+BETA(IND)/X(J,M)
79      37 WRITE(6,38) IC(J,M),X(J,M),Y(J,M)
80      38 FORMAT(/,20X,14,5X,F10.3,5X,F10.3)
81      GO TO 1
82      30 DO 39 J=1,20
83          Y(J,M)=ALFA(IND)+BETA(IND)/X(J,M)
84          Y(J,M)=EXP(Y(J,M))
85      39 WRITE(6,40) IC(J,M),X(J,M),Y(J,M)
86      40 FORMAT(/,20X,14,5X,F10.3,5X,F10.3)
87      GO TO 1
88      1 CONTINUE
89      STOP
90      END

```

```

91      SUBROUTINE LOTY(X,Y,INA,R2,ALFA,BETA)
92      DIMENSION X(20,2),Y(20,2),R2(5),ALFA(5),BETA(5)
93      COMMON N,M,IND
94      SUMX=0
95      SUMY=0
96      SUMX2=0
97      SUMY2=0
98      SUMXY=0

```

```

99      DO 1 I=1,N
100          SUMX=SUMX+X(I,M)
101          SUMY=SUMY+Y(I,M)
102          SUMX2=SUMX2+X(I,M)*X(I,M)
103          SUMY2=SUMY2+Y(I,M)*Y(I,M)
104      1 SUMXY=SUMXY+X(I,M)*Y(I,M)
105          SXY=(N*SUMXY-SUMX*SUMY)/(N*SUMX-SUMX*SUMY)
106          SXX=N*SUMX2-SUMX*SUMX
107          SYX=N*SUMY2-SUMY*SUMY
108          R2(INA)=SXY/(SXX*SYX)
109          XMED=SUMX/N
110          YMED=SUMY/N
111          BETA(INA)=SQRT(SXY)/SXX
112          ALFA(INA)=YMED-BETA(INA)*XMED
113      RETURN
114      END

```

```

115      SUBROUTINE GAME(R2,PAR2)
116      DIMENSION R2(5),AR2(5)
117      COMMON N,M,IND
118      DO 1 J=1,5
119      1 AR2(J)=R2(J)
121      IF(AR2(1).GE.AR2(J)) GO TO 2
122      TEMP=AR2(1)
123      AR2(1)=AR2(J)
124      AR2(J)=TEMP
125      2 CONTINUE
126      DO 3 J=1,5
127          IND=J
128          IF(R2(J).EQ.AR2(1)) GO TO 44
129      3 CONTINUE
130      44 PAR2=AR2(1)
131      4 RETURN
132      END

```

```

133      SUBROUTINE LUCHO(X,Y,ALFA,BETA,E,E2,YFST,SUMF2)
134      DIMENSION X(20,2),Y(20,2),E(20),E2(20),YFST(20),ALFA(5),BETA(5)
135      COMMON N,M,IND
136      SUMF2=0

```

```
137 DO 2 I=1,N
138 YEST(I)=ALFA(IND)+BETA(IND)*X(I,M)
139 E(I)=YEST(I)-Y(I,M)
140 E2(I)=E(I)*E(I)
141 2 SUME2=SUME2+E2(I)
142 RETURN
143 END
```

SFNTRY

PROYECCION DE LAS DEMANDAS POR METODO ESTADISTICO

ADOLFO MARCELO A

VICTOR H.CISNEROS M

***** DATOS HISTÓRICOS DE POBLACION URBANA Y DE LA DEMANDA DE CEMENTO BLANCO EN EL PERU *****

AÑO	POBLACION URBANA (MILES DE HAB.)	DEMANDA DE CEMENTO BLANCO (TONELADAS)
1965	5000.000	2505.528
1966	5284.000	2557.758
1967	5495.000	2691.945
1968	5714.801	2565.351
1969	5921.602	2604.106
1970	6158.500	2661.920
1971	6404.800	2671.573
1972	6660.102	2713.964
1973	6926.500	2897.678
1974	7243.301	3003.279

EL MEJOR VALOR PARA EL COEFICIENTE DE DETERMINACION ES : 0.79

LOS COEFICIENTES DE LA RECTA DE REGRESION SON :

ALFA = 1540.687

BETA = 0.189

ESTOS VALORES CORRESPONDEN AL MODELO NUMERO : 1

I	X	Y	Y EST	ERROR	ERROR**2
1	5000.000	2505.53	2483.499	-22.029	485.2897
2	5284.000	2557.76	2537.051	-20.708	428.8012
3	5495.000	2691.95	2576.837	-15.108	228.2688
4	5714.801	2565.35	2618.283	52.932	2801.8100
5	5921.602	2604.11	2657.278	53.172	2827.2740
6	6158.500	2661.92	2701.948	40.028	1602.2660
7	6404.801	2671.57	2748.391	76.818	5901.0580
8	6660.102	2713.96	2796.531	82.567	6817.3710
9	6926.500	2897.68	2846.764	-50.914	2592.2160
10	7243.301	3003.28	2906.501	-96.778	9366.0420

LA SUMA DE LOS CUADRADOS DE ERRORES ES 46071.95000

PROYECCIONES DE LAS DEMANDAS DE CEMENTO BLANCO

	POB. URBANA	DEMANDA
1975	7532.898	2961.108
1976	7834.102	3017.904
1977	8120.102	3071.833
1978	8409.699	3126.440
1979	8695.699	3180.368
1980	8996.898	3237.163
1981	9280.898	3290.715
1982	9492.102	3330.540
1983	9793.301	3387.335
1984	10094.500	3444.130

DATOS HISTORICOS DE POBLACION URBANA Y DEMANDA DE CEMENTO BLANCO EN EL GRUPO ANDINO

1965	30000.000	MILES DE HAB	54870.460	TONELADAS
1966	31802.000	MILES DE HAB	59510.300	TONELADAS
1967	33528.000	MILES DE HAB	61880.980	TONELADAS
1968	35934.000	MILES DE HAB	60801.640	TONELADAS
1969	37539.000	MILES DE HAB	69304.060	TONELADAS
1970	39231.000	MILES DE HAB	66362.810	TONELADAS
1971	40840.000	MILES DE HAB	73218.680	TONELADAS
1972	42518.000	MILES DE HAB	77026.930	TONELADAS
1973	44267.000	MILES DE HAB	78581.120	TONELADAS
1974	46090.000	MILES DE HAB	80489.930	TONELADAS

EL MEJOR VALOR PARA EL COEFICIENTE DE DETERMINACION ES : 0.94

LOS COEFICIENTES DE LA RECTA DE REGRESION SON :

ALFA= 6861.582

BETA= 1.607

ESTOS VALORES CORRESPONDEN AL MODELO NUMERO : 1

i	X	Y	Y_EST	ERROR	FPRDP**?
1	30000.000	54870.46	55068.470	198.012	39204.64000
2	31802.000	59510.30	57964.090	-1546.207	2390756.00000
3	33528.000	61880.98	60737.600	-1143.383	1307324.00000
4	35934.000	60801.65	64603.790	3802.140	14456330.00000
5	37539.000	69304.06	67182.810	-2121.250	4488701.00000
6	39231.000	66362.81	69901.680	3538.875	12523630.00000
7	40840.000	73218.69	72487.180	-731.516	535092.20000
8	42518.000	77026.94	75183.560	-1843.375	3398031.00000
9	44267.000	78581.13	77994.000	-587.125	344716.70000
10	46090.000	80489.94	80923.370	433.438	187868.00000

SUMA DE LOS CUADRADOS DE ERRORES ES : 39682600.00000

PROYECCIONES DE LAS DEMANDAS DE CEMENTO BLANCO

	POB.URBANA	DEMANDA
1975	47979.000	83958.810
1976	49015.000	85623.560
1977	50980.000	88781.120
1978	52031.000	90469.930
1979	54030.000	93682.120
1980	56221.000	97202.870
1981	58321.000	100577.300
1982	60637.000	104298.900
1983	62971.000	108049.300
1984	65108.000	111483.300

CORE USAGE OBJECT CODE= 9592 BYTES, ARRAY AREA= 1296 BYTES, TOTAL AREA AVAILABLE= 27152 BYTES
 DIAGNOSTICS NUMBER OF ERRORS= 0, NUMBER OF WARNINGS= 0, NUMBER OF EXTENSIONS= 0
 COMPILE TIME= 14.31 SEC, EXECUTION TIME= 13.43 SEC, WATFIV - VERSION 1 LEVEL 3 MARCH 1971 DATE= 77/034

A N E X O 4

ORGANIZACION

La organización de la Empresa comprenderá de las siguientes Unidades Estructurales.

Organos Directivos.-

- Directorio
- Gerencia General

Realizarán funciones determinantes, como : Orientar y trazar las políticas básicas de la Empresa.

Unidades de Participación.-

- Superintendencia de Planta

Realizará funciones de asesoría, conocimiento y participación brindando sugerencias y manteniendo informado a los órganos directivos., de los problemas de las unidades operativas.

Unidades Operativas.-

- Departamento de Producción
- Departamento Mecánico y Mantenimiento
- Departamento Eléctrico

Cumplirán funciones operativas o de aplicación determinadas, mediante la realización de acciones necesarias para lograr -

sus fines y objetivos.

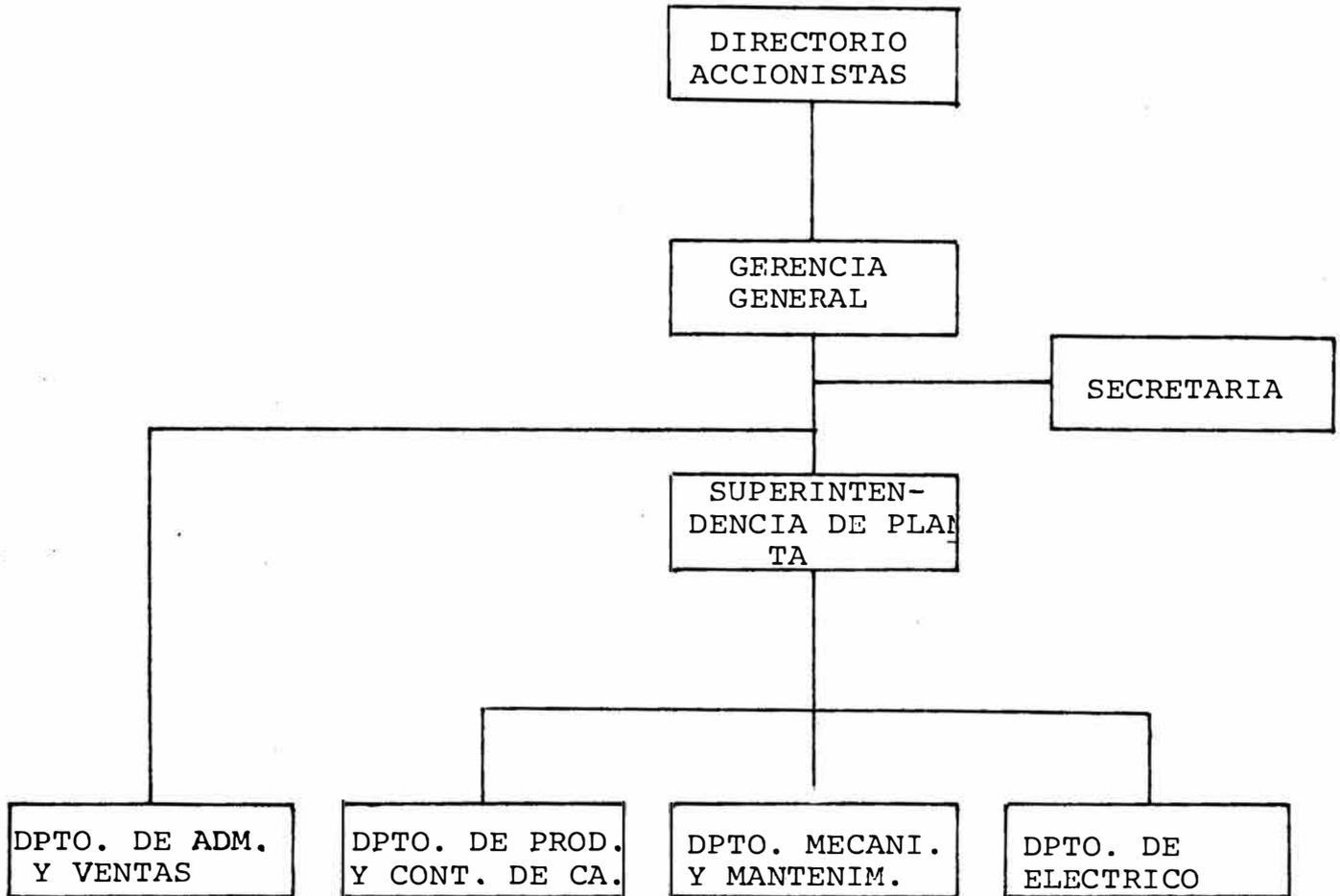
Unidades de Apoyo.-

Departamento de Administración

Cumplirá funciones de apoyo administrativo a toda la estructura orgánica, dependiendo en forma directa de la Gerencia - General.

Estas unidades organizativas, cumplirán sus funciones de acuerdo a normas y procedimientos, los que deben estar expresados en un manual de funciones, con la finalidad de alcanzar los objetivos generales de la empresa.

ORGANIGRAMA



A N E X O 5

ANALISIS TERMICO EN EL HORNO ROTATORIO

El análisis térmico siguiente, muestra el método y los resultados de una prueba seguida en un horno tubular rotativo de producción de clinker para cemento blanco.

El ensayo puede ser considerado de manera similar en un horno LEPOL, sólo se debe tener en cuenta que la etapa de secado y parte del precalentamiento es llevado a cabo en las parrillas según diseño.

El perfil de temperaturas de gases, pared y materiales tendrá valor exacto en la zona del horno rotativo.

Se realiza el estudio en 12 secciones transversales.

El balance de materias proporciona información para la producción de clinker por unidad de tiempo, así como, la cantidad de combustible que es requerido. Además, se puede tener una estimación aceptable de la eficiencia del horno sobre las bases del balance de calor, porque muestran que porción de calor que ingresa es utilizado y que porción es perdido. Para conocer las condiciones del horno se debe efectuar pruebas de muestreo del material, medir sus temperaturas, así como la temperatura de los gases. Además es importante que la variación en la temperatura de la superficie interna (forro) durante la rotación pueda ser determinada varias secciones transversales.

Medida de la temperatura de la materia prima.-

El pirómetro empleado para medir la temperatura de la materia prima está constituido de : Una termocupla de platino / platino-rodio aislada y protegida en un tubo cerámico. En realidad este par se emplea solamente para medir las temperaturas en las secciones transversales 7 a 12. En las secciones de 1 a 7 se emplea una termocupla de Nikel/Nikel-Cromo instalado igual que la anterior obteniéndose mejores resultados. Durante la lectura el tubo se cubría completamente de material, los terminales de la termocupla se conectaban al circuito que conducía al milivoltímetro, para tomar las lecturas correspondientes esperando que el voltaje sea estable, previamente.

Muestreo de Materiales.-

En conexión con la medida de temperaturas fue de especial interés determinar el contenido de agua y dióxido de carbono, así como la cal libre contenida.

El agua contenida fue determinada por secado en un equipo , el CO₂ por el método Fresimins-Classsen y la cal libre por el método Schlapfer-Bukowski.

Temperaturas del material y cambios en la composición durante la clinkerización.-

Los resultados obtenidos están tabulados en la tabla 1 y en

el gráfico 1 se muestra las variaciones en composición que ocurre durante el calentamiento de la cantidad de materia prima requerida para producir 1 Kg. de clinker.

T A B L A 1

Contenido en CO₂, Insolubles y Cal Libre contenidos en 14 muestras de material tomados en el Horno Rotatorio.

<u>No de muestra</u>	<u>CO₂</u> (%)	<u>Insolubles</u> (%)	<u>Cal Libre</u> (%)
Entrada	33.28	17.90	0.00
1	33.27	17.89	0.00
2	33.29	17.88	0.00
3	33.21	17.67	0.00
4	32.71	16.71	0.00
5	32.50	16.55	0.00
6	32.50	15.35	0.00
7	30.46	11.80	0.13
8	29.55	11.17	0.50
9	25.92	8.92	1.36
10	20.60	7.53	4.14
11	7.15	4.29	13.05
12	0.21	0.21	6.23
Salida	0.18	0.20	0.19

Respecto al proceso de secado, el diagrama muestra que la mayor cantidad de agua es eliminada por evaporación de 70 a 80°C, cerca de la mitad del recorrido entre las seccio-

nes transversales 4 y 5, la materia prima es secada y la temperatura aumenta rápidamente. En la sección transversal vecina 6, la arcilla es convertida en metacaolín y el agua de cristalización es eliminada.

La curva de la temperatura del material gradualmente empieza a subir y entre las secciones 9 - 11 a temperaturas de 750 y 950°C el CO₂ de la caliza es eliminado. La mayor parte de la cal es pasado a combinarse con la sílice y alúmina, pero hay diferentemente un contenido de cal libre en la sección transversal 11.

Entre la sección transversal 11 - 12 la temperatura del material sube muy rápidamente, indudablemente es que las reacciones exotérmicas empiezan y está asociado con la formación de los compuestos del cemento.

Desafortunadamente no se logro muestrear en la parte donde el material alcanza su temperatura más alta y donde la sinterización es completa, fue además, imposible medir la temperatura de sinterización directamente y tuvo que ser interpolado entre los valores de la sección transversal 12 y los de la entrada al enfriador. La temperatura así obtenida fue de 1600°C aproximadamente.

Medida de la temperatura de gases.-

La medida de la temperatura de gases en recipientes en donde las paredes tienen diferente temperatura que el gas es difícil, por que las termocuplas no miden la temperatura correcta del gas. El error aumenta con el aumento en la

diferencia entre la temperatura del gas y el de la pared. - El motivo de esto es que la termocupla no sólo recibe calor del gas sino también calor de radiación de la pared. Es necesario el empleo de un pirómetro especial que tenga una termocupla de Nikel-Nikel/Cromo introducido en un tubo de Microtherm conectada a una bomba de aire comprimido, se tiene además un anillo de cerámica con varias perforaciones - paralelas al eje del tubo a través de los cuales el gas fluye a altas velocidades, el error en las lecturas por este método es de 5°C. Cuando funciona normalmente el horno realiza una revolución cada 78 segundos.

La temperatura fue medida en círculos concéntricos en cada sección transversal, la primera lectura se tomó en el eje del horno y las otras en círculos de 200 y 400 mm. de radio. Las lecturas no se pudieron tomar a mayores distancias del eje por que existía el riesgo de que la punta del tubo del pirómetro pudiera haber sido cubierta con material durante la rotación del horno. Las temperaturas registradas se muestran en el gráfico 3 conjuntamente con la temperatura promedio en cada sección transversal.

La temperatura registrada cuando la bomba de aire no funcionaba era de 120 a 150°C menor que la temperatura verdadera del gas. Esta observación pudo realizarse en cada lectura ya que la bomba no empezaba a funcionar hasta que el valor registrado en el milivoltímetro cesara de subir, lo cual se lograba después que el horno realizaba 5 ó 6 revoluciones

Cuando se observó la lectura máxima, se dejó que el gas entrara al tubo del pirometro y el instrumento indicaba una temperatura constante otra vez, tan pronto como el horno completaba una revolución más. Se tuvo cuidado de que las perforaciones en el collar de cerámica no estuviera obstruido; por lo general estaban abiertos, pero cuando más del 10% de los agujeros estaban obstruidos el experimento se repitió. Para las secciones 10,11 y 12 fue necesario emplear una termocupla de Iridio/Iridio-Rodio con un tubo de protección y un collar de material especial resistente al calor. Las temperaturas de llama excedieron a los 1800°C.

Medida de la temperatura en la superficie interior del forro del horno durante una revolución.-

La termocupla empleada en esta oportunidad eran alambres de 0.5 mm. de platino/platino-rodio, descubiertos y suficientemente resistentes al ataque químico. En la figura 4 se muestra la curva de las temperaturas para las secciones transversales de 1 a 12. Este análisis de la temperatura de la superficie es importante por que se pueden realizar observaciones útiles; así, por aumento de la velocidad manteniendo la temperatura se podría resumir sobre el comportamiento de los ladrillos del forro, la reducción del gasto, desgarramiento y rotura de la costra en la zona de sinterizado; por efecto de la transferencia de calor, etc. Se pueden presentar otras inquietudes, por ejemplo pensar quizás en aumentar la velocidad del horno si la inclinación de su

eje respecto a la horizontal es reducida al mismo tiempo, de otra manera, la superficie expuesta del material a ser calcinado sería reducida con consecuente desventaja en la transferencia de calor, y habría el riesgo de que la materia prima pasara muy rápidamente a través de la zona de sinterización.

Como los valores obtenidos son temperaturas en la superficie del recubrimiento del clinker sobre la costra, podemos determinar el gradiente de temperaturas a través de la pared compuesta : Recubrimiento, forro y costra, el cual es mostrado en la figura 5. Se puede apreciar claramente el efecto del aislamiento del calor del recubrimiento y demuestra que los refractarios del forro es empleado en su superficie hasta que el recubrimiento normal del clinker es formado.

Resumen

Los valores determinados para las temperaturas en el horno se presentan juntas en el gráfico 2, que muestra las relaciones de las temperaturas del gas, material y pared; a lo largo del horno. Se puede apreciar que la diferencia en temperaturas entre el gas y material en la zona de secado es cerca de 500°C y que esta diferencia aumenta a cerca de 750°C en las zonas de precalentamiento, calcinación y sinterización. La temperatura máxima de la pared obtenida durante una revolución es cerca de la mitad entre las temperatu-

ras del gas y material a través del horno (en todas partes) mientras que la temperatura mínima de la pared es de 150 a 200°C bajo la máxima.

La producción de clinker y el volumen de gas son conocidos de los datos de salida y el balance del horno, así que, tomando en cuenta la temperatura y composición química de las materias primas es posible calcular el volumen de gas en cualquier sección transversal. Además la cantidad de calor requerido para llevar a cabo un incremento en la temperatura de las materias primas puede ser calculado del calor específico y los efectos del calor. Finalmente las pérdidas por radiación se conocen para cada sección transversal en el horno. Por el cálculo de la cantidad de calor requerido para llevar el material de la temperatura medida en la sección transversal 1 a la temperatura medida en la sección transversal 2 y adicionando las pérdidas por radiación para esta longitud del horno, obtendremos las dos secciones. Como el volumen de gas y su contenido de calor son ahora conocidos para ambas secciones transversales la temperatura del gas puede ser así calculada para esas secciones y en la misma forma para cualquier sección transversal en el horno. Las temperaturas calculadas se muestran en la figura 2. Son en todo caso más altas que las temperaturas medidas. Como las diferencias son mayores de 50°C, las temperaturas medidas no podrán bajar más que la temperatura verdadera del gas.

DETERMINACION DE LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO EN EL HORNO ROTATORIO

En el horno rotatorio, la zona que soporta mayor temperatura es la de Calcinación o Sinterización (Ver Gráfico 2). Según el diseño, esta zona estará revestida de 2,405 ladrillos tipo VARNON-S de 15 cm. de espesor, sobre la carcasa de metal de 2 pulgadas de espesor.

Anualmente se deberá cambiar 2 veces el revestimiento en dicha zona, por estar sujeto al efecto destructivo de la energía térmica, produciendo "manchas" debido a la caída de los ladrillos. (1)

En otras zonas del horno, las temperaturas son más bajas y el ladrillo seleccionado para el revestimiento ALUSITE, soporta bien el efecto del calor y la abrasión de los materiales, por lo que no se considera en la determinación de los gastos de mantenimiento anual, pero si en mantenimiento programado de cada 3 años.

Gasto de Mantenimiento.-

GASTO ANUAL : 1203 ladrillos/cambio x 2 cambio/año x 550 soles
Ladrillo
: 1'323,300 soles/año

GASTO POR
PRODUCCION : 1'323,300 $\frac{\text{soles}}{\text{año}} \times \frac{1}{330 \times 31.8}$ $\frac{\text{año}}{\text{TM Cemento}}$

(1) Información del Departamento Técnico de Cemento Andino.

126.10 soles/Momento.

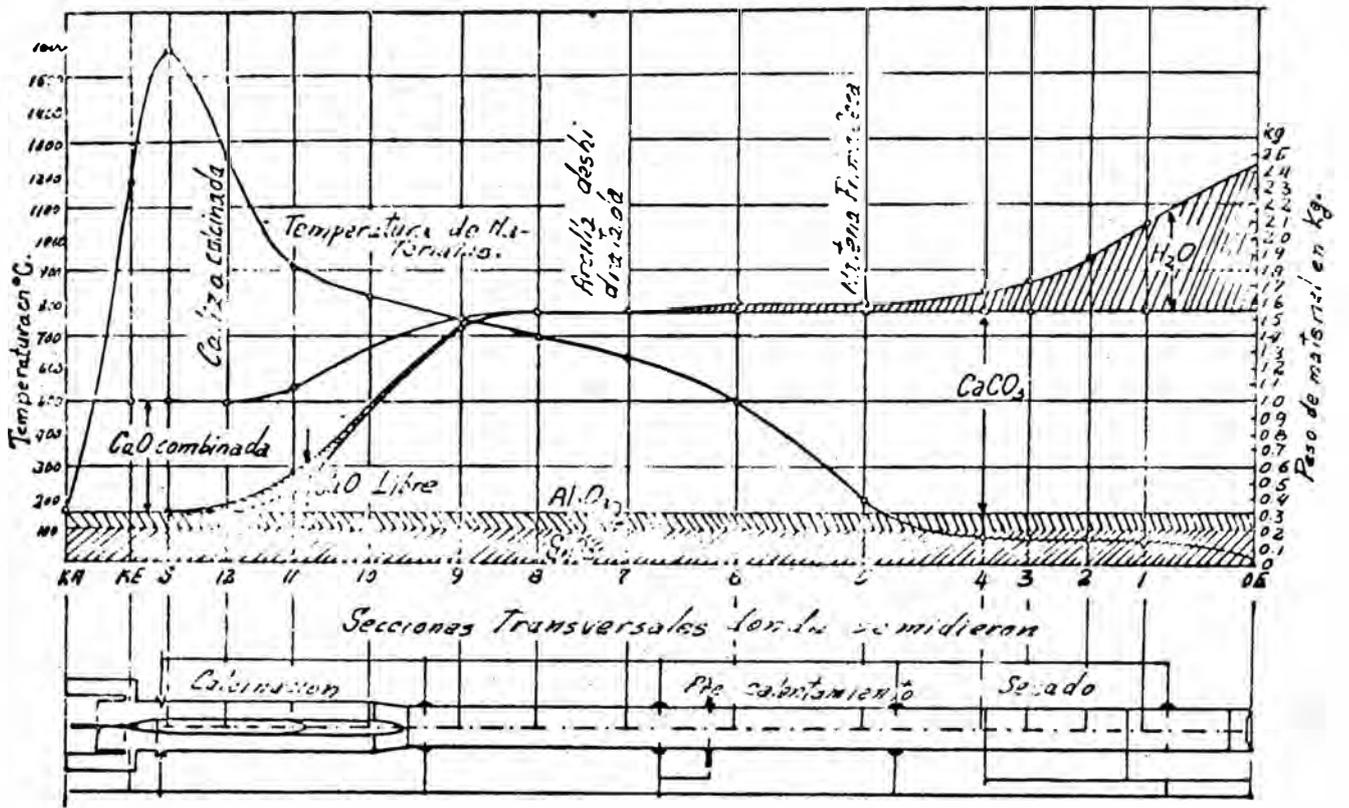


GRAFICO No 1

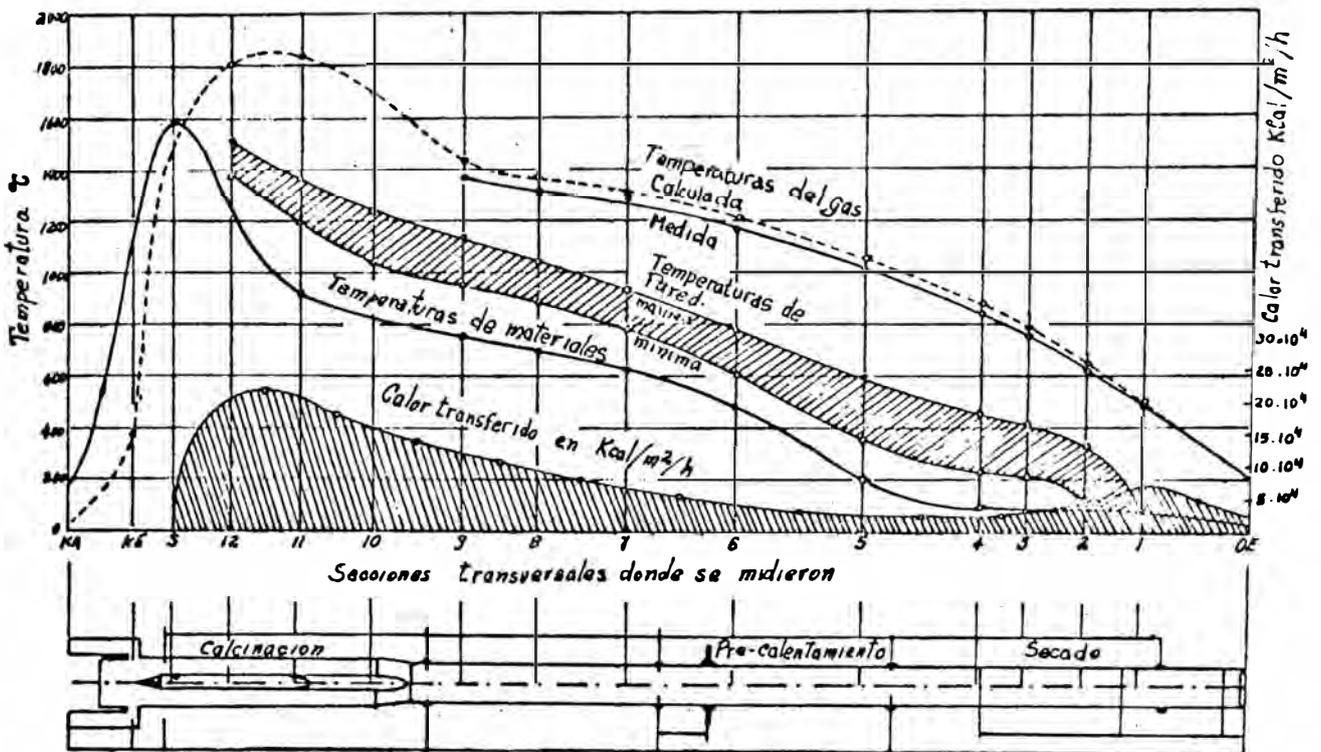


GRAFICO No 2

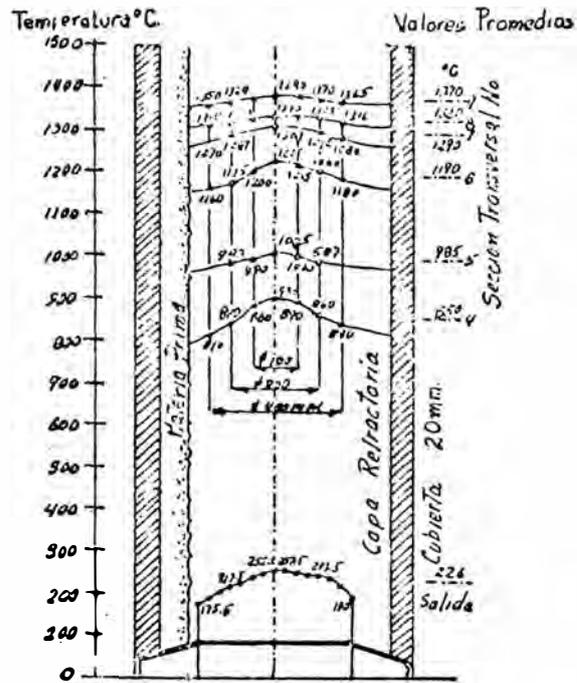


GRAFICO 3

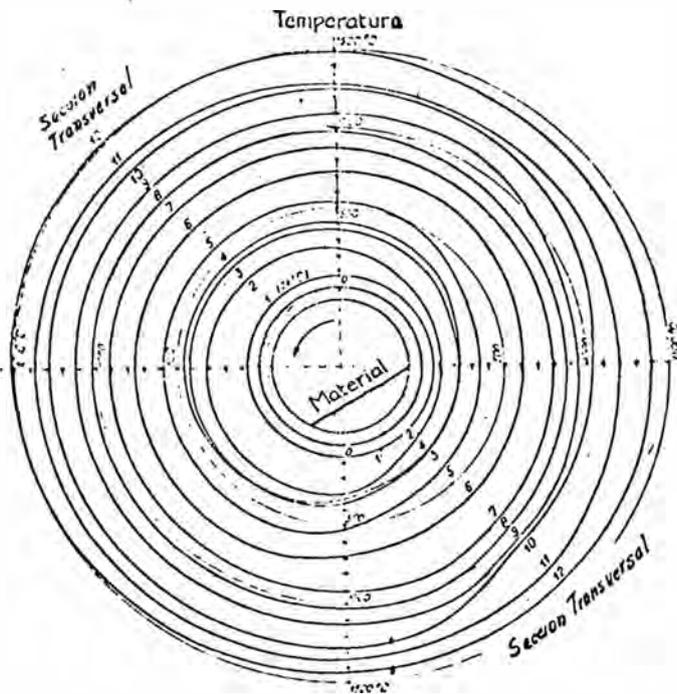


FIGURA 4

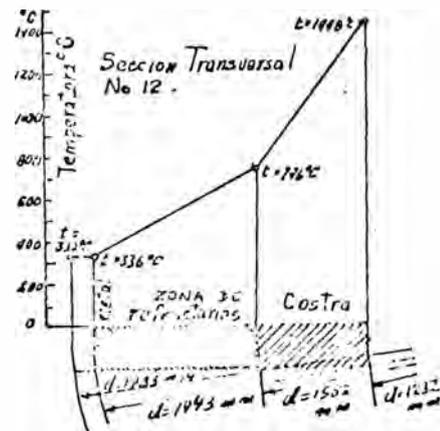
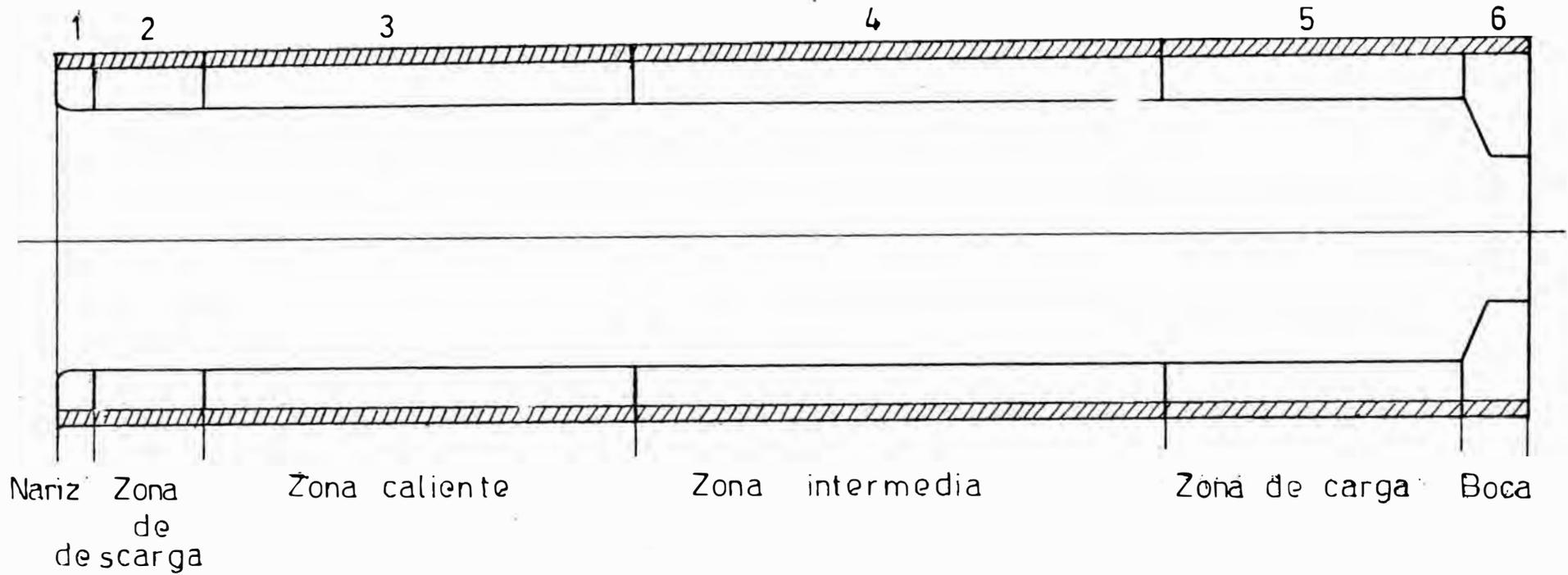


FIGURA 5

FIGURA 5
DISTRIBUCION DE REFRACTARIOS EN
EL HORNO DE CEMENTO
ZONAS DE PRECALENTAMIENTO Y SINTERIZACION



LADRILLO

ZONA

VARNON-5

1, 2 y 3

ALUSITE

4, 5 y 6



A N E X O 6

NORMAS A CONSULTAR

ITINTEC 334.001	Cementos - Definiciones y Nomenclatura
ITINTEC 334.002	Cementos - Método para la determinación de la finura expresada por la superficie específica (BLAINE)
ITINTEC 334.004	Cementos - Ensayo en autoclave para determinar la estabilidad de volumen.
ITINTEC 334.006	Cementos - Método de determinación de consistencia normal y fraguado.
ITINTEC 334.007	Cementos. Extracción de Muestras.
ITINTEC 334.008	Cemento Portland - Clasificación y Nomenclatura
ITINTEC 334.016	Cementos - Análisis químico - Disposiciones Generales
ITINTEC 334.017	Cementos - Análisis químico. Método usual para determinación de dióxido de silicio, óxido ferrico, óxido de calcio, óxido de aluminio y óxido de magnesio.
ITINTEC 334.018	Cementos - Análisis químico. Anhídrido sulfúrico
ITINTEC 334.019	Cementos - Análisis químico, Método de arbitraje para determinación de dióxido de silicio, óxido ferrico, óxido de aluminio, óxido de calcio y óxido de magnesio.
ITINTEC 334.020	Cementos - Análisis químico. Pérdida por calcinación.
ITINTEC 334.021	Cementos - Análisis químico. Residuo insoluble.
ITINTEC 334.041	Cementos - Análisis químico. Método de Determinación de óxido de sodio y de óxido de potasio.
ITINTEC 334.042	Cementos - Métodos para ensayos de resistencia a flexión y a compresión del mortero plástico.

1.- OBJETO

- 1.1 La presente Norma establece los requisitos que debe cumplir el cemento Portland Tipo I, Normal.

2.- DEFINICIONES Y CLASIFICACION

- 2.1 Las definiciones y clasificación aplicable a esta Norma, se establecen en las Normas ITINTEC 334.001 y 334.008

3.- REQUISITOS

- 3.1 Requisitos Químicos.- El cemento portland tipo I, Normal, debe cumplir con los requisitos químicos que a continuación se indican:

REQUISITO	MAX. %	METODO DE ENSAYO
Pérdida por calcinación	3,0	ITINTEC 334.020
Anhidrido sulfúrico (SO ₃)	3,5	ITINTEC 334.018
Oxido de magnesio (MgO)	5,0	ITINTEC 334.019
Residuo insoluble	1,0	ITINTEC 334.021

3.1.1 Requisito Opcional

REQUISITO	MAX. %	METODO DE ENSAYO
*Alcalis	0,6	ITINTEC 334.041

* Expresado en óxido de sodio.

- 3.2 Requisitos Físicos.- El cemento portland tipo I, Normal, debe cumplir con los requisitos físicos que a continuación se indican:

REQUISITOS	VALORES	METODO DE ENSAYO
Finura (superficie específica Blaine)	MIN. 2600 cm ² /g	ITINTEC 334.002
Estabilidad de volumen (auto clave)	MAX. 0,80 %	ITINTEC 334.004
Fraguado (inicial) Vicat (final)	MIN. 45 minutos MAX. 8 horas	ITINTEC 334.006 ITINTEC 334.006
Resistencia a la compresión a los 3 días	MIN. 85 kg/cm ²	ITINTEC 334.-----*
a los 7 días	MIN. 145 kg/cm ²	ITINTEC 334.-----*

Nota: * Mientras se estudia la Norma ITINTEC correspondiente, se debe cumplir con la Norma ASTM C109 (última edición).

3.2.1 Método alternativo para el requisito de Resistencia a la compresión.*

REQUISITO	VALORES	METODO DE ENSAYO
Resistencia a la compresión:		
A los 7 días	MIN. 210 kg/cm ²	ITINTEC 334.042
A los 28 días	MIN. 350 kg/cm ²	ITINTEC 334.042

NOTA: Corresponde a los valores dados en COPANT 3:1-002 y al método de ensayo dado en COPANT 3:1-017

4.- MUESTREO Y RECEPCION

- 4.1 El cemento se almacenará en lugar seco y abrigado de la intemperie y de fácil acceso para la inspección.
- 4.2 El muestreo se hará siguiendo lo prescrito en la Norma ITINTEC 334.007.
- 4.3 Cuando los interesados lo exigieran, las muestras de cemento destinadas a los ensayos se extraerán en su presencia.
- 4.4 Se realizará el ensayo de autoclave y si no cumple con lo establecido en 3.2.2 se volverá a hacer un nuevo ensayo a los 10 días de extraída la muestra.
- 4.5 Si las muestras ensayadas no cumplieran con uno o más de los requisitos establecidas en el capítulo 3, y existieran acuerdos con respecto a los valores obtenidos, se rechazará la partida.
Si no hubiera concordancia con respecto a los valores obtenidos, se repetirán él o los ensayos en cuestión sobre la porción de muestra reservada para los casos de discrepancia. Si alguno de los ensayos realizados sobre esta porción no diera resultado satisfactorio se rechazará la partida.
- 4.6 Serán rechazados, independientemente de los ensayos, aquellos envases que estuvieran averiados o cuyos contenidos hubieren sido alterados por la humedad.
- 4.7 La partida será rechazada si el peso promedio de 10 bolsas es menor del 98% del peso nominal.
- 4.8 La responsabilidad del vendedor sólo cesará 45 días después de extraídas las muestras, con el fin que medie suficiente tiempo para la realización de los ensayos.

5.- METODOS DE ENSAYO

5.1 Los ensayos se realizan de acuerdo a las Normas ITINTEC siguientes:

- | | | |
|-------|-----------------|--|
| 5.1.1 | ITINTEC 334.020 | Cementos - Análisis químico. Pérdida por Calcinación. |
| 5.1.2 | ITINTEC 334.018 | Cementos - Análisis químico. Anhídrido sulfúrico. |
| 5.1.3 | ITINTEC 334.019 | Cementos - Análisis químico. Método de arbitraje para determinación de dióxido de silicio, óxido férrico, óxido de aluminio óxido de calcio y óxido de magnesio. |
| 5.1.4 | ITINTEC 334.021 | Cementos - Análisis químico. Residuo insoluble. |
| 5.1.5 | ITINTEC 334.041 | Cementos-Análisis químico. Método de determinación de óxido de sodio y de óxido de potasio. |
| 5.1.6 | ITINTEC 334.002 | Cementos - Métodos para la determinación de la finura expresada por la superficie especificada (Blaine). |
| 5.1.7 | ITINTEC 334.004 | Cementos - Ensayo en autoclave para determinar la estabilidad de volumen |
| 5.1.8 | ITINTEC 334.006 | Cementos - Método de determinación de consistencia normal y fraguado. |
| 5.1.9 | ITINTEC 334.042 | Cementos - Metodos para ensayos de resistencia a flexión y a compresión del mortero plástico. |

6.- ENVASE Y ROTULADO

- 6.1 El cemento será recibido en el envase original de fábrica, que **podrán** ser bolsas, pudiéndose recibir también a granel.
- 6.2 Cuando el cemento sea envasado en bolsas, deberá tener un peso de 42,5 kg. netos.
- 6.3 Cada envase deberá llevar las siguientes indicaciones:

- 6.3.1 La palabra CEMENTO PORTLAND Tipo 1, Normal.
- 6.3.2 Nombre o símbolo del fabricante.
- 6.3.3 El peso neto, en kg.
- 6.3.4 Demás consideraciones de Ley vigentes.

Designation: C 150 - 70

Standard Specification for PORTLAND CEMENT¹

This Standard is issued under the fixed designation C 150; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last approval.

1. Scope

1.1 This specification² covers eight types of portland cement, as follows (see Note 1):

1.1.1 *Type I*—For use when the special properties specified for any other type are not required.

1.1.2 *Type IA*—Air-entraining cement for the same uses as Type I, where air-entrainment is desired.

1.1.3 *Type II*—For general use, more especially when moderate sulfate resistance or moderate heat of hydration is desired.

1.1.4 *Type IIA*—Air-entraining cement for the same uses as Type II, where air-entrainment is desired.

1.1.5 *Type III*—For use when high early strength is desired.

1.1.6 *Type IIIA*—Air-entraining cement for the same use as Type III, where air-entrainment is desired.

1.1.7 *Type IV*—For use when a low heat of hydration is desired.

1.1.8 *Type V*—For use when high sulfate resistance is desired.

NOTE 1—Attention is called to the fact that cements conforming to the requirements for all of these types may not be carried in stock in some areas. In advance of specifying the use of other than Type I cement, it should be determined whether the proposed type of cement is or can be made available.

NOTE 2—The values stated in U.S. customary units are to be regarded as the standard. The metric equivalents of U.S. customary units may be approximate.

2. Definitions

2.1 *portland cement*—a hydraulic cement produced by pulverizing clinker consisting essentially of hydraulic calcium silicates, usually containing one or more of the forms of

calcium sulfate as an interground addition.

2.2 *air-entraining portland cement*—a hydraulic cement produced by pulverizing clinker consisting essentially of hydraulic calcium silicates, usually containing one or more of the forms of calcium sulfate as an interground addition, and with which there has been interground an air-entraining addition.

3. Basis of Purchase

3.1 The purchaser should specify the type desired, and indicate which, if any, of the optional requirements apply. When the type is not specified, the requirements of Type I shall apply.

4. Additions

4.1 The cement covered by this specification shall contain no addition except as provided for below.

4.1.1 Water or calcium sulfate, or both, may be added in amounts such that the limits shown in Table 1 for sulfur trioxide and loss-on-ignition shall not be exceeded.

4.1.2 At the option of the manufacturer, processing additions may be used in the manufacture of the cement, provided such materials in the amounts used have been shown to meet the requirements of ASTM Specifications C 465, for Processing Additions for Use

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee C-1 on Cement. A list of members may be found in the ASTM Yearbook. This standard is the direct responsibility of Subcommittee on Portland Cement

Current edition effective Oct. 2, 1970. Originally issued 1940 to replace C 9 - 38, C 74 - 39. Replaces C 150 - 69a and C 175 - 69.

² The 1970 revision of this specification combines C 150 for non-air-entraining cements and C 175 for air-entraining cements.

in the Manufacture of Portland Cement.³

4.1.3 Air-entraining portland cement shall contain an interground addition conforming to the requirements of ASTM Specification C 226, for Air-Entraining Additions for Use in the Manufacture of Air-Entraining Portland Cement.³

5. Chemical Requirements

5.1 Portland cement of each of the eight types shown in Section 1 shall conform to the respective standard chemical requirements prescribed in Table 1. Optional chemical requirements are shown in Table 1A.

6. Physical Requirements

6.1 Portland cement of each of the eight types shown in Section 1 shall conform to the respective standard physical requirements prescribed in Table 2. Optional physical requirements are shown in Table 2A.

7. Methods of Test

7.1 Sample the cement and determine the properties enumerated in this specification in accordance with the following ASTM methods:

7.1.1 *Sampling*—Methods C 183, Sampling Hydraulic Cement.³

7.1.2 *Air Content of Mortar*—Method C 185, Test for Air Content of Hydraulic Cement Mortar.³

7.1.3 *Chemical Analysis*—Methods C 114, for Chemical Analysis of Hydraulic Cement.³

7.1.4 *Strength*—Method C 109, Test for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-In. Cube Specimens).³

7.1.5 *False Set*—Method C 451, Test for False Set of Portland Cement (Paste Method).³

7.1.6 *Fineness by Air Permeability*—Method C 204, Test for Fineness of Portland Cement by Air Permeability Apparatus.³

7.1.7 *Fineness by Turbidimeter*—Method C 115, Test for Fineness of Portland Cement by the Turbidimeter.³

7.1.8 *Heat of Hydration*—Method C 186, Test for Heat of Hydration of Portland Cement.³

7.1.9 *Soundness by Autoclave Expansion*—Method C 151, Test for Autoclave Expansion of Portland Cement.³

7.1.10 *Time of Setting by Gillmore Needles*—Method C 266, Test for Time of Setting of Hydraulic Cement by Gillmore Needles.³

7.1.11 *Time of Setting by Vicat Needle*—Method C 191, Test for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle.³

7.1.12 *Sulfate Expansion*—Method C 452, Test for Potential Expansion of Portland Cement Mortars Exposed to Sulfate.³

8. Inspection

8.1 Inspection of the material shall be made as agreed upon by the purchaser and the seller as part of the purchase contract.

9. Testing Time Requirements

9.1 The following periods from time of sampling shall be allowed for completion of testing:

1-day test	6 days
3-day test	8 days
7-day test	12 days
28-day test	33 days

10. Rejection

10.1 The cement may be rejected if it fails to meet any of the requirements of this specification.

10.2 Cement remaining in bulk storage at the mill, prior to shipment, for more than 6 months, or cement in bags in local storage in the hands of a vendor for more than 3 months, after completion of tests, may be retested before use and may be rejected if it fails to conform to any of the requirements of this specification.

10.3 Packages varying more than 3 percent from the specified weight may be rejected; and if the average weight of packages in any shipment, as shown by weighing 50 packages taken at random, is less than that specified, the entire shipment may be rejected.

11. Manufacturer's Statement

11.1 At the request of the purchaser, the manufacturer shall state in writing the nature, amount, and identity of the air-entraining agent used, and of any processing addition that may have been used, and also, if requested, shall supply test data showing com-

³ Annual Book of ASTM Standards, Part 9.

pliance of such air-entraining addition with the provisions of Specification C 226, and of any such processing addition with Specification C 465.

12. Packaging and Marking

12.1 When the cement is delivered in packages, the words "Portland Cement," the type of cement, the name and brand of the manufacturer, and the weight of the cement contained therein shall be plainly marked on each package. When the cement is an air-entraining type, the words "air-entraining" shall be plainly marked on each package. Similar information shall be provided in the shipping advices accompanying the shipment of packaged or bulk cement. A bag shall contain 94 lb (42.6 kg) net. A barrel shall consist of 376 lb

C 150

(170.6 kg) net. All packages shall be in good condition at the time of inspection.

13. Storage

13.1 The cement shall be stored in such a manner as to permit easy access for proper inspection and identification of each shipment, and in a suitable weather-tight building that will protect the cement from dampness and minimize warehouse set.

14. Manufacturer's Certification

14.1 Upon request of the purchaser in the contract or order, a manufacturer's certification that the material was tested in accordance with this specification together with a report of the test results shall be furnished at the time of shipment.

TABLE 1 Standard Chemical Requirements

Cement Type ^a	I and IA	II and IIA	III and IIIA	IV	V
Silicon dioxide (SiO ₂), min, percent	...	21.0	...	...	...
Aluminum oxide (Al ₂ O ₃), max, percent	...	6.0	...	...	...
Ferric oxide (Fe ₂ O ₃), max, percent	...	6.0	...	6.5	...
Magnesium oxide (MgO), max, percent	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Sulfur trioxide (SO ₃), max, percent					
When (3 CaO · Al ₂ O ₃) ^b is 8 percent or less	3.0	3.0	3.5	2.3	2.3
When (3 CaO · Al ₂ O ₃) ^b is more than 8 percent	3.5	...	4.5	...	...
Loss on ignition, max, percent	3.0	3.0	3.0	2.5	3.0
Insoluble residue, max, percent	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Tricalcium silicate (3CaO · SiO ₂) ^c max, percent	...	...	...	35	...
Dicalcium silicate (2CaO · SiO ₂) ^d min, percent	...	...	...	40	...
Tricalcium aluminate (3CaO · Al ₂ O ₃) ^e max, percent	...	8	15	7	5
Tetracalcium aluminoferrite plus twice (1 ^f tricalcium aluminate ^g (4CaO · Al ₂ O ₃ · Fe ₂ O ₃ + 2(3CaO · Al ₂ O ₃)), or solid solution (4CaO · Al ₂ O ₃ · Fe ₂ O ₃ + CaO · Fe ₂ O ₃), as applicable, max, percent	...	...	...	...	20.0

^a See Note 1.

^b The expressing of chemical limitations by means of calculated assumed compounds does not necessarily mean that the oxides are actually or entirely present as such compounds.

When the ratio of percentages of aluminum oxide to ferric oxide is 0.64 or more, the percentages of tricalcium silicate, dicalcium silicate, tricalcium aluminate, and tetra calcium aluminoferrite shall be calculated from the chemical analysis as follows:

$$\text{Tricalcium silicate} = (4.071 \times \text{percent CaO}) - (7.600 \times \text{percent SiO}_2) - (6.718 \times \text{percent Al}_2\text{O}_3) - (1.430 \times \text{percent Fe}_2\text{O}_3) - (2.852 \times \text{percent SO}_3)$$

$$\text{Dicalcium silicate} = (2.867 \times \text{percent SiO}_2) - (0.7544 \times \text{percent C}_3\text{S})$$

$$\text{Tricalcium aluminate} = (2.650 \times \text{percent Al}_2\text{O}_3) - (1.692 \times \text{percent Fe}_2\text{O}_3)$$

$$\text{Tetra calcium aluminoferrite} = 3.043 \times \text{percent Fe}_2\text{O}_3$$

When the alumina-ferric oxide ratio is less than 0.64, a calcium aluminoferrite solid solution (expressed as ss(C₄AF + C₂F)) is formed. Contents of this solid solution and of tricalcium silicate shall be calculated by the following formulas:

$$\text{ss(C}_4\text{AF} + \text{C}_2\text{F}) = (2.100 \times \text{percent Al}_2\text{O}_3) + (1.702 \times \text{percent Fe}_2\text{O}_3)$$

$$\text{Tricalcium silicate} = (4.071 \times \text{percent CaO}) - (7.600 \times \text{percent SiO}_2) - (4.479 \times \text{percent Al}_2\text{O}_3) - (2.859 \times \text{percent Fe}_2\text{O}_3) - (2.852 \times \text{percent SO}_3)$$

Note: tricalcium aluminate will be present in cements of this composition. Dicalcium silicate shall be calculated as previously shown.

In the calculation of C₃A, the values of Al₂O₃ and Fe₂O₃ determined to the nearest 0.01 percent shall be used. In the calculation of other compounds the oxides determined to the nearest 0.1 percent shall be used.

Values for C₃A and for the sum of C₄AF + 2C₃A shall be reported to the nearest 0.1 percent. Values for other compounds shall be reported to the nearest 1 percent.

^f Not applicable.

TABLE 1A Optional Chemical Requirements

NOTE—These optional requirements apply only when specifically requested

Cement Type ^a	I and IA	II and IIA	III and IIIA	IV	V	Remarks
Tricalcium aluminate (3CaO·Al ₂ O ₃), ^b max. percent	...	...	8	...	..	for moderate sulfate resistance
Tricalcium aluminate (3CaO·Al ₂ O ₃), ^b max. percent	...	...	5	...	...	for high sulfate resistance
Sum of tricalcium silicate and tricalcium aluminate, ^b max. percent	...	58 ^c	...	...	...	for moderate heat of hydration
Alkalies (Na ₂ O + 0.658K ₂ O), max. percent	0.60 ^d	0.60^{d}	0.60^{d}	0.60^{d}	0.60^{d}	low-alkali cement

^a See Note 1.

^b The expressing of chemical limitations by means of calculated assumed compounds does not necessarily mean that the oxides are actually or entirely present as such compounds.

When the ratio of percentages of aluminum oxide to ferric oxide is 0.64 or more, the percentages of tricalcium silicate, dicalcium silicate, tricalcium aluminate and tetracalcium aluminoferrite shall be calculated from the chemical analysis as follows:

$$\text{Tricalcium silicate} = (4.071 \times \text{percent CaO}) - (7.600 \times \text{percent SiO}_2) - (6.718 \times \text{percent Al}_2\text{O}_3) - (1.430 \times \text{percent Fe}_2\text{O}_3) - (2.852 \times \text{percent SO}_3)$$

$$\text{Dicalcium silicate} = (2.867 \times \text{percent SiO}_2) - (0.7544 \times \text{percent C}_3\text{S})$$

$$\text{Tricalcium aluminate} = (2.650 \times \text{percent Al}_2\text{O}_3) - (1.692 \times \text{percent Fe}_2\text{O}_3)$$

$$\text{Tetracalcium aluminoferrite} = 3.043 \times \text{percent Fe}_2\text{O}_3$$

When the alumina-ferric oxide ratio is less than 0.64, a calcium aluminoferrite solid solution (expressed as ss (C₂AF + C₂F)) is formed. Contents of this solid solution and of tricalcium silicate shall be calculated by the following formulas:

$$\text{ss(C}_2\text{AF + C}_2\text{F)} = (2.100 \times \text{percent Al}_2\text{O}_3) + (1.702 \times \text{percent Fe}_2\text{O}_3)$$

$$\text{Tricalcium silicate} = (4.071 \times \text{percent CaO}) - (7.600 \times \text{percent SiO}_2) - (4.479 \times \text{percent Al}_2\text{O}_3) - (2.859 \times \text{percent Fe}_2\text{O}_3) - (2.852 \times \text{percent SO}_3)$$

No tricalcium aluminate will be present in cements of this composition. Dicalcium silicate shall be calculated as previously shown.

In the calculation of C₃A, the values of Al₂O₃ and Fe₂O₃ determined to the nearest 0.01 percent shall be used. In the calculation of other compounds the oxides determined to the nearest 0.1 percent shall be used.

Values for C₃A and for the sum of C₂AF + 2C₃A shall be reported to the nearest 0.1 percent. Values for other compounds shall be reported to the nearest 1 percent.

^c This limit applies when moderate heat of hydration is required and tests for heat of hydration are not requested.

^d This limit may be specified when the cement is to be used in concrete with aggregates that may be deleteriously reactive. Reference should be made to ASTM Specifications C 33, for Concrete Aggregates, *Annual Book of ASTM Standards*, Part 10, for suitable criteria of deleterious reactivity.

TABLE 2 Standard Physical Requirements

Cement Type ^a	I	IA	II	IIA	III	IIIA	IV	V
Air content of mortar, ^b volume percent:								
max	12.0	22	12.0	22	12.0	22	12.0	12.0
min		16		16		16		
Fineness, specific surface, cm ² /g (alternative methods): ^c								
Turbidimeter tests:								
Average value, min	1600	1600	1600	1600	...	...	1600	1600
Any one sample, min	1500	1500	1500	1500	...	...	1500	1500
Air permeability test:								
Average value, min	2800	2800	2800	2800	...	...	2800	2800
Any one sample, min	2600	2600	2600	2600	...	...	2600	2600
Soundness:								
Autoclave expansion, max, percent	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Strength, not less than the values shown for the ages indicated below: ^d								
Compressive strength, psi (kgf/cm ²)								
1 day	...	...	...	...	1700 (120)	1300 (91)	...	...
3 days	1200 (84)	900 (63)	1000 (70) ^f	750 (53) ^f	3000 (211)	2500 (176)	...	...
7 days	2100 (148)	1500 (105)	1800 (127) ^f	1400 (98) ^f	...	...	800 (56)	1500 (105)
28 days	...	...	...	...	...	...	2000 (140)	3000 (211)
Time of setting (alternative methods): ^e								
Gillmore tests:								
Initial set, min, not less than	60	60	60	60	60	60	60	60
Final set, h, not more than	10	10	10	10	10	10	10	10
Vicat test:								
Set, min, not less than	45	45	45	45	45	45	45	45

^a See Note 1.

^b Compliance with the requirements of this specification does not necessarily ensure that the desired air content will be obtained in concrete.

^c Either of the two alternative fineness methods may be used at the option of the testing laboratory. However, in case of dispute, or when the sample fails to meet the requirements of the air-permeability test, the turbidimeter test shall be used, and the requirements in this table for the turbidimetric method shall govern. The minimum value for "Any one sample" applies only when grab samples are tested.

^d The strength at any age shall be higher than the strength at any preceding age.

^e The purchaser should specify the type of setting-time test required. In case he does not so specify, or in case of dispute, the requirements of the Vicat test only shall govern.

^f When the optional heat-of-hydration requirements are specified, the strength requirements are 80 percent of these values.

TABLE 2a Optional Physical Requirements

Note: These optional requirements apply only when specifically requested.

Cement Type ^a	I	IA	II	IIA	III	IIIA	IV	V
False set, final penetration, min, percent	50	50	50	50	50	50	50	50
Heat of hydration:								
7 days, max, cal/g	...	...	70 ^b	70 ^b	...	...	60	...
28 days, max, cal/g	...	...	80 ^b	80 ^b	...	...	70	...
Strength, not less than the values shown:								
Compressive strength, psi (kgf/cm ²)								
7 days	...	...	...	...	...	...	...	...
28 days	3500 (246)	2800 (197)	3500 (246) ^b	2800 (197) ^b	...	...	...	...
Sulfate expansion, ^d 14 days, max, percent	...	...	...	...	...	...	...	0.015

^a See Note 1.

^b When the heat of hydration requirements are specified, the sum of the tricalcium silicate and tricalcium aluminate shall not be specified, and the strength requirements of Types II and IIA shall be 80 percent of the values listed in Tables 2 and 2a.

^c The strength at any age shall be higher than the strength at any preceding age.

^d When the sulfate expansion is specified, it shall be instead of the limits of C₃A and C₃A + 2 C₃S listed in Table 1.

Propuesta de norma UNE para el cemento blanco

CDU 666.94

Una Norma Española

11.67

Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo - Serrano, 150, Madrid (6) - Tel. 261 70 00 y (9-8-7-6) - Reproducción prohibida

CEMENTO BLANCO CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS	Propuesta UNE 41 003																													
<p>1. Objeto</p> <p>Esta norma tiene por objeto establecer las condiciones que debe cumplir el cemento blanco que se emplea en la industria de la construcción.</p>																														
<p>2. Definición</p> <p>Se define como cemento blanco, el conglomerante hidráulico que cumple todas las prescripciones químicas, físicas y mecánicas que se especifican en esta norma y cuya reflectancia luminosa direccional (45° - 0°) no es menor del 70 % del valor que corresponda al patrón, medido en las condiciones que se indican en la norma UNE 7 254.</p>																														
<p>3. Clasificación</p> <p>Se establecen las dos clases siguientes:</p> <p>a) Cemento blanco, de pavimentación</p> <p>b) Cemento Portland blanco.</p>																														
<p>4. Designación</p> <p>El cemento blanco de pavimentación se designará:</p> <p style="text-align: center;">CB-150-UNE 41 003</p> <p>El cemento Portland blanco se designará, de acuerdo con su categoría:</p> <p style="text-align: center;">CPB - 350 - UNE 41 003 CPB - 450 - UNE 41 003 CPB - 550 - UNE 41 003</p>																														
<p>5. Prescripciones</p> <p>El cemento blanco de pavimentación y las diferentes categorías de cemento Portland blanco, cumplirán las prescripciones químicas, físicas y mecánicas que a continuación se indican.</p> <p>5.1. Prescripciones relativas a la composición química. Las proporciones máximas, expresadas en tanto por ciento del peso de la muestra desecada, serán las siguientes:</p>																														
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th style="text-align: center;">Cemento blanco</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">Cemento Portland blanco</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">CB-150 UNE 41 003</th> <th style="text-align: center;">CPB-350 UNE 41 003</th> <th style="text-align: center;">CPB-450 UNE 41 003</th> <th style="text-align: center;">CPB-550 UNE 41 003</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">Oxido magnésico (MgO)</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Trióxido de azufre (SO₃)</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Pérdida al fuego</td> <td style="text-align: center;">19</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Insolubles</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </tbody> </table>		Cemento blanco	Cemento Portland blanco			CB-150 UNE 41 003	CPB-350 UNE 41 003	CPB-450 UNE 41 003	CPB-550 UNE 41 003	Oxido magnésico (MgO)	—	5	5	5	Trióxido de azufre (SO ₃)	—	4	4	4	Pérdida al fuego	19	8	6	4	Insolubles	5	3	3	1
	Cemento blanco		Cemento Portland blanco																											
	CB-150 UNE 41 003	CPB-350 UNE 41 003	CPB-450 UNE 41 003	CPB-550 UNE 41 003																										
Oxido magnésico (MgO)	—	5	5	5																										
Trióxido de azufre (SO ₃)	—	4	4	4																										
Pérdida al fuego	19	8	6	4																										
Insolubles	5	3	3	1																										

5.2 Prescripciones relativas a las características físicas y mecánicas. Finura de molido.

Residuo máximo sobre el tamiz 0,080 UNE 7 050		10	10	8
Superficie específica (Blaine) cm ² /g. máximo	4 500	4 500	4 500	4 500

	Cemento blanco	Cemento Portland blanco		
	CPB-150 UNE 41 003	CPB-350 UNE 41 003	CPB-450 UNE 41 003	CPB-550 UNE 41 003
Peso específico real mín.	2,7	2,8	2,8	3,0
Fraguado:				
Principio, después de	30 min.	30 min.	30 min.	30 min.
Final, antes de	12 h.	12 h.	12 h.	10 h.
Expansión máxima autoclave %	1	1	1	0,5
Resistencia mínima a la flexo-tracción en kgf/cm ² a las edades de				
3 días		33	50	60
7 días		45	60	70
28 días	40	64	70	85
Resistencia mínima a la compresión, en kgf/cm ² a las edades indicadas				
3 días		150	275	350
7 días		250	375	450
28 días	150	350	450	550

6. Métodos de ensayo

Los ensayos cuyas prescripciones se dan en esta norma se realizarán de acuerdo con las normas UNE siguientes:

UNE 7 144 - Determinación de la finura de los cementos en el permeabilímetro de Blaine.

UNE 7 201 - Determinación de la finura de molido en los conglomerantes hidráulicos.

UNE 7 202 - Determinación del peso específico real de los conglomerantes hidráulicos.

UNE 7 203 - Determinación del principio y fin de fraguado en los conglomerantes hidráulicos.

UNE 7 205 - Ensayo de resistencia mecánica de los cementos.

UNE 7 207 - Método para determinar la expansión, en autoclave, de los cementos.

UNE 7 254 - Medida de la calidad de blanco de un cemento.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Chemical Engineers' Handbook
Robert H. Perry and Cecil H. Chilton
Fifth Edition - Mr. Graw-Hill Kogakusha, Ltd.
- 2.- Curso de Cemento "Holderbank"
Curso de Cemento 1,975 Bogotá - Colombia
- 3.- The Chemistry of Cement and Concret
F. M. Lea
Third Edition - Chemical Publishing Company, Inc.
- 4.- Fabricación, Características y Aplicaciones de los
diversos Tipos de Cemento
Michel Papadakis y Michel Vénuat
Editores Técnicos Asociados S.A. (1968)
- 5.- La Química de los Cementos'
H. F. W. Taylor
Ediciones URMO (1967)
- 6.- Prontuario del Cemento
Otto Labahn
Editores Técnicos Asociados S.A. - 3ra. Edición
- 7.- Conglomerantes Hidráulicos
J. Calleja - Consejo Superior de Investigaciones
Científicas.

Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica Madrid.

- 8.- Principios de los Procesos Químicos
O.A. Hougen, K.M. Watson y R.A. Ragatz
Editorial Reverté S.A. Barcelona (1964)
- 9.- 1976 Annual Book of ASTM Standards (Part.13)
American Society for Testing and Materials
- 10.- Revista Cemento Hormigón - Barcelona España
Nrs. 302, 303, 304, 321, 322, 432, 434, 494, etc.
- 11.- Perspective on Instrumentation and Process Control
Chemical Engineering Reprint June 1976
Mc Graw-Hill Inc. New York
- 12.- Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics
J.M. Smith and H. C. Van Ness
- 13.- Anuarios de Información Estadísticas
Grupo Subregional Andino - ALALC
Acuerdo de Cartajena
- 14.- Estadística
Fyres
Colección SHAUM , Mc Graw-Hill Inc. New York
- 15.- Boletín Informativo de la Industria de Cemento Argentino - Año 1967.