

T
553.51
SUA

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en

Ciencias de la Tierra

**Diseño de una Planta de Cal
en el Sector de -Casas Viejas-**

Tesis de Grado

Previa a la obtención del Título de

Ingeniero en Minas

PRESENTADA POR:

PABLO JAVIER SUAREZ RIVERA

GUAYAQUIL

ECUADOR

1999

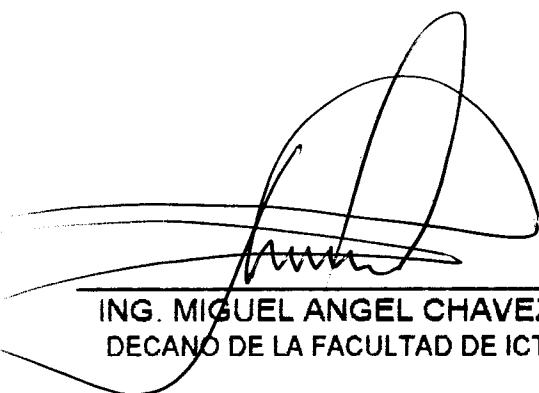
AGRADECIMIENTO

AL ING. MARIO FALQUEZ A.
Director de Tesis.

DEDICATORIA

**A MIS PADRES
A MIS HERMANOS**

TRIBUNAL DE GRADUACION



ING. MIGUEL ANGEL CHAVEZ
DECANO DE LA FACULTAD DE ICT

VOCAL

ING. MARIO FALQUEZ A.
DIRECTOR DE TESIS

VOCAL

DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).

Pablo J. Suarez Rivera.

RESUMEN

El presente estudio esta dirigido a demostrar la viabilidad de un proyecto para la construcción de un horno vertical de cal. Para la implementación del proyecto se ha considerado la utilización de la piedra caliza de la concesión minera denominada “G - 92”, ubicada en la Parroquia Chongón, Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas.

El análisis que se hará en lo posterior, hace un seguimiento del material desde la mina (Explotación de la mina, transporte de material, etc.), su paso por la planta de tratamiento (trituración, calcinación, etc.), envasado y posterior venta de productos y subproductos.

En vista de la necesidad que tiene el país de contar con una planta de cal de características competitivas en el mercado nacional e internacional, se ha considerado la instalación de la misma, utilizando materia prima de alta calidad y tecnología adecuada.

Además, por otra parte cabe señalar que cualquier proyecto que se implemente en el país llevará consigo la baja en el desempleo, por tal motivo es de suma importancia desarrollar este tipo de industrias en el país.

Este proyecto está dirigido al desarrollo e industrialización de los recursos naturales en el Ecuador, concretamente de los minerales no metálicos, particularmente la piedra caliza con la participación directa del sector privado.

En el país la industria de elaborados calcáreos, como la cal, no alcanza un nivel de desarrollo acorde a las necesidades de las actividades del sector de la construcción; por tal razón gran número de industrias y profesionales de este sector, para cubrir sus déficit en los procesos o en el terminado final, se ven en la imperiosa necesidad de importar estos productos, que bien pueden ser producidos en el país con el apoyo financiero necesario, a fin de desarrollar una tecnología de alta calidad para el país y el exterior.

El presente proyecto constituye una nueva oportunidad de inversión para la sustitución de importaciones, creando una actividad basada en el aprovechamiento racional de los recursos minerales no metálicos de nuestro país, ya que en el suelo y subsuelo ecuatoriano existen recursos naturales de primerísima calidad para su industrialización.

La contribución del sector minero a la civilización y al progreso material son inconmensurables. Todos los principales adelantos logrados hasta la fecha para

satisfacer las necesidades humanas de alimentos, vivienda, atención médica, educación, empleo y transporte, se han fundamentado en el desarrollo de nuevas técnicas para aprovechar o industrializar los minerales o rocas.

La industria minera es extraordinariamente compleja debido a las características físicas y químicas de los recursos minerales. Su heterogeneidad y carácter no renovable en muy corto tiempo implica un buen aprovechamiento tanto para las necesidades locales como para su exportación, como es el caso que nos ocupa donde sin lugar a dudas por primera vez en nuestro país se instalará una industria con características tecno-ecológicas de primera clase.

INDICE GENERAL

	PAG.
RESUMEN	VI
INDICE GENERAL.....	IX
INDICE DE FIGURAS.....	
...XXI	
INDICE DE TABLAS.....	
XXIII	
INDICE DE ABREVIATURAS.....	XXIV
CAPITULO I	
GENERALIDADES	
1.1 UTILIZACION DE LA CAL.....	27
1.1.1 USOS QUIMICO - INDUSTRIALES.....	27
1.1.1.1 SIDERURGIA.....	28
1.1.1.2 COBRE.....	28
1.1.1.3 ALUMINIO.....	29
1.1.1.4 MAGNESIO.....	29
1.1.1.5 USOS DIVERSOS.....	29
1.1.2 SALUBRIDAD	
1.1.2.1 TRATAMIENTO DE AGUAS.....	30
1.1.2.2 AGUAS SERVIDAS.....	31

1.1.3 DISMINUCION DE LA CONTAMINACION.....	32
1.1.4 FABRICACION DE QUIMICOS	
1.1.4.1 ALCALIS.....	33
1.1.4.2 CARBURO.....	34
1.1.4.3 BLANQUEADORES.....	34
1.1.4.4 INORGANICOS.....	35
1.1.4.5 ORGANICOS.....	35
1.1.5 PULPA Y PAPEL.....	35
1.1.6 CERAMICA. CONSTRUCCION	
1.1.6.1 VIDRIO.....	36
1.1.6.2 INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.....	36
1.1.6.3 PRODUCTOS REFRACTARIOS.....	37
1.1.7 USOS DIVERSOS	
1.1.7.1 AZUCAR.....	37
1.1.7.2 PETROLEO.....	38
1.1.7.3 PINTURAS Y PIGMENTOS.....	39
1.1.7.4 PIELES.....	39
1.1.8 CONSTRUCCION	
1.1.8.1 ESTABILIZACION.....	39
1.1.8.2 ASFALTO.....	40
1.1.8.3 ENLUCIDO.....	41
1.1.9 AGRICULTURA.....	41

1.1.10 ACUACULTURA.....	42
-------------------------	----

CAPITULO II

ESTUDIO DE MERCADO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 NOMBRE DEL PRODUCTO.....	43
--------------------------------	----

2.1.2 NOMENCLATURA ARANCELARIA.....	43
-------------------------------------	----

2.1.3 FORMA, TAMAÑO, PESO Y PRESENTACION.....	44
---	----

2.1.4 SUBPRODUCTOS QUE SE DERIVAN DEL PRODUCTO

PRINCIPAL.....	44
----------------	----

2.1.5 MERCADO INTERNO.....	44
----------------------------	----

2.1.6 PROPIEDADES FISICAS, MECANICAS Y QUIMICAS.....	45
--	----

2.1.7 PRECIO DE VENTA.....	45
----------------------------	----

2.1.8 VALOR Y VOLUMEN DE VENTA ESTIMADA.....	46
--	----

2.2 MERCADEO Y COMERCIALIZACION

2.2.1 PRODUCTO Y PROCESO.....	48
-------------------------------	----

2.2.2 MERCADO.....	50
--------------------	----

2.2.3 COMERCIALIZACION DE LA PRODUCCION.....	50
--	----

2.2.3.1 COMERCIALIZACION Y DISTRIBUCION, PRECIOS

DE PRODUCTOS SIMILARES EN EL MERCADO

NACIONAL.....	51
---------------	----

2.3	POLITICA ECONOMICA.....	51
2.3.1	POLITICAS Y CONDICIONES DE VENTAS.....	51
2.3.1.1	PORCENTAJE DE VENTAS QUE LA EMPRESA EFECTUARA A CREDITO, PLAZOS QUE SE CONSIDERAN Y AL CONTADO.....	51
2.3.1.2	SISTEMA DE COMERCIALIZACION, VARIACION PREVISTA A FUTURO EN CASO DE HABERLAS.....	51
2.3.1.3	DISPOSICIONES OFICIALES QUE RIGEN LA PRODUCCION, COMERCIALIZACION Y PRECIOS.....	52
2.3.1.4	SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS EN EL MERCADO NACIONAL.....	52
2.5	PROYECCION DE LA DEMANDA.....	52
2.5.1	AMBITO DEL MERCADO, CARACTERISTICAS Y USOS DE LA CAL.....	54
2.5.2	PROYECCION DEL CONSUMO NACIONAL PARA TRES AÑOS A PARTIR DE LA FECHA DE IMPLEMENTACION DEL PROYECTO.....	55
2.5.3	CONCLUSIONES.....	56

CAPITULO III

CAPACIDAD Y LOCALIZACION

3.1	CAPACIDAD INSTALADA.....	57
-----	--------------------------	----

3.2 LOCALIZACION.....	58
3.2.1 APROVISIONAMIENTO DE MATERIA PRIMA.....	58
3.2.2 PROXIMIDAD DEL MERCADO.....	59
3.2.3 DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA, SUMINISTRO DE ENERGIA Y AGUA.....	59
3.2.4 VIA DE COMUNICACION.....	59
3.2.5 FACILIDADES PORTUARIAS.....	59

CAPITULO IV

INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1 DISPONIBILIDAD Y CARACTERISTICAS DE LA MATERIA PRIMA.....	60
4.1.1 GEOLOGIA GENERAL.....	60
4.1.1.1 FORMACION CAYO, MIEMBRO GUAYAQUIL.....	60
4.1.1.2 FORMACION SAN EDUARDO.....	61
4.1.1.3 FORMACION LAS MASAS.....	61
4.2 ENSAYOS E INVESTIGACIONES PRELIMINARES.....	61
4.3 SELECCION Y DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION	
4.3.1 DISEÑO DE LA EXPLOTACION MINERA.....	64
4.3.2 DISEÑO DE PERFORACION Y VOLADURA.....	65

4.3.3 EXCAVACION Y CARGUIO.....	67
4.3.4 TRANSPORTE DE MATERIAL.....	69
4.3.5 PROCESO TECNOLOGICO.....	70
4.3.5.1 TRITURACION.....	70
4.3.5.2 CALCINACION.....	71
4.3.5.3 HIDRATACION.....	71
4.3.5.4 MOLIENDA Y CLASIFICACION.....	72
4.3.5.5 ENVASE Y DESPACHO.....	72
4.4 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA.....	72
4.5 SELECCION Y ESPECIFICACION DE EQUIPOS.....	74
4.6 DISEÑO DEL HORNO.....	74
4.6.1 ESPECIFICACIONES.....	74
4.6.1.1 CALCINACION.....	74
4.6.1.2 TASA DE DISOCIACION.....	78
4.6.1.3 TEMPERATURA DE CALCINACION.....	80
4.6.1.4 RECARBONATACION.....	82
4.6.2 PROCESO.....	82
4.6.2.1 HORNO VERTICAL.....	82
4.6.2.2 TIRO.....	83
4.6.3 COMBUSTION.....	86
4.6.3.1 CALCINACION.....	86

4.6.3.2	DIMENSIONES DEL TIRO.....	87
4.6.3.3	SECCION CRUZADA.....	88
4.6.3.4	ALTURA DE LA ZONA DE CALCINACION.....	89
4.6.3.5	ALTURAS PROPORCIONALES DE LAS TRES ZONAS.....	93
4.6.3.6	CAPACIDAD.....	96
4.6.3.7	AISLANTE.....	98
4.6.3.8	CARGA.....	99
4.6.3.9	ELEVACION DE LA ROCA (Y COMBUSTIBLE).....	100
4.6.3.10	DESCARGA.....	103
4.6.4	COMBUSTIBLE.....	103
4.6.4.1	OPERACION.....	104
4.6.4.2	VELOCIDAD DEL GAS.....	104
4.6.4.3	DISEÑO DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE.....	105
4.6.4.4	EFICIENCIA TERMICA DEL HORNO.....	107
4.6.4.5	REQUERIMIENTO DE COMBUSTIBLE.....	110
4.6.4.6	COSTO.....	114
4.6.5	DISEÑO MECANICO.....	114
4.6.6	PLANO CONSTRUCTIVO.....	114
4.7	SERVICIOS REQUERIDOS.....	114
4.7.1	ENERGIA ELECTRICA.....	114

4.7.2	AGUA.....	115
4.7.3	COMBUSTIBLE.....	115
4.7.4	VAPOR.....	115
4.7.5	AIRE COMPRIMIDO.....	115
4.7.6	DIMENSIONAMIENTO.....	115
4.8	DISTRIBUCION DE EQUIPOS.....	115
4.8.1	TIPO DE EQUIPOS.....	115
4.8.2	PRECIOS UNITARIOS.....	115
4.8.3	VALOR TOTAL.....	116
4.8.4	GASTOS DE TRANSPORTE INTERNO.....	116
4.8.5	GASTOS DE INSTALACION Y MONTAJE.....	116
4.9	EQUIPO DE APOYO REQUERIDO.....	116
4.10	PRODUCTIVIDAD Y RENDIMIENTOS.....	116
4.10.1	CALCULO DE TONELAJE DE PRODUCCION.....	116
4.10.2	USO Y DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO.....	118
4.11	PROGRAMA DE TRABAJO.....	121
4.11.1	COSTO DE PRODUCCION.....	121
4.11.2	MATERIA PRIMA.....	121
4.11.2.1	DENOMINACION.....	121
4.11.2.2	COSTO UNITARIO EN LA PLANTA.....	121
4.11.2.3	CONSUMO POR PRODUCTO EN PLANTA.....	122

4.12 ASPECTOS Y REQUERIMIENTOS LEGALES.....	122
---	-----

CAPITULO V

ORGANIZACION Y SEGURIDAD

5.1 ORGANIZACION ADMINISTRATIVA.....	124
5.2 INGENIERIA DE SEGURIDAD.....	124
5.2.1 ESTADISTICAS.....	124
5.2.2 CONTROL Y MEDIDAS.....	126
5.3 NORMAS Y REGULACIONES APLICABLES.....	126
5.4 CONTROL DE CALIDAD.....	128
5.4.1 EN LA MINA.....	128
5.4.2 EN LA PLANTA DE TRITURACION Y EN EL HORNO DE CAL.....	128

CAPITULO VI

ANALISIS FINANCIERO

6.1 INVERSIONES DE CAPITAL.....	129
6.2 CAPITAL DE TRABAJO.....	129
6.3 CALENDARIO DE INVERSIONES.....	129
6.4 COSTOS DE OPERACION.....	129
6.5 INGRESOS DEL PROYECTO.....	130
6.6 FLUJO DEL PROYECTO.....	130

6.7	BALANCE PROFORMA.....	130
6.8	ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PROFORMA.....	130
CAPITULO VII		
EVALUACION DEL PROYECTO		
7.1	PRODUCCION DE CAL.....	131
7.1.1	INDICES DEL PROYECTO.....	131
7.1.2	EXCEDENTE.....	131
7.1.3	TASA DE RENDIMIENTO DE LA INVERSION.....	132
7.1.4	EXCEDENTE SOBRE LA INVERSION.....	132
7.1.4.1	PORCENTAJE DEL EXCEDENTE SOBRE LA INVERSION.....	132
7.1.5	PERIODO DE CANCELACION.....	133
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	134
	ANEXOS.....	136
	ANEXO A: HOJA TOPOGRAFICA DE LA UBICACION DEL AREA “G - 92”	137
	ANEXO B: ORGANIGRAMA DE LA PLANTA DE CAL.....	138
	ANEXO C: DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS MATERIALES Y PRODUCTOS DE LA PLANTA.....	139
	ANEXO D.1 ANALISIS FISICO - MECANICO DE LA CALIZA “G - 92”.....	140
	ANEXO D.2 ANALISIS TIPICO DE CALIZA “G - 92”	141

ANEXO D.3 ANALISIS TIPICO DE CAL VIVA COMERCIAL.....	142
ANEXO D.4 PROPIEDADES DE LA CALES.....	143
ANEXO E.1 LISTA DE PRECIOS DE AGREGADOS Y ARIDOS..	144
ANEXO E.2 LISTA DE PRECIOS DE CALES.....	145
ANEXO E.3 LISTA DE PRECIOS DE CARBONATOS.....	146
ANEXO F.1 INVERSION FIJA.....	147
ANEXO F.2 LISTADO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.....	149
ANEXO G: INVERSION TOTAL	151
ANEXO H: ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS.....	152
ANEXO H.1 COSTO DE PRODUCCION POR TONELADA DE CAL. VENTAS NETAS.....	153
ANEXO H.1.1 COSTOS DIRECTOS DE FABRICACION.....	154
ANEXO H.1.2 COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION.....	155
ANEXO H.2 GASTOS DE VENTA. GASTOS DE ADMINISTRACION Y GENERALES.....	156
ANEXO H.3 GASTOS FINANCIEROS.....	157
ANEXO H.4 COSTO UNITARIO DE PRODUCCION. PORCENTAJE DE RUBROS.....	158
ANEXO H.5 COSTO TOTAL DE PRODUCCION.....	159
ANEXO I: ANALISIS DE LA INVERSION.....	160
ANEXO J.1: I FLUJO DE CAJA PROYECTADO A LOS AÑOS 1,999 A	

2,003.....	
161	
ANEXO J.2: II FLUJO DE CAJA PROYECTADO A LOS AÑOS 1,999 A	
2,003.....	162
ANEXO J.3: III FLUJO DE CAJA PROYECTADO A LOS AÑOS 1,999 A	
2,003.....	163
ANEXO K: RENTABILIDAD SOBRE LA INVERSION.....	164
ANEXO L: TIEMPO DE RECUPERACION.....	165
ANEXO M: CRONOGRAMA DE EJECUCION PARA LA INSTALACION	
DE LA PLANTA DE CAL.....	166
ANEXO N: BALANCE DE PROFORMA.....	167
ANEXO O: CALENDARIO DE INVERSIONES.....	168
ANEXO P : PLANOS DE CONSTRUCCION DE LA PLANTA.....	170
BIBLIOGRAFIA.....	176

INDICE DE FIGURAS

PAG.

1	DESCOMPOSICION DE LA CALIZA DE ALTO CALCIO A 760 mm. CO ₂	76
2	TEMPERATURA DE DISOCIACION VS. PRESION DE CO ₂ PARA CARBONATO DE CALCIO.....	77
3	TEMPERATURA VS. TASA DE CALCINACION PARA PIEDRA CALIZA A 760 mm. CO ₂	79
4	EFECTO DE LA SILICE EN LA PRODUCCION DE CAL INACTIVA.....	81
5	SECCIONES LONGITUDINALES DE HORNOS VERTICALES.....	85
6	TASA DE CALCINACION DE PIEDRA DE 1" Y 2".....	90
7	TASA DE CALCINACION DE PIEDRA DE 4", 6" Y 10".....	91
8	TASA DE CALCINACION VS. TEMPERATURA Y ESPESOR DE PIEDRA; CALIZA DE ALTO CALCIO A 760 mm. CO ₂	92
9	TIEMPOS DE PRECALENTAMIENTO, QUEMADO Y ENFRIAMIENTO; CALIZA DE 6".....	95
10	DIAGRAMA DE ALIMENTADOR DE CAMPANA PARA HORNO VERTICAL.....	101

11	FORMAS DE ARREGLOS DE DESCARGA PARA HORNOS VERTICAL.....	102
12	EFICIENCIA DE UN HORNO DE CAL.....	109
13	CALORES ESPECIFICOS MEDIOS DE CARBONATO DE CALCIO Y OXIDO DE CALCIO.....	113
14	CAL PRODUCIDA EN EL HORNO VERTICAL.....	119

INDICE DE TABLAS

PAG.

I	VALOR Y VOLUMEN DE VENTA ESTIMADA.....	46
II	PROYECCION DEL CONSUMO NACIONAL PARA TRES AÑOS.....	56
III	CARACTERISTICAS DEL TAJO ABIERTO.....	65
IV	PARAMETROS TECNICOS DE PERFORACION Y VOLADURA.....	66
V	CUADRO DE RESERVAS DE CALIZA SOBRE LOS NIVELES PRINCIPALES DE EXPLOTACION. MINA "G - 92".....	73
VI	TRANSFERENCIA DE CALOR EN ZONAS DEL HORNO VERTICAL.....	93

INDICE DE ABREVIATURAS

ANFO	:	AMONIUM NITRATE FUEL OIL
Bar	:	UNIDAD DE PRESION
BOF	:	HORNO DE OXIGENACION BASICA
BTU	:	UNIDAD TERMICA BRITANICA
C	:	CARBONO
°C	:	GRADOS CENTIGRADOS
CaCO ₃	:	CARBONATO DE CALCIO
Cal.	:	CALORIAS
Cal/mol	:	CALORIAS POR MOL
CaO	:	MONOXIDO DE CARBONO
Ca(OH) ₂	:	HIDROXIDO DE CALCIO
CO ₂	:	BIOXIDO DE CARBONO
cm.	:	CENTIMETRO
cm/h	:	CENTIMETRO POR HORA
DTH	:	DIAS TOTALES DE DISCAPACIDAD
E	:	EFICIENCIA TERMICA
FIG.	:	FIGURA
G	:	EXCEDENTE SOBRE LA INVERSION

GAL.	:	GALONES
gr/m.	:	GRAMOS POR METRO
H _f	:	CALOR EN COMBUSTIBLE
HP	:	HOULSE POWER
H _u	:	CALOR UTILIZADO
i	:	TASA DE RENDIMIENTO DE LA INVERSION
INEC	:	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS
INEN	:	INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION
Kg.	:	KILOGRAMO
Km.	:	KILOMETRO
KW/AÑO	:	KILOVATIOS POR AÑO
lb.	:	LIBRA
m.	:	METRO
M ²	:	METRO CUADRADO
MICYP	:	MINISTERIO DE INDUSTRIAS, COMERCIO Y PESCA
mm.	:	MILIMETRO
M ³ /H	:	METRO CUBICO POR HORA
msnm	:	METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR
NHD	:	NUMERO DE HERIDAS DISCAPACITANTES
P	:	PESO DE CaO LIBRE
P'	:	PESO DE LA CAL HIDRATADA
PC	:	PERIODO DE CANCELACION

p.c.	:	PESO ESPECIFICO
PGI	:	PORCENTAJE DEL EXCEDENTE SOBRE LA
INVERSION		
pH	:	POTENCIAL DE HIDROGENO
psi	:	UNIDAD DE PRESION
R	:	TASA DE MOVIMIENTO INTERIOR EN cm/h
T	:	TEMPERATURA EN °C
TM	:	TONELADAS METRICAS
THHET	:	TOTAL HORAS-HOMBRE EXPOSICION EN TRABAJO
UVC	:	UNIDAD DE VALOR CONSTANTE
W	:	VATIO
X	:	LEY DE LA CALIZA
Y	:	PODER DE CALCINACION
°	:	GRADOS DE INCLINACION
<	:	MENOR QUE
“	:	PULGADAS

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 UTILIZACIÓN DE LA CAL

1.1.1 USOS QUÍMICO-INDUSTRIALES

Aunque la cal para la mayoría de la gente, se utiliza tradicionalmente para enlucido, mortero o agricultura, hoy en día sobre el 90% es utilizada para procesos industriales químicos y metalúrgicos como fundente, neutralizador ácido, agente cáustico, aditivo floculante, hidrolizador, agente enlazante, absorbente y materia prima.

La cal tiene posiblemente el mayor uso de todos los químicos o minerales útiles, principalmente en la industria metalúrgica. Los usos metalúrgicos, incluidos el MgO y Al₂O₃, contabilizan el 42% del total usado en la industria química, y de esta cantidad, el 80% es usado para la industria siderúrgica. Cerca del 50% de la cal que se comercializa es para fundente de acero.

1.1.1.1 SIDERURGIA

Durante los años cuarenta el acero llegó a ser el principal mercado de la cal ; sin embargo no fue sino hasta los sesenta que el uso de la cal aumentó como resultado directo del horno de oxigenación básica (BOF). Anteriormente la cal estaba siendo usada como fundente en el horno de acero de hogar abierto en cantidades variables, usualmente con la caliza como cofundente. El factor de cal por tonelada para horno de acero de hogar abierto es de 28 lb. Con el BOF solamente la cal es usada como fundente dado que la clave del proceso es velocidad. Como resultado el factor de cal para una tonelada de acero BOF se eleva marcadamente de 100 a 200 lb (150 lb en promedio). Los hornos de acero eléctricos requieren un promedio de 65 lb de cal por tonelada de acero.

La cal actúa como un recolector en la purificación del acero recogiendo dentro de la escoria fundida impurezas de ácidos oxidados como sílica, alúmina, fósforos y azufre.

1.1.1.2 COBRE

Las compañías mineras usan cal como principal reactivo en el beneficio de minerales de cobre por el proceso de flotación. La cal es utilizada para neutralizar los efectos acidificantes de las piritas y mantener el pH apropiado. Se usa la cal como fundente en las fundiciones de

concentrados de cobre y para absorber SO_2 de los gases de salida de la chimenea de las fundiciones de cobre.

1.1.1.3 ALUMINIO

En la fabricación de aluminio por el proceso BAYER, se utilizan grandes cantidades de cal en las soluciones de carbonato de sosa cáustica para regenerar hidróxido de sodio para reciclarlo. Todas las plantas de aluminio usan la cal para desilicificación en la refinación del aluminio. Algunos de los procesos desarrollados para la fabricación del aluminio de arcilla o caolín en vez de bauxita, requieren de cal.

1.1.1.4 MAGNESIO

La mayoría de los procesos para la fabricación de magnesia y magnesio metálico, tales como el proceso DOWN de agua de mar y salmueras, el proceso ferrosilíceo y de agua de mar magnésica, requieren cal.

1.1.1.5 USOS DIVERSOS

La cal esta siendo usada en el proceso de flotación, en grandes cantidades para recuperar uranio de los relaves de las minas de oro en Sudáfrica. En los Estados Unidos y Canadá, la caliza es empleada para neutralizar ácido sulfúrico de las soluciones de deshecho en las plantas de extracción de mineral de uranio. En la recuperación de oro y plata por el proceso de

flotación, la cal es usada para el control de pH; además se usa para reducir la pérdida de cianuro, en el proceso de cianuración, se la conoce por esto en México como álcali protector.

En el Ecuador en todos los procesos mineros donde se sigue el proceso de flotación y cianuración es utilizada en grandes cantidades como depresor de minerales, y como álcali protector. Es empleada también como fundente en la sinterización del cromo de bajo carbón, y en la recuperación del níquel por precipitación.

1.1.2 SALUBRIDAD

1.1.2.1 TRATAMIENTO DE AGUAS

Sobre 1,4 millones de toneladas de cal son utilizadas anualmente en el tratamiento del agua potable y en el agua para procesos industriales. El primero excede al último sin embargo en tonelaje.

La cal es usada sola o con ceniza de sosa para ablandar el agua, compitiendo con los procesos de intercambio iónico (zeolita, etc.). La cal es requerida para remover la dureza del bicarbonato del agua. El alto pH de 11,5 inducido por la cal es aprovechado como un agente esterilizador secundario para clorinar dado que el mantenimiento de este pH de 3 a 10 horas, elimina el 99% de las bacterias y la mayoría de los virus. Introduciendo CO₂ en el agua tratada con cal, el pH es disminuido a

niveles aceptables y la mayoría de la cal en solución se precipita como un lodo carbonatado.

Una importante aplicación esta en floculación donde la cal es empleada con floculantes tales como sales de hierro o alumbre, para remover la turbidez del agua de los ríos que son usadas con propósitos de potabilizar, o suspender los sólidos de aguas industriales. La cal es usada para el control de pH para reducir el efecto ácido de los floculantes, y para alcanzar una óptima eficiencia de floculación.

Paralelamente a su utilización en la suavización del agua, esterilización y floculación, la cal juega un papel importante en la absorción del hierro manganeso y taninos orgánicos de las aguas no tratadas.

1.1.2.2 AGUAS SERVIDAS

Por algunas décadas algunas plantas de evaluación de aguas servidas han usado cal para una variedad de funciones ; para precipitación química de aguas servidas, para control de pH en las plantas biológicas de tratamiento de aguas servidas, para acondicionamiento de aguas servidas en el filtrado, usualmente con cloruro férrico.

Como resultado del problema del crecimiento de la eutroficación de las aguas superficiales causada en algunas extensiones por los flujos de plantas de aguas servidas, mas cal deberá ser usada en el futuro. Los

afluentes de aguas servidas requerirán mucho mayor tratamiento, para remover, disolver y suspender sólidos en las plantas, que contienen nutrientes compuestos de fosfato y nitrógeno. La cal es útil en la precipitación directa de fosfatos; o cuando sales de alumbre o hierro son usadas como floculantes, la caliza generalmente se requiere para control de pH. Parece que un pH alto de 10 a 11, característico del tratamiento con cal, es necesario para la remoción eficiente del nitrógeno. Por lo tanto el futuro de los procesos de tratamiento de aguas servidas están pasando a ser de procesos biológicos, mas a procesos de tratamiento químico que incluyen cal, aunque serán métodos de tratamiento no tipificados debido a las distintas y variadas condiciones de las aguas servidas

1.1.3 DISMINUCION DE LA CONTAMINACION

La cal ha sido usada por algunos años en el tratamiento de desperdicios líquidos y en menor escala en las emanaciones gaseosas industriales para abatir la contaminación de las aguas superficiales y el aire.

La cal es usada para neutralizar el drenaje ácido de las minas y para precipitar el hierro; también en las plantas de lavado de carbón, el agua de lavado de desecho ácida es neutralizada con cal. Desechos de ácido sulfúrico de plantas de decapado de acero y desechos de galvanoplastia son neutralizados con cal de manera que los metales pesados contaminantes son también precipitados. La

neutralización de desechos de plantas químicas y farmacéuticas se logran también con cal. La clarificación y remoción de color de desechos de fábricas de papel se obtiene con cal exclusivamente o con apoyo de otros químicos, además de otras aplicaciones especializadas.

Para combatir la contaminación del aire en plantas de servicios públicos, metalúrgicas y químicas, la cal en forma de gelatina es usada para absorber dióxido de azufre de los gases de chimenea, como también de ácido fluorhídrico y otros gases ácidos. Como regulación para el abatimiento de la contaminación ambiental, se espera que sea puesta en vigor una ordenanza que determine un mayor uso de cal en estos y otros menesteres.

Se está manifestando un interés general en el pulido con cal, en lugar de caliza u otros medios alcalinos.

1.1.4 FABRICACION DE QUIMICOS

1.1.4.1 ALCALIS

En la fabricación de ceniza de sosa y bicarbonato de sodio, por el método SOLVAY la cal es empleada en grandes cantidades para recuperar el amonio para su reciclado en el proceso ; 1,400 lb de cal viva se requieren para producir una tonelada de ceniza de sosa. En el proceso la cal reacciona con el ión cloruro para formar cloruro de calcio, la mayor parte del cual es recuperado y vendido comercialmente. Otro subproducto

recuperado es carbonato de calcio precipitado. Adicionalmente la cal es usada sobre soluciones de carbonato de calcio cáustico para producir hidróxido de sodio (sosa cáustica). Todos los fabricantes de álcalis hacen su propia cal dado que ellos también requieren una abundancia de CO_2 a esa presión en este proceso.

1.1.4.2 CARBURO

El carburo de calcio formalmente la mayor fuente de acetileno, es fabricado en hornos eléctricos a través de la fusión de cal viva y carbón coke en presencia de nitrógeno a muy elevadas temperaturas. Alrededor de una tonelada de cal viva se requieren para fabricar 1 tonelada de carburo. Cuando se añade agua al carburo, se desprende gas acetileno, produciendo un residuo de hidróxido de calcio como desperdicio. El carburo de calcio es usado para fabricar cianimida de calcio, un fertilizante nitrogenado.

1.1.4.3 BLANQUEADORES

El hipoclorito de calcio (70% de cloro disponible) y el cloruro de cal, fuentes secas de blanqueo, son fabricados a través de interacción de cloro y cal hidratada. El hipoclorito de calcio líquido es fabricado por plantas de papel para blanqueo de pulpa.

1.1.4.4 INORGANICOS

Otros químicos inorgánicos fabricados de la cal incluyen magnesia cáustica por los procesos de sal muera y agua de mar, fosfatos mono, di y tricalcico; químicos de cromo; purificación de sal mueras para producir sal de grado alimenticio; pesticidas, tales como sulfuro de cal en polvo o pulverizado, mezclas de Burdeos (sulfato de cobre y cal), y arseniato de calcio; también pigmentos de pinturas.

1.1.4.5 ORGANICOS

La cal se necesita en la fabricación de glicoles de etileno y propileno en el proceso de clorohidratado; en las sales orgánicas de calcio, tales como estearato, acetato, lactato lignosulfonato de calcio; en la refinación y concentración de ácido cítrico y glucosa; y como intermediador de tintes y colorantes.

1.1.5 PULPA Y PAPEL

En la fabricación de sulfato de pulpa de papel (kraft), la cal es universalmente usada para caustificar el carbonato de sodio de desperdicio (solución negra) para regenerar hidróxido de sodio para ser reusado en el proceso químico continuo.

A pesar del hecho que las fábricas de papel actualmente recuperan del 90 al 96% de la cal empleada por recalcinación del precipitado de carbonato de calcio de

deshecho deshidratado, una cantidad importante de cal (sobre 750,000 toneladas) se requiere como complemento. Contando la cal regenerada, técnicamente, sobre los 6 millones de toneladas por año de cal son actualmente consumidas en la industria del papel.

Los usos secundarios de la cal en la industria de papel, incluyen fabricación del blanqueador hipoclorito de calcio; clarificación del agua de proceso, incluyendo reciclado de agua; clarificación y remoción de color de flujo de agua de desperdicio.

1.1.6 CERAMICA. CONSTRUCCION.

1.1.6.1 VIDRIO

En la fabricación de vidrio, gránulos de cal viva de malla N° 10 a 100, son usados intercambiamente con caliza de tamaño similares como un fundente de materia prima en la carga del horno de vidrio. Después de arena y ceniza de sosa, las plantas de vidrio usan mucho mas cal y/o caliza que cualquier otro material en la fabricación de vidrio.

1.1.6.2 INDUSTRIA DE CONSTRUCCION

La cal se usa para fabricar productos para la construcción de silicato de calcio, tales como ladrillos y bloques pesados de arena y cal, bloques celulares de concreto, paneles de aislante y microporita. La cal reacciona

con arena y formas finas de sílice disponibles bajo presión de vapor en un autoclave para formar compuestos cementantes estables, durables y muy fuertes (silicatos de calcio). Para producir unidades de albañilería livianas y materiales aislantes, se añade polvo de aluminio a la mezcla el cual es atacado por la cal, produciendo un efecto celular de variables grados de porosidad.

1.1.6.3 PRODUCTOS REFRACTARIOS

Los ladrillos refractarios de sílice están hechos con cal hidratada, otra reacción mas del silicato de calcio. Periclasa, óxido de magnesio completamente cocido esta hecho como resultado de los anteriormente mencionados procesos de magnesio del agua de mar, como materia prima para ladrillos refractarios.

1.1.7 USOS DIVERSOS

1.1.7.1 AZUCAR

La cal es esencial para la fabricación de azúcar, en los procesos de caña de azúcar y remolacha. Grandes cantidades de cal se requieren para el azúcar de remolacha, en promedio $\frac{1}{4}$ de tonelada de cal por tonelada de azúcar; en el proceso de azúcar de caña solamente de 4 a 10 lb de cal por tonelada de azúcar. La cal ayuda a purificar los jugos de sacarosa por la remoción

de componentes ácidos fosfáticos y orgánicos, como componentes cálcicos insolubles, los cuales son removidos por filtrado. Invariablemente los ingenios de azúcar de remolacha fabrican su propia cal en hornos en el sitio, dado que elevadas cantidades de CO_2 se necesitan también y se obtienen de los gases de chimenea del horno de cal. Los ingenios de azúcar de caña compran sus necesidades mucho menores. En el país para una producción actual de 6.000 toneladas, la demanda es de 15.000 toneladas métricas de cal.

La cal es usada como adsorbente de CO_2 en bodegas de atmósferas controladas para frutas secas y ciertas legumbres a fin de mantener la frescura de los productos. Esta previene niveles anormalmente altos de CO_2 en el establecimiento lo cual acelera la descomposición del producto.

Se usa para recuperar goma y gelatina de subproductos de envasadoras y empaquetadoras. En los procesos de cítricos, la cal es usada para tratar la pulpa de desperdicios, la cual después de molienda y secado se vende como alimento de ganado. Existen algunas otras aplicaciones en la industria alimenticia.

1.1.7.2 PETROLEO

La cal tiene uso limitado para neutralizar componentes sulfurosos orgánicos (mercaptano) y emisiones de SO_2 en las refinerías de petróleo.

Un tipo común de grasa lubricante se hace con cal actuando como agente saponificador del aceite de petróleo. Un ingrediente de la ‘cal roja’, un lodo de perforación para perforación petrolera es la cal hidratada. La cal y puzolanas, como carbonillas son usadas en lugar de cemento en el sellado de las plataformas de producción de petróleo costa afuera en el Golfo de México.

1.1.7.3 PINTURAS Y PIGMENTOS

Además de los blanqueadores de cal, pinturas de agua para albañilería, están hechos con cal hidratada, el cemento portland blanco y los pigmentos. La cal tiene usos menores en manufacturas de barniz, pinturas de blindaje y ciertos tipos de pigmentos.

1.1.7.4 PIELES

Desde los tiempos bíblicos, suspensiones de cal son usadas para pelar y realizar los trabajos preparatorios de curtiembre.

1.1.8 CONTRUCCION

1.1.8.1 ESTABILIZACION

El uso total de cal para estabilización de suelos en autopistas y carreteras ahora excede en uso al total de consumo de caliza en estructuras, a pesar de que el origen de la estabilización con cal tiene 20 años de antigüedad.

En la construcción de pavimentos para autopistas, calles de ciudades, pistas de aeropuertos, y lotes de parqueo, la cal puede ser utilizada para estabilizar grado de arcilla, material de base y/o subbase. La arcilla debe estar presente para que la cal reaccione con la sílice y alumina disponible en el suelo para formar componente cementantes complejos que convierten el suelo en una masa estable y dura que no es sensible a la saturación del agua. La plasticidad del suelo es marcadamente reducida tanto como la contracción y dilatación. La cantidad de cal generalmente está entre 3 a 5% del peso del suelo seco. Cerca del 90% de la cal es cal hidratada o puede usarse también cal viva granular, de acuerdo al balance del suelo.

La cal también es usada con ceniza puzolánica y variados agregados en la preparación de material de base en las plantas centrales de mezclas que compiten con piedra triturada y bases de cementos de suelos.

El uso de la cal en estos oficios continua en crecimiento y su aplicación se multiplica en las diversas áreas de la construcción de la cimentación de edificios, reforzamiento de diques de tierra y represas, canales de riego, bases de ferrocarril, pistas de carreras y canchas de tenis de arcilla. Los contratistas la usan para apresurar la construcción por su secado rápido de rasantes y para construir caminos temporales de transporte de todo tipo.

1.1.8.2 ASFALTO

Es adecuado añadir 1 a 2% de cal hidratada a la mezcla de asfalto caliente en la planta central de mezclado como material de pavimentación. La cal actúa como un agente antidesprendimiento, previniendo el agregado del desmoronamiento en los bordes de aglomerante bituminoso. En zonas remotas permite el uso de agregados marginales no tratados, donde se necesitan usar como relleno.

Resultados en la prueba compresión inmersión con algunos asfaltos y agregados, determinan que la cal incrementa marcadamente la tasa de resistencia humedo/seco y reduce el cambio de volumen en los mismos.

1.1.8.3 ENLUCIDO

Por miles de años la cal ha sido empleada como material de enlucido, y sigue siendo usada todavía. Antes del advenimiento del cemento portland en la última parte del siglo diecinueve, los morteros estaban compuestos solamente de cal y arena. Actualmente los morteros de cal y cemento de variadas proporciones son utilizados, de 2 a $\frac{1}{4}$ parte de cal por volumen a 1 parte de cemento. La cal es todavía el mas manejable plastificante para el mortero, haciéndolo trabajable y mas paleteable. El cemento determina el rápido fraguado.

1.1.9 AGRICULTURA

Aunque la mayoría de encalamiento agrícola se realiza hoy con caliza pulverizada, algunos agricultores utilizan en sus terrenos cal viva y cal hidratada.

Aunque los precios de la cal son mayores que los de la caliza, para un óxido de calcio equivalente, la cal reacciona mas rápidamente, neutralizando la acidez del suelo rápidamente de manera que no se afecten los cultivos.

El costo para la cal se justifica en cultivos de elevado valor, dado que da mayor seguridad y rapidez en los resultados.

Algunos otros usos de la cal en la agricultura son para lavado diario de establos, asistencia sanitaria, desesestercolado en sector avícola.

1.1.10 ACUACULTURA

Actualmente en la industria ecuatoriana del camarón se usan 0,5 kg por hectárea de piscina, lo que determinaría una demanda de 50.000 toneladas si su uso fuera generalizado, considerando, que según la Cámara de Acuicultura para 1.992 habían 113.336 hectáreas de piscinas camaroneras.

CAPITULO II

ESTUDIO DEL MERCADO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 NOMBRE DEL PRODUCTO.

El producto que se obtendrá en esta planta es cal, ampliamente utilizada en la industria de la construcción tanto interior como exterior, la primera en una proporción de un 90%, la segunda en un 10% como material de revestimiento.

2.1.2 NOMENCLATURA ARANCELARIA.

La cal viene bajo la partida arancelaria número :

25.22.10.00.00. CAL VIVA

25.22.20.00.00. CAL APAGADA

25.22.30.00.00. CAL ORDINARIA

2.1.3 FORMA, TAMAÑO, PESO Y PRESENTACIÓN.

Este producto viene en forma de polvo, envasado en fundas de 5, 25 y 50 kg.

2.1.4 SUBPRODUCTOS QUE SE DERIVAN DEL PRODUCTO PRINCIPAL

En el proceso de fabricación de la cal se producen desperdicios y material de desecho del proceso que puede ser tratado paralelamente en la planta para producir otros subproductos como el carbonato de calcio, agregados, piedra de corte, marmetón, bola, enchape, etc., para uso industrial, agrícola o de construcción.

2.1.5 MERCADO INTERNO.

Este proyecto se implantará en la ciudad de Guayaquil, la misma que fue fundada en 1,535 y que tiene la mayor entrada de la Costa Sudamericana en el Pacífico, el Golfo de Guayaquil.

Al inicio del presente siglo se empezó con las construcciones de edificios de ladrillos y piedras, lo que fue apoyado por la fundación de la primera fábrica de cemento en todo el país, esto ocurrió en 1,923 utilizando la materia prima de las elevaciones Chongón - Colonche (La cemento Nacional C.A.).

La ciudad de Guayaquil ha crecido vertiginosamente; esta urbe cuenta con alrededor de 2'000.000 de habitantes, lo que implica que la misma acoge a un 20% de la población total del país.

En el sector de la construcción, con el apoyo del Gobierno Nacional a través de la Junta de la Vivienda, se ha introducido mecanismos para el desarrollo de esta actividad unidos con el sector privado de esta industria.

De acuerdo al estudio de la capacidad instalada, a las importaciones y exportaciones hemos evidenciado una demanda no satisfecha de aproximadamente 80.000 toneladas al año de cal. Factor fundamental en el desarrollo del mercado es que por primera vez se implementa un proyecto con este tipo de tecnología. (Anexo E).

2.1.6 PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS.

Las características de la caliza están determinadas por la absorción del agua, por la porosidad aparente, por el módulo de elasticidad y por la resistencia a la compresión y a la flexión. Las características de la cal viva e hidratada se anotan en el Anexo D.2.

Todas las normas relacionadas con la cal, son descritas por las Normas INEN correspondientes.

2.1.7 PRECIO DE VENTA.

El precio de venta determinado en este proyecto ha sido considerado en \$ 115 dólares la tonelada de cal, comparativamente competitivo con los precios establecidos en el mercado nacional.

2.1.8. VALOR Y VOLUMEN DE VENTA ESTIMADA.

Sobre el valor y volumen de venta estimado se ha efectuado una proyección en base a los datos proporcionados por la Cámara de la Construcción, la cual indica que la variación de precios para este tipo de material esta en el orden del 4,76% por tonelada. El crecimiento en la industria de la construcción esta en promedio en el 2,70% por lo cual tendríamos los valores dados en la Tabla I.

TABLA I.

VALOR Y VOLUMEN DE VENTA ESTIMADOS

AÑO	TON	VALOR DE VENTA	ESTIMACION ANUAL
2,000	7,500	\$115	\$862,500
2,001	7,703	\$127	\$978,281
2,002	7,911	\$140	\$1,107,540

La cal se usa tanto en la agricultura como en la construcción.

En agricultura el objetivo es elevar el pH de suelos ácidos y su utilización se basa en dos consideraciones:

1.- Tipo de Suelo.

2.- Tipo de cultivo.

Exige un cuidadoso estudio tanto del tipo de suelos existentes en el país, como de los cultivos que se producen. Debemos considerar que su uso debe ser controlado, ya que la aplicación excesiva elimina los elementos nutrientes que necesitan los cultivos.

De esto se deduce que en ciertos tipos de suelos no se podrán realizar aplicaciones todos los años sino cuando las exigencias del suelo lo permitan.

En la construcción su uso está más generalizado y se lo utiliza como sustituto del cemento en enlucido de mamposterías hasta en un 100%; en morteros hasta un 50% y en estructuras de hormigón hasta 15%.

Este producto puede tener otras aplicaciones tales como :

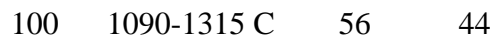
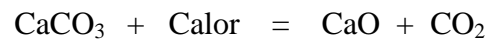
1. Estabilización de suelos. Compactación de Taludes.
2. Potabilización del agua.

3. Refinación del azúcar.
4. Industrias del vidrio y cerámica.
5. Producción de ladrillos y bloques.
6. Producción de cemento puzolánico
7. Impermeabilización de acequias.

2.2 MERCADEO Y COMERCIALIZACIÓN.

2.2.1 PRODUCTO Y PROCESO.

El término cal a pesar de ser usado para denotar a casi cualquier tipo de material calcáreo o productos finos de calizas, así como formas calcinadas de cal; solo se debería usar para la caliza calcinada, mejor conocida como cal viva u óxido de calcio, que también abarca a su producto secundario, la cal hidratada o hidróxido de calcio. La calcinación de la caliza se realiza químicamente como :



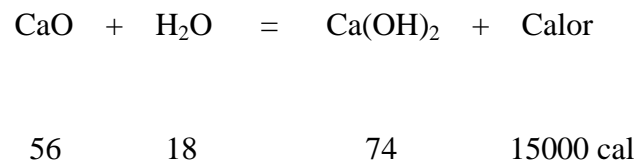
La calcinación se realiza en hornos de cal, con el contenido de la roca de dióxido de carbono desprendido como gas. La pérdida de peso en la calcinación es de alrededor del 45%. Debido a su fuerte afinidad con el dióxido

de carbono, en especial si hay humedad, se revierte a su forma original, así debe almacenarse en seco.

Generalmente un guijarro de caliza termina del mismo tamaño que el de cal viva luego de la calcinación. Esta se comercializa en el rango de granos de arena de hasta 8 pulgadas, siendo el tamaño mas común de ¼ a 2 pulgadas. La cal viva se peletiza a 1 pulgada, para ciertos usos se la comercializa en tamaño de malla # 10 hasta polvo.

Una forma mas estable de cal es la cal hidratada, se obtiene por la adición de agua a la cal viva, desmenuzándose en un polvo seco, fino y blanco. Ya no es vulnerable a la humedad, sin embargo persiste su fuerte afinidad por dióxido de carbono.

La siguiente reacción química reversible ilustra como la cal hidratada cuando se deshidrata puede revertir a su forma original de óxido :



El valor de la cal para la mayoría de sus usos depende de su contenido de óxido de calcio. La pureza de la cal esta influenciada por la pureza de la caliza y segundo por su fabricación. La principal impureza es la sílice, alúmina y RO en

especial hierro. Durante la calcinación estas impurezas reaccionan con algo del dióxido de calcio, tomando diversas formas minerales (silicatos, aluminatos, etc.) de ningún valor al uso químico reduciendo el contenido disponible cal en un 3 a 5%. Otro ocasionador de problemas es el dióxido de calcio dando como resultado partículas de piedra sin calcinar remanentes en la cal. El sulfuro de calcio también ocasiona inconvenientes.

La cal hidratada es una fuente mas pura de cal que la cal viva ya que en su proceso de hidratación en seco, se usa separación por aire, que físicamente remueve partículas grandes, principalmente las no calcinadas, silicatos, etc.

El análisis típico de la cal viva comercial se presenta en el Anexo D.1.

2.2.2 MERCADO.

Sus usos principales en el país son en la agricultura, cemento puzolánico, acuicultura, descontaminación de suelos, de materia putrefacta, en el blanqueado y empastado de paredes, enlucidos, etc.

En el Anexo E.2 se da una lista de los productos de cal ofrecidos en el mercado, con su descripción y precios.

2.2.3 COMERCIALIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.

Para lograr entrar en competencia con otras industrias que produzcan este mismo producto, los respectivos precios deberán basarse en los de la competencia e incluso un tanto menores a estos, según lo permitan los diversos costos de extracción y preparación del producto.

2.2.3.1 COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN, PRECIOS DE PRODUCTOS SIMILARES EN EL MERCADO NACIONAL.

En relación a la comercialización y distribución esta será efectuada directamente por la empresa, el producto será vendido a \$ 115 dólares la tonelada. En el Anexo E.2 consta la lista de precios y características de pureza y granulometría.

2.3 POLITICA ECONOMICA.

2.3.1 POLITICAS Y CONDICIONES DE VENTAS

2.3.1.1 PORCENTAJE DE VENTAS QUE LA EMPRESA EFECTUARA A CREDITO, PLAZOS QUE SE CONSIDERAN, Y AL CONTADO.

Estos materiales en el mercado son vendidos al contado.

2.3.1.2 SISTEMA DE COMERCIALIZACION, VARIACION

PREVISTA A FUTURO EN CASO DE HABERLAS.

Como resultado del análisis del estudio de mercado se evidencia que la demanda es superior a la oferta, las variaciones previstas deberían estar en el marco de las fluctuaciones del desarrollo de la industria de la construcción, lo cual ya ha sido proyectado en la producción.

2.3.1.3 DISPOSICIONES OFICIALES QUE RIGEN LA PRODUCCION, COMERCIALIZACION Y PRECIOS.

A la presente fecha no existe ninguna disposición oficial relacionada con este tipo de material, ni con el control de precio, los mismos que están determinados en función de la calidad, granulometría y acabado final del producto.

2.3.1.4 SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS EN EL MERCADO NACIONAL.

Se ha determinado que en el Ecuador hay una capacidad de consumo de alrededor 200,000 toneladas al año existiendo un déficit anual de 100,000 toneladas en el mercado.

2.4 PROYECCION DE LA DEMANDA.

Las razones que hemos considerado para el crecimiento en las ventas, en un 10% anual en el futuro se basan en lo siguientes:

a) En nuestro país el crecimiento de las ciudades ha seguido las características concentradoras del Estado por lo que el problema de la vivienda es muy preocupante, sin embargo en este último año de acuerdo a los datos proporcionados por la Cámara de la Construcción, la vivienda crecerá por encima del índice del 2.7% tomando en cuenta los parámetros de crecimiento en el Ecuador en esta área de actividad.

b) A nivel nacional el déficit acumulado es de un millón de viviendas de las cuales se estiman 480,000 corresponden a nuevas unidades y las 520,000 restantes requieren ser ampliadas o mejoradas.

c) En el País se necesitan aproximadamente unas 600,000 unidades de vivienda por año.

d) Hay que considerar que en el Ecuador solo uno de cada tres ecuatorianos habitan en una vivienda adecuada.

e) El gasto en vivienda en hogares de menores ingresos representan mas del 20% de los ingresos totales de una familia.

f) Casi todas las ciudades del Ecuador carecen de un Plan de Asentamientos Humanos adecuados.

g) El 40% de la cantidad de viviendas no se encuentran registradas y se escapan del control estatal y municipal de una serie de aspectos, esto es, efectúan ampliaciones o remodelaciones sin los permisos correspondientes.

h) La gran migración de la población a las ciudades de Quito o Guayaquil han dado lugar al apareamiento de grandes suburbios, precarios de viviendas con muy escasos servicios, en estos casos se construyen viviendas sin permiso de todo tipo en su gran mayoría.

y) Se estiman que la población urbana que representa el 55.5%, pasará al 62.1 % en los próximos años.

j) Las entidades de viviendas si bien no han dado soluciones a este problema, el crecimiento exagerado y desordenado es especialmente en las ciudades grandes como Quito y Guayaquil, donde se ha mantenido a pesar de la crisis el desarrollo de la construcción fundamentalmente.

k) Con la finalidad de ayudar a conservar el valor de dinero en épocas de inflación que atraigan el ahorro y se creen alternativas de crecimiento de viviendas se crearon los U.V.C.

2.4.1 AMBITO DEL MERCADO, CARACTERISTICAS Y USOS DE LA CAL.

Como hemos señalado por primera vez en el Ecuador se instalará un proyecto con este tipo de tecnología y de acuerdo al estudio tenemos un mercado importante en las tres grandes ciudades del Ecuador, Guayaquil con un 70% de consumo es decir 35,000 Ton., Quito con un 20% representa 10,000 Ton., Cuenca con un 5% que representa 5,000 Ton., y el 5% restante por las otras ciudades del país al año, dicha distribución está efectuada en función del desarrollo de las construcciones y del consumo Nacional de calcáreos. Las características de estos materiales están determinados en función de su pureza y granulometría. (Anexo E.2 y E.3).

2.4.2 PROYECCION DEL CONSUMO NACIONAL PARA TRES AÑOS A PARTIR DE LA FECHA DE IMPLEMENTACION DEL PROYECTO.

De acuerdo a las características establecidas por la Cámara de la Construcción y CENDES en relación con el crecimiento de esta industria la misma que a la fecha evidencia un crecimiento de 2.7% hemos considerado una producción Nacional de la demanda dada en la Tabla II.

TABLA II**PROYECCION DEL CONSUMO NACIONAL PARA TRES AÑOS**

AÑO	TONELADAS
2,000	150,000
2,001	154,050
2,002	158,209

2.3 CONCLUSIONES.

En el estudio se ha evidenciado que existe una demanda no satisfecha de cal de alrededor de 80,000 toneladas al año, por lo que hay un mercado interno que garantiza la colocación de la producción de la planta.

En lo relacionado a la parte económica, se comprueba, que con dos años de gracia, esta empresa cumpliría con todos sus compromisos financieros.

Los análisis físico-mecánicos y químicos de la materia prima del yacimiento “G - 92” que abastecerá el proyecto, nos demuestran que el producto terminado será de optima calidad, lo cual lo hace competitivo en el mercado.

CAPITULO III

CAPACIDAD Y LOCALIZACIÓN

3.1 CAPACIDAD INSTALADA.

Para cumplir con el objetivo de la planta el yacimiento “G - 92” tendrá una capacidad de 100 toneladas/día. La capacidad de la planta de cal es de 7.500 toneladas al año, equivalente a 625 toneladas de cal mensuales, con un horno de 22 toneladas por día de capacidad productiva.

La piedra que se explotará se encuentra en las unidades I y III, y por su alta calidad , pasará totalmente a la trituración primaria y de allí, los tamaños mayores a 3”, a la producción de cal en el horno, para luego terminar en el circuito respectivo de producción de cal hidratada (hidróxido de calcio Ca(OH)_2) y cal viva (Oxido de Calcio CaO).

Los tamaños menores a 3” pueden utilizarse en la producción de cal agrícola (Carbonato de Calcio CaCO_3), y sus derivados comerciales, alimento balanceado, alimento de camarón, carbonato de calcio químico, cal para piscinas camaroneras, etc.

La piedra de la unidad II y IV, solamente sirve para agregados y áridos igual que sucede con la lutita silíceas de la formación Guayaquil.

El sistema de calcinación trabajará las 24 horas por períodos adecuados a la producción. El sistema de trituración operará solamente lo necesario, por lo que podríamos hablar de solamente un turno de trabajo diario en estos dos sistemas.

3.2 LOCALIZACIÓN

La concesión minera “G - 92” se localiza en la provincia del Guayas, Cantón Guayaquil, Parroquia Chongón, a 8 kilómetros por el camino a Casas Viejas, el cual tiene su inicio en el Km. 22 de la vía Guayaquil - Salinas. Tiene una extensión de 55 hectáreas mineras y su objetivo es la explotación de la Formación San Eduardo, la cual aflora y comienza justamente en el área de concesión y se extiende hacia el oeste. El clima es tropical con dos estaciones bien definidas, con temperatura promedio anual de 28 °C. El yacimiento es un depósito sobre la Formación San Eduardo, de origen sedimentario de Edad Eoceno Medio.

3.2.1 APROVISIONAMIENTO DE MATERIA PRIMA.

En lo relacionado al abastecimiento de materia prima ya hemos señalado en el capítulo correspondiente, el lugar y las condiciones del mismo.

3.2.2 PROXIMIDAD DEL MERCADO.

La planta se construirá en el km. 22 de la vía a Guayaquil - Salinas. La materia prima esta al pie de la misma sobre la cordillera de Chongón - Colonche.

(Anexo A)

3.2.3 DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA, SUMINISTRO DE ENERGÍA Y AGUA.

En el lugar donde se realizará la implantación del proyecto se cuenta con energía eléctrica, agua y mano de obra calificada para este tipo de labores .

3.2.4 VÍA DE COMUNICACIÓN.

Para el transporte de la materia prima se cuenta con una vía pavimentada a la altura del km. 22 de la Autopista Vía Guayaquil - Salinas.

3.2.5 FACILIDADES PORTUARIAS.

En el caso de que la empresa desee incursionar en la exportación de cal, las instalaciones están a 20 km. del puerto de Guayaquil.

CAPITULO IV

INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1 DISPONIBILIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA.

4.1.1 GEOLOGÍA GENERAL.

4.1.1.1 FORMACIÓN CAYO, MIEMBRO GUAYAQUIL.

Constituida por lutitas tobáceas, nódulos y bandas de pedernal y localmente areniscas intercaladas en la secuencia.

El rumbo general de la estratificación esta dado por buzamientos menores a 25° y 30° en dirección S.W., además fracturas NW-SE y NE-SW con inclinaciones verticales; el espesor de toda la Formación se la estima entre 1,400 a 3,000 metros, asignándosele una edad Cretácica Superior.

4.1.1.2 FORMACIÓN SAN EDUARDO.

Constituida de calizas de diferentes composiciones químicas y mineralógicas, siendo uno de los principales objetivos actuales la delimitación física y la cuantificación de las reservas correspondientes a cada composición diferente.

Estructuralmente la Formación de San Eduardo tiene un rumbo en dirección E-W con buzamientos variables entre 20° a 40° al Sur, su edad es Eoceno Medio.

4.1.1.3 FORMACIÓN LAS MASAS.

Se localiza estratigráficamente sobre la Formación San Eduardo, esta constituido por limolitas de color amarillo a gris, y areniscas muy fracturables superficialmente y muy endurecidas a profundidad.

El rumbo de la estratificación es NE-SW con buzamientos de 40° al SE; la edad de la Formación es Eoceno Medio a Superior.

4.2 ENSAYOS E INVESTIGACIONES PRELIMINARES.

La Formación San Eduardo es la que contiene la totalidad de las reservas de mineral de la concesión “G - 92”.

Para fines de explotación, a San Eduardo se la divide localmente en cuatro unidades: I, II, III, IV.

La **Unidad I** esta formada por un material calcáreo de grano bastante fino fosilífero, con contenido de carbonato de calcio de 90% en promedio, considerado regionalmente como el más adecuado para piedra de corte, bajo contenido de sílice nodular o bandeada, coloración beige, crema, habana típica para esta formación calcárea.

Constituye la parte superior de la formación calcárea, esta en contacto con la formación 'Las Masas', y esta caracterizada por una secuencia bien estratificada de cacilutitas y calcarenitas de color beige o crema, de textura muy fina, compacta y generalmente con presencia de microfósiles. Se presentan además meteorizaciones y fracturamientos con relleno de arcilla de color pardo amarillento.

Es característico encontrar también sílice en capas muy delgadas, vetillas de calcita y glauconita en menor cantidad.

la **Unidad II** esta constituida por un material calcáreo de caliza intraclástica y margas de aspecto masivo con abundantes microfósiles, con contenidos de carbonato de calcio de 82% en promedio, altos contenidos de sílice de todo tipo, coloración gris oscura, por este motivo, es la piedra mas abrasiva y dura de la formación. Sus usos pueden ser bastante variados.

Corresponde a un paquete de caliza intraclástica constituida por clastos subredondeados de calcilita de color beige a gris, los clastos se encuentran envueltos en una matriz calcárea de textura fina a media, de color gris claro y con fósiles diseminados.

Característica de esta unidad, es su aspecto masivo y el olor a bitumen.

La **Unidad III** es de un material calcáreo mas rugoso, mas arenoso, de caliza bien estratificada, con contenidos de carbonato de calcio de 92% en promedio, bajo contenido de sílice y coloración beige.

Esta constituida por calcilitas o calcarenitas de color beige variando hacia su parte inferior a gris claro. Presenta una textura muy fina compacta y con fósiles en toda la secuencia. Se intercalan en esta unidad capas muy delgadas de margas calcáreas de color gris a negro y capas centimétricas de arcilla negra.

En las calcarenitas es característico observar flujos milimétricos de material negro areno- arcillosa. También existe sílice en capas muy delgadas y en pequeños nódulos en la parte inferior del yacimiento; además vetillas de calcita y glauconita en poca cantidad.

La **Unidad IV** compuesta por intercalaciones de margas, calcilitas y calcarenitas de color gris oscuro a negro y bajo contenido de CaO_3 , 70% como promedio. Esta unidad esta constituida por una alternancia de calcilitas y calcarenitas de color beige a gris claro, margas calcáreas y silíceas de color gris oscuro a negro; prevaleciendo esta últimas en toda la secuencia. Característica de esta secuencia es la ocurrencia de

depositación turbidítica y depositación laminar fina; generalmente en las capas margosas. Se presentan también vetillas de calcita, sílice en capas muy delgadas y glauconita. Esta unidad es la base de la formación calcárea y se encuentra suprayaciendo el miembro Guayaquil, de naturaleza silíceo. El contacto superior de la Formación San Eduardo es la Formación Las Masas y el inferior con el Miembro Guayaquil de la Formación Cayo.

4.3 SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

4.3.1 DISEÑO DE LA EXPLOTACIÓN MINERA.

Se diseña la explotación minera a través de un tajo abierto, por niveles. Los parámetros para este sistema de explotación se ven claramente en la Tabla III. El desarrollo de los mismos en los primeros años deberá poner al alcance una buena parte de las Unidades I y III para su posterior extracción. Teniendo así a disposición caliza en por lo menos cuatro pisos distintos, diseñados en detalle de manera que se obtengan los mejores resultados en la operación de explotación, carguío, transporte y tratamiento del material, de acuerdo a las necesidades de producción. La ventaja de disponer de varios niveles de explotación, es la posibilidad de diferenciar con mayor facilidad las diferentes calidades de caliza para su extracción y así proveer de una mayor flexibilidad a los procesos de la planta de cal.

Las tres restricciones fundamentales que optimizan la operación son:

- 1.- Cumplimiento de la meta de producción de 3,000 T de caliza/mes.
- 2.- Mantener la calidad de piedra para este proceso.
- 3.- Minimizar los costos.

**TABLA III
CARACTERISTICAS DEL TAJO ABIERTO**

Característica	
Mineral	Caliza
Contenido promedio de CaCO ₃	80 - 92 %.
Nivel inicial del tajo	220 msnm.
Nivel definitivo del tajo	150 msnm.
Talud definitivo del tajo	26
Altura de bancos	10 m.
Angulo de bancos	80 -85
Ancho de vía	30 m.
Pendiente de rampas principales	8%
Pendiente de caminos de acceso a frentes	< 8%
Máxima cota de carguío	220 msnm
Dirección de avance	E - W

4.3.2 DISEÑO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA.

Una vez definidos los pisos de Explotación, es sobre los mismos, de manera descendente y de Oeste a Este en lo posible, como deberá llevarse la Explotación, seleccionando de acuerdo a lo establecido anteriormente la

necesidad de la calidad de la piedra. Será necesario mantener la mayor cantidad de frentes de trabajo disponibles. El diseño de perforación y voladura estará sujeto al tamaño de material que necesitamos.

Se deberá utilizar una unidad rotoperkusiva con su respectivo compresor y los parámetros técnicos considerados serán los de la Tabla IV.

TABLA IV.

PARAMETROS TECNICOS DE PERFORACION Y VOLADURA

Profundidad Media de Perforación	10 m.
Malla de Perforación	3x3 (3")
Diámetro de Perforación	2" - 3 1/2"
Sobreperforacion	1 m.
Inclinación de Barrenos	80°
Perforación Especifica	0.100 m/t
Carga Especifica	0.200 Kg./t

La preparación del piso 150 a partir del cual se inicia la explotación a cielo abierto, implica una metodología que deberá mantenerse, siendo el caso de un material de trituración. Se deberán seguir los esquemas de explotación de piedra pequeña, para ello se usará una carga de fondo de tres cartuchos de dinamita 1" x 8", no se usarán zonas de retacado intermedio, se colocarán dos tacos más de dinamita, uno al medio del hueco en la carga de columna de

ANFO, y uno cerca de donde se inicia el retacado de 3 metros en las perforaciones de 10 metros o de 1/3 de la altura del barreno.

La malla es la indicada en las características ya definidas. La cantidad necesaria de brocas al año en el proyecto es de 4 brocas, de las cuales 2 serán de 3 ½” de diámetro, 1 de 2 ½” y 1 de 2”.

Las barras necesarias serán 10 barras anualmente y 4 adaptadores conjuntamente con 5 acoples, para la cantidad de toneladas a explotar en el yacimiento.

Teniendo como base que de acuerdo a las condiciones de perforación cada hoyo de perforación nos da 216 Toneladas de caliza, necesitamos 14 huecos por mes y las necesidades de explosivos y accesorios mensuales serán :

- 400 Kg. de ANFO
- 1 Caja de Dinamita
- 200 metros de cordón detonante 3P
- 5 galones de Diesel
- 3 Fulminantes # 6
- 3 metros de mecha lenta

4.3.3 EXCAVACIÓN Y CARGUIO.

Para este tipo de trabajo la mina debe disponer de un tractor tipo D8L o similar a fin de realizar los trabajos de preparación de frentes de perforación, arreglo de caminos y accesos, separación del materiales de acuerdo a calidad, otros trabajos auxiliares en movimiento de sobrecarga.

No necesariamente debe estar a tiempo en la mina puede ser 40 horas mensuales suficientes para llevar adelante la explotación. El tractor como sabemos no es un equipo imprescindible en el carguío, teniendo adecuados accesos al frente de explotación y buena nivelación de los mismos.

Se debe contar además con una cargadora frontal tipo 950F por su potencia y capacidad de trabajo en el frente de carguío; no es recomendable el uso de equipo mas pequeño pues resulta contraproducente en el costo de operación, debido a la necesidad de tener material de granulometría menor y mayores desgastes y daños mecánicos en la cargadora.

Es importante recordar que un buen carguío depende de una buena perforación y una adecuada voladura; utilizando parámetros adecuados en las mismas no existen problemas de patas al pie de los bancos y la cargadora en su operación tiene menos desgastes y estará sujeta por tanto a menos esfuerzos innecesarios.

Los niveles de los bancos deben ser uniformes con una adecuada sobreperforación obteniéndose menos desgaste en piezas y llantas; además adecuados amontonamientos de material, producto del uso eficiente de los

retardos permiten que las llantas del equipo de carguío al cargar el material no patinen y exista menos consumo de llantas y desgaste del equipo.

El resultado adecuado está en que el operador de la cargadora debe entrar a fondo con el acelerador al máximo, sin que tenga inconvenientes en llenar el cucharón con material y salir subiendo el cucharón hasta que coloca el material en la tina del camión.

4.3.4 TRANSPORTE DE MATERIAL.

El transporte se realiza en un camión de 25 toneladas de capacidad a la trituración primaria, al patio de reserva y a los patios de almacenamiento. Los patios de almacenamiento se utilizan para el caso de material de alta calidad para su selección final.

Se debe contar con un patio de reserva frente a la trituradora primaria donde se acumularán los diferentes tipos de material de acuerdo a su calidad; de esta manera se obtiene un mejor aprovechamiento del tiempo efectivo en transporte y se reducen al mínimo los tiempos de espera de la trituradora, además, cualquier inconveniente en el equipo de carguío o transporte nos permite alimentar directamente la trituradora del patio de reserva con un equipo de carguío de características inferiores al de cantera obteniéndose iguales rendimientos.

El transporte se realiza a través de Rampas Principales de Acarreo a los niveles y caminos de acceso a los diferentes frentes de explotación. El drenaje y mantenimiento de los caminos de accesos y Rampas Principales es vital para la marcha de la planificación de la explotación.

4.3.5 PROCESO TECNOLÓGICO.

Para la obtención de los productos finales cal viva y cal hidratada se deberán cumplir los siguientes pasos, después de los trabajos de explotación y transporte

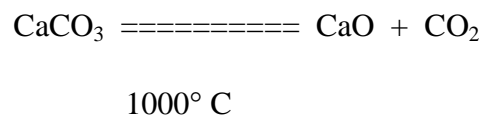
- 1.- Trituración
- 2.- Calcinación
- 3.- Hidratación
- 4.- Molienda y clasificación
- 5.- Empaque y entrega

4.3.5.1 TRITURACIÓN.

El material en bloques de aproximadamente 30 - 40 centímetros, se carga en la trituradora y en esta se reduce el tamaño hasta unos 7 - 10 centímetros de diámetro (3" - 4"). El material de diámetro menor a 3" que no es aconsejable calcinar y normalmente representa remanente, se lo podría aprovechar en la producción de carbonato de calcio o cal agrícola mediante un sencillo proceso de molienda.

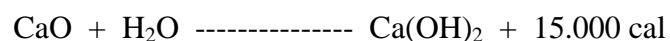
4.3.5.2 CALCINACIÓN.

Una vez que el material ha sido triturado y ha obtenido el tamaño ideal para facilitar la transmisión de calor y reducir el tiempo de calcinación, es introducido al horno vertical de proceso continuo. El proceso de calcinación es sumamente importante ya que el grado de calcinación debe de ser preciso. Demasiada temperatura y el material se vitrifica y se obstruye el horno. Poca temperatura y la piedra no se calcina totalmente produciendo impurezas en el producto final.



4.3.5.3 HIDRATACIÓN.

Una vez que el material ha sido calcinado y luego enfriado en una cámara especial, es sometido a hidratación controlada en temperatura, humedad y secado. La cal viva mezclada con agua produce una pasta que pasa por una unidad de secado.



La reacción se produce con desprendimiento de calor.

4.3.5.4 MOLIENDA Y CLASIFICACIÓN.

La cal hidratada se somete a una molienda fina para obtener un material homogéneo. Se clasifica el producto y se lo envía al proceso de envase.

4.3.5.5 ENVASE Y DESPACHO.

El material higroscópico ingresa a la empacadora donde es enfundado, pesado y despachado.

Se debería construir una bodega con capacidad de almacenamiento para varios días de producción aunque es aconsejable su despacho inmediato.

4.4 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA.

De acuerdo al tipo de explotación del área minera y a las unidades de la trituración, la mina deba poner diariamente en el patio de reserva o trituración:

ENERO A DICIEMBRE 3,000 T / MES.

Esto implica que la mina debe manejar 37.500 Toneladas de mineral para trituración y acumulación en el patio de reserva durante el año.

El Anexo C adjunto muestra los requerimientos de producción y la explotación estimada de la mina para el funcionamiento de la planta de cal. La explotación, carguío, transporte y procesamiento del mineral se calcula en base a los requerimientos de producción.

Se plantea un diseño en el corto plazo de 5 años y en el largo plazo de 20 años para la mina, lo que dependerá del comportamiento de las reservas, calidades de piedra y del nivel de trituración y mercadeo de materiales.

La explotación se realizará sobre las unidades I y III de la Formación San Eduardo, de acuerdo a los tipos de calidad necesarios para el producto. La Tabla V, muestra el cuadro de reservas de caliza.

TABLA V.
CUADRO DE RESERVAS DE CALIZA SOBRE LOS NIVELES PRINCIPALES
DE EXPLOTACIÓN.
MINA “G - 92”

UNIDAD	PISO	VOLUMEN	TONELAJE
I	ENTRE NIVEL 150 - 160	1'369,875	3'493,181
	ENTRE NIVEL 160 - 170	1'268,250	3'234,037
	ENTRE NIVEL 170 - 180	1'048,250	2'873,037
III	ENTRE NIVEL 190 - 200	611,250	1'558,687
	ENTRE NIVEL 200 - 210	418,000	1'065,900
	ENTRE NIVEL 210 - 220	284,000	724,200
TOTAL RESERVAS PROBADAS		4'999,625	12'949,042

4.5 SELECCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS.

El equipo necesario para la explotación de la caliza “G - 92”, tendrá que ser:

- 1 Tractor Caterpillar D8L.
- 1 Perforadora Track Drill.
- 1 Compresor portátil.
- 1 Cargadora CAT 950 F.
- 1 Camión de 25 T.

Esta maquinaria no trabajará tiempo completo en la mina, pueden ser 40 horas mensuales suficientes para llevar adelante la explotación.

4.6 DISEÑO DEL HORNO.

4.6.1. ESPECIFICACIONES.

4.6.1.1 CALCINACIÓN.

Cuando el carbonato de calcio es calentado suficientemente, se descompone, desprendiendo CO_2 y transformándose en óxido de calcio CaO . La presión de disociación del CaCO_3 , llega a ser 760 mm alrededor de los 900°C , es decir la disociación ocurre a esta

temperatura en una atmósfera de CO_2 . La relación tiempo-temperatura para los dos materiales esta dada en la figura 1.

Sin embargo si la presión parcial de CO_2 en el ambiente es menor de 760 mm, como es invariablemente el caso en el horno en operación donde un contenido de CO_2 de 40% en el gas es alto, la temperatura inicial de disociación será baja. Las relaciones para CaCO_3 se dan en la figura 2.

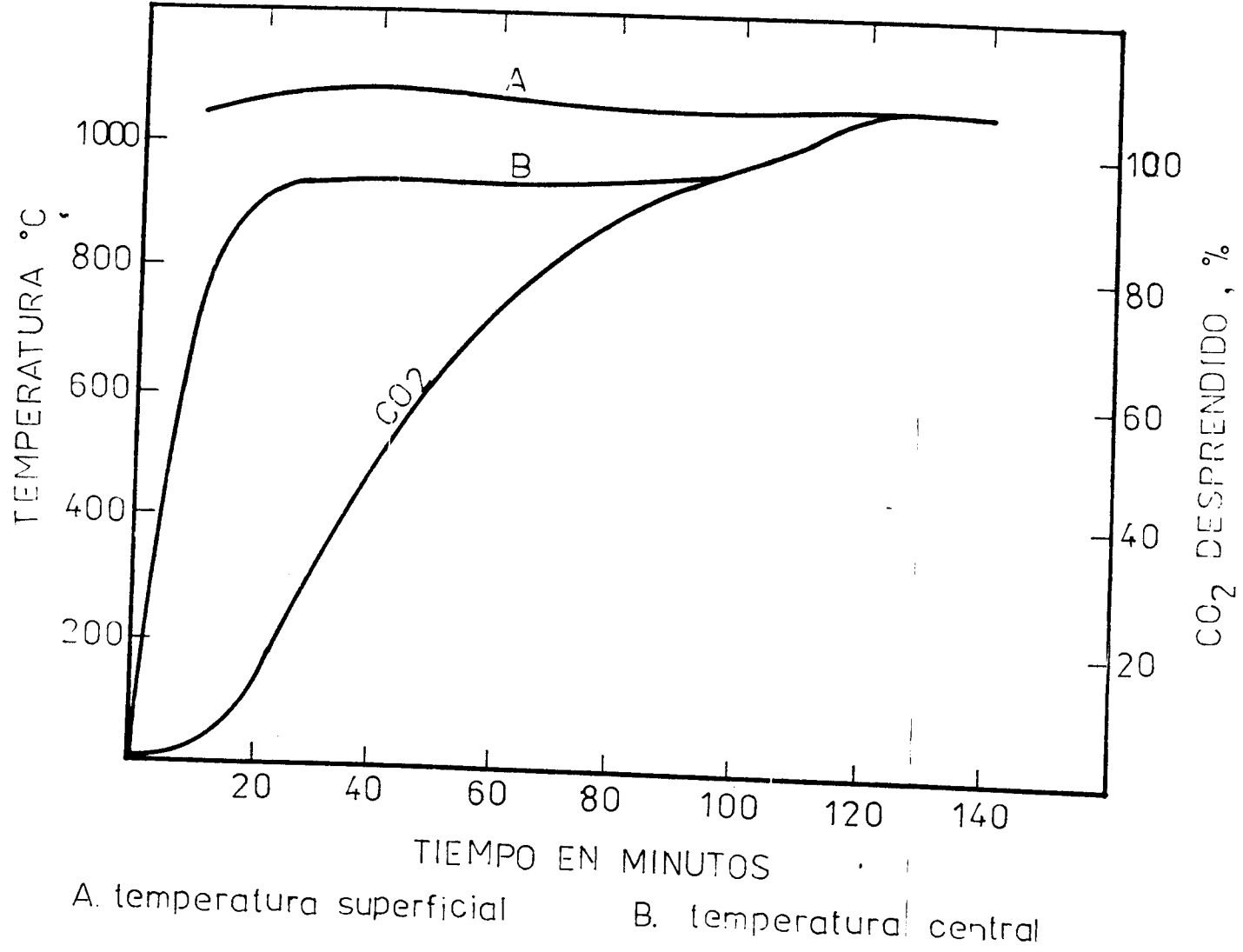


FIG. 1. Descomposición de la caliza de alto calcio a 760 mm. CO₂

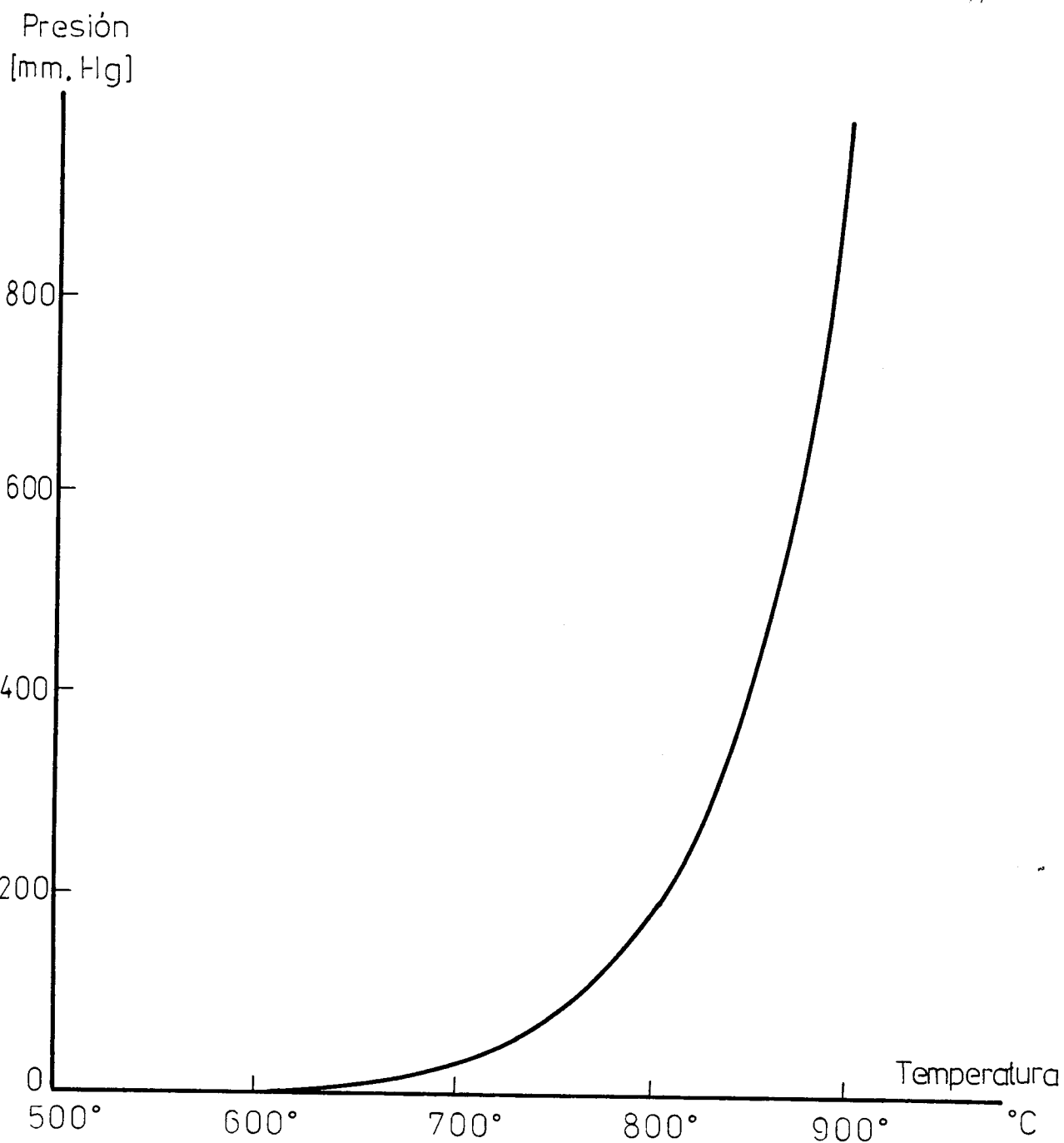


Fig. 2. Temperatura de Disociación Vs. Presión de CO_2 para Carbonato de Calcio.

Cuando una carga de piedra se quema sin remoción mecánica del CaO que se va formando, esto crea como una concha alrededor de un núcleo inalterado y la reacción interfaces se produce interiormente a través de la carga como una superficie finamente definida, la cual debido a la alta proporción de esquinas y salientes, tiende a reducir el núcleo a una configuración esférica. Tan pronto como la concha de cal toma espesor visible, el contenido de CO₂ en la reacción interfaces se eleva al 100%, que corresponde al incremento de la temperatura de disociación.

4.6.1.2 TASA DE DISOCIACIÓN.

Es una medida para el movimiento interior de la reacción superficial, este se incrementa con la temperatura. La tasa se determina de acuerdo a la figura 3. La curva A es la experimental; la curva B muestra por comparación otras tasas calculadas por la ecuación

$$R = (0.5254 T - 470.2) / 100$$

en la cual R es la tasa de movimiento interior de la reacción superficial en cm/h y T, la temperatura de la carga en °C.

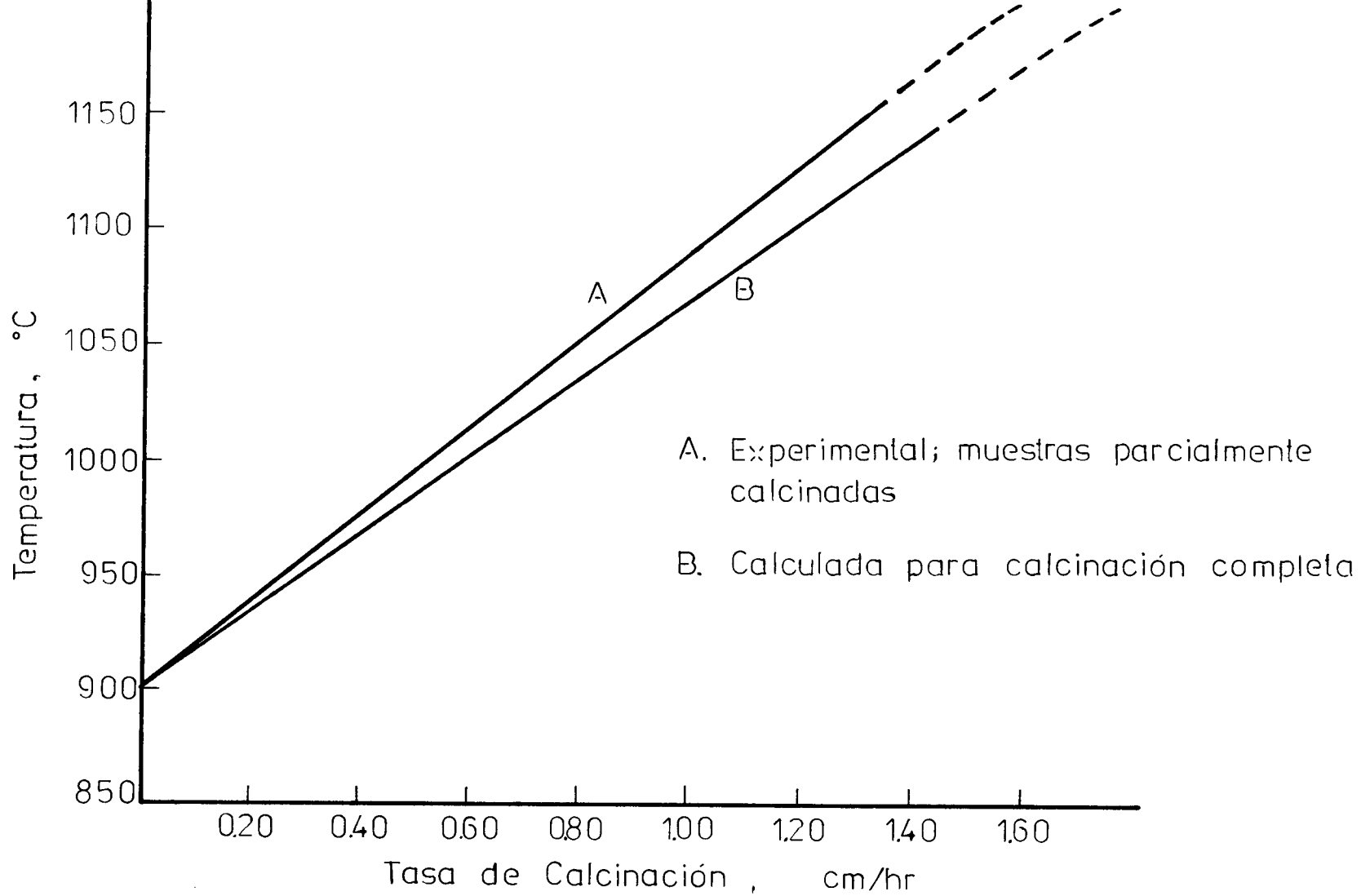


FIG. 3. Temperatura Vs Tasa de Calcinación a 760 mm. CO_2

4.6.1.3 TEMPERATURA DE CALCINACIÓN.

La natural correspondencia de la curva de tasa de temperaturas de operación del horno será tan alta como la carcaza lo permita, pero debería sin embargo ser modificada porque las temperaturas excesivas producen cales que se hidratan lenta e incompletamente. Tales cales son llamadas requemadas. La cal requemada es mas densa que la cal normal, la densidad mas alta corresponde al empaquetamiento cerrado de los átomos incidentes sobre los grandes cristales unitarios. Esta también contiene partículas anudadas entre si y ciertas partículas libre impregnadas con vidrios y/o conchas cristalinas compactas, películas, y gránulos que cierran los poros de la cal y evitan o previenen el acceso del agua en la hidratación. Estas películas, etc., se forman debido al hecho que en la práctica todas las piedras naturales contienen impurezas que contienen características ácidas (Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2), las cuales reaccionan a las temperaturas de calcinación con los óxidos básicos para formar componentes fundibles a estas temperaturas. La cantidad de tales componentes formados es mayor, si mayor es la cantidad de impurezas como se ve en la figura 4., y es mayor la temperatura.

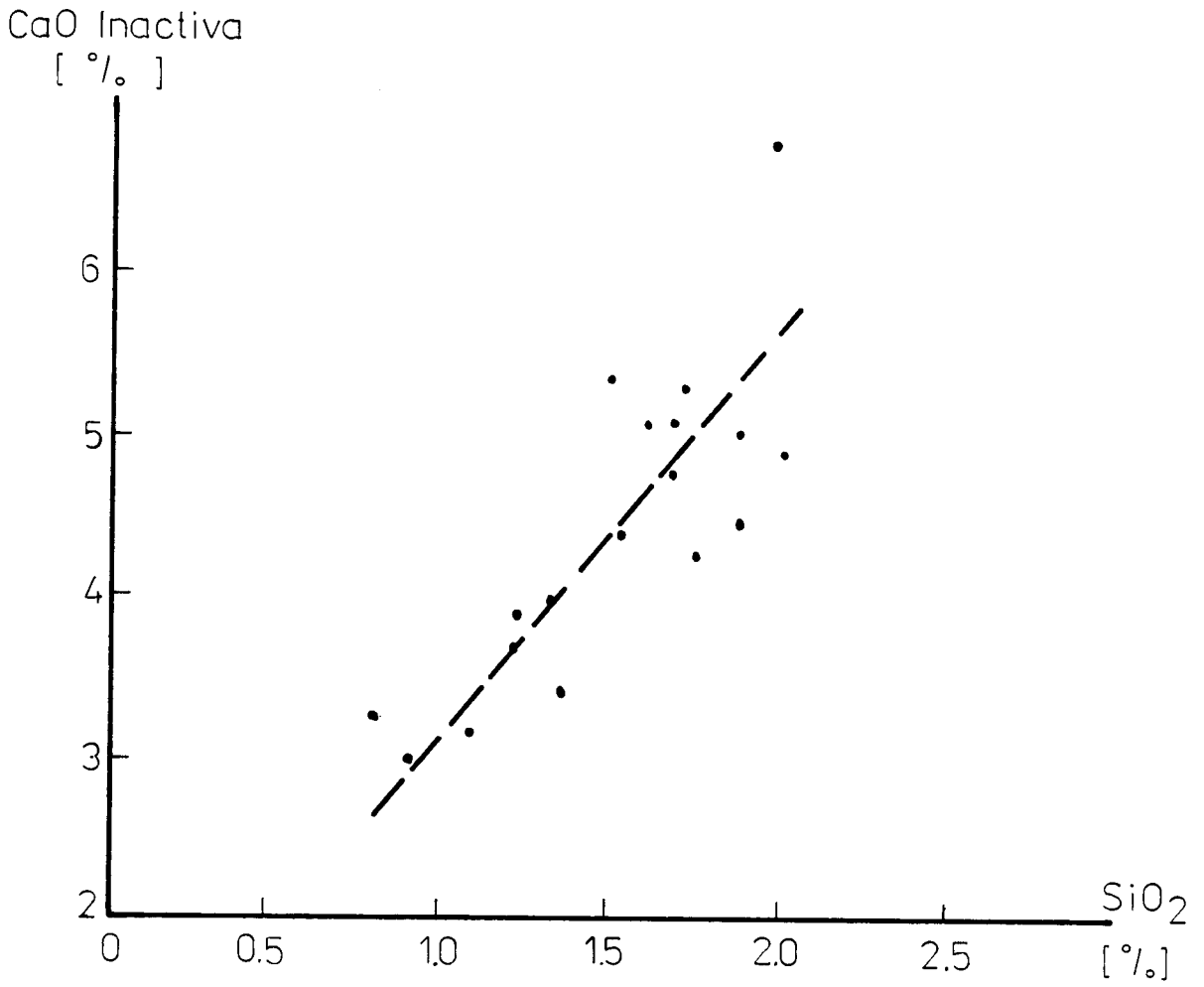


FIG. 4. Efecto de la Silice en la Producción de Cal Inactiva

No hay prácticamente quemado a 1000 °C, siempre que haya larga exposición.

Tales temperaturas de operación son un resultado del análisis económico entre el manejo de alta capacidad por unidad de quemado y la hidratabilidad de la cal resultante. Las temperaturas actuales de piedra de los hornos en operación no son conocidas, tales mediciones como han sido hechas son temperaturas de gas. El rango para quemado de piedra de alta calidad en hornos verticales esta entre 1250 a 1650 °C. En general, temperaturas para piedras pequeñas son menores que para material mas grueso, de una composición dada.

4.6.1.4 RECARBONATACION.

La RECARBONATACION ocurre cuando la cal a temperaturas sobre 500 °C, es expuesta en una atmósfera conteniendo CO₂. La reacción se produce incrementando tanto su velocidad como la temperatura de disociación, siendo sus medidas aproximadas. El horno se diseña para prevenir el contacto con el CO₂, además de enfriar la cal rápidamente dentro de los rangos de recarbonatación.

4.6.2 PROCESO.

4.6.2.1 HORNO VERTICAL.

El horno vertical consiste esencialmente de una chimenea, relativamente corta comparada con sus dimensiones horizontales; de sección cuadrada, circular u oval; con o sin conicidad interna. Las medidas para el calentamiento, carga de material, sistema de retención de piedra en el horno y sistema de descarga, también deben ser definidas.

4.6.2.2 TIRO.

Secciones típicas longitudinales son utilizadas con todas las formas de secciones transversales como se muestra en la figura 5. Cada una tiene sus ventajas y desventajas.

FORMA A : Usualmente circular, es de construcción barata, la carga cae libremente aunque hay sobrequemado considerable, y hay un mínimo de movimiento horizontal con trituración resultante; por otro lado, tiende a ocurrir canalización a lo largo de las paredes , provocando el apretamiento de la piedra en el quemado sumado al gran espacio inicial vacío en esta zona.

FORMA B : Con un máximo de conicidad de 1:30, no es muy común, dado que es innecesaria la ayuda a la caída de la carga, aunque se usa en casos excepcionales, se acentúa además la canalización de las

paredes y los movimientos horizontales comparado con el de pared vertical. Este es el tipo de tiro que se usará en el proyecto presentado, por las características de calidad del material.

FORMA C Y D : Son usados ampliamente en hornos de alimentación mezclada dado que tiene la doble ventaja de disminución del tamaño de alimentación y arreglos de descarga, y de espaciamiento de la carga en la zona de calcinación; el fondo convergente sin embargo agrava cualquier tendencia al sostenimiento.

FORMA E : Es la utilizada en quemado con gas, con la idea de disminuir la distancia horizontal desde la cual el bunker introducido al tragante debe penetrar, y en el encendido del horno, a fin de que la piedra y los gases calientes coincidan y de este modo garantizar suficiente calor uniforme en la zona de calcinación.

FORMA F : Con algunas modificaciones en la vía de salida y constricción , ha sido usada para una variedad de propósitos, para ayudar a la introducción de combustible sólido a través de la pared bajo el angostamiento; en los hornos de tipo de alimentado por arriba de alimentación mixta, para disminuir la segregación; en los tipos de hornos de encendido para la convergencia de corrientes opuestas como en la forma E. En general a fin de causar reordenamiento de la carga

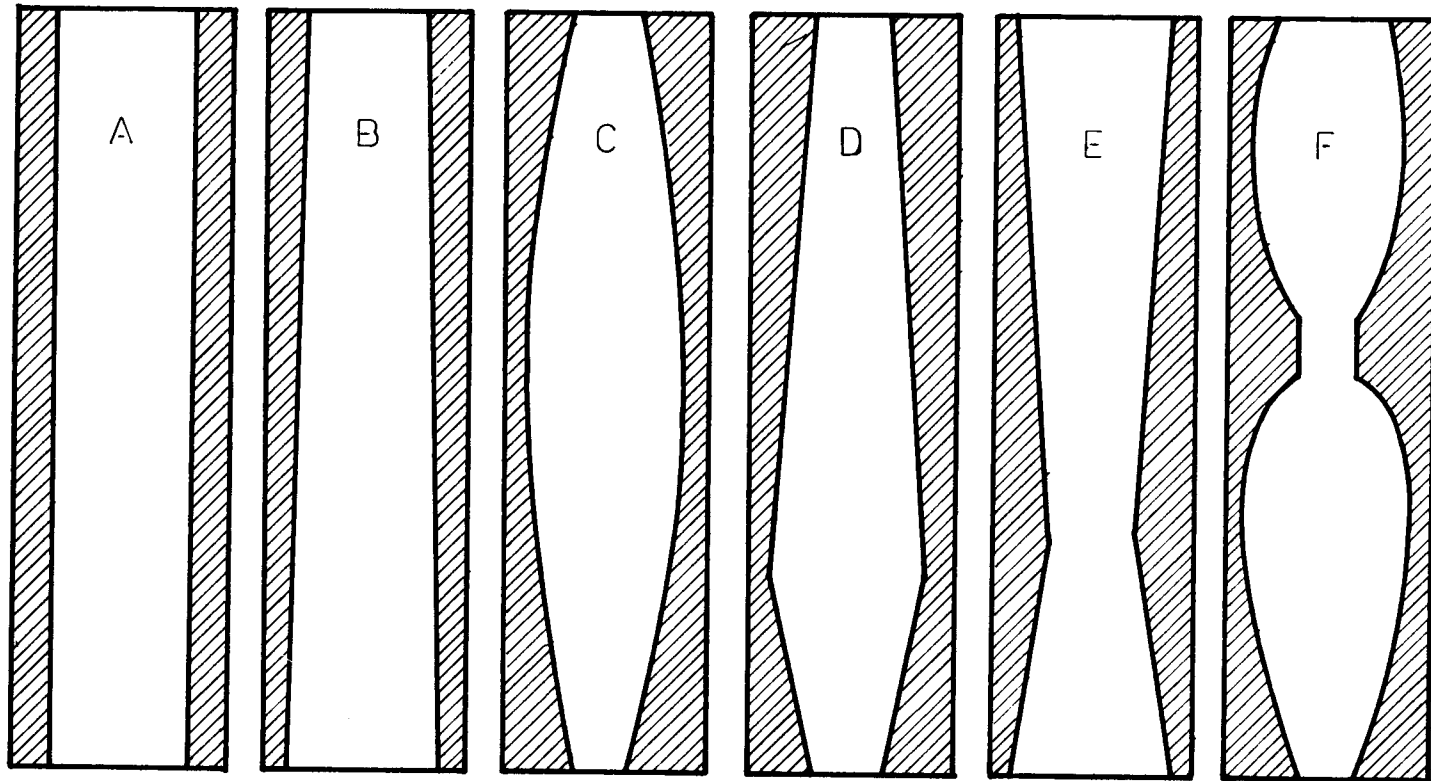


FIG. 5. SECCIONES LONGITUDINALES DE HORNOS VERTICALES

4.6.3 COMBUSTIÓN.

4.6.3.1 CALCINACIÓN.

Combustibles sólidos y volátiles son utilizados; quemados ambos con la carga o desde el exterior del horno. Con el quemado en el horno desde el exterior del combustible, en el caso de este proyecto, bunker, la llama entra a través de cuatro toberas a través de las paredes del tiro al fondo de la zona de calcinación; esto les posibilita penetrar horizontal y uniformemente en la masa de piedra limitada por las dimensiones horizontales del horno.

La práctica ha demostrado que la máxima distancia de penetración razonablemente uniforme en piedra de 6 pulgadas de tamaño es alrededor de 4.5 pies. La distancia disminuye rápidamente con piedra de tamaño entre 3" y 4", que es el caso del proyecto, siendo considerada la misma para fines de diseño en 3 pies.

Para evitar esta dificultad, en otros casos el combustible sólido, carbón por ejemplo es frecuentemente alimentado mezclado con la piedra, en el mejor de los casos peletizado (o si es cargado separadamente en la caída).

Los hornos que así operan son definidos como tipo de alimentación mezclada. La desventaja del calcinado en estos hornos, es que todas las cenizas se mezclan con la cal incrementando la tendencia al requemado, requiriendo la producción cribado posterior, incrementando inevitablemente el contenido de impurezas.

4.6.3.2 DIMENSIONES DEL TIRO.

El tiro consta de tres zonas aproximadamente definidas:

- 1) **Zona de precalentamiento**, que se extiende hasta abajo desde el nivel de carga a la altura a la cual la piedra inicialmente alcanza la temperatura de disociación.
- 2) **Zona de calcinación**, comprende el espacio en el cual la disociación ocurre activamente y se extiende verticalmente desde el fondo de la zona de calentamiento al fondo de la zona de combustión activa o de introducción de gases calientes.
- 3) **Zona de enfriamiento**, que se extiende desde el fondo de la zona de calcinación al punto de descarga.

La zona de precalentamiento debe tener suficiente volumen para permitir transferir a la piedra la mayoría de calor de los gases que vienen de la zona de calcinación.

La zona de calcinación debe tener suficiente volumen para mantener la piedra hasta que la calcinación sea completa.

La zona de enfriamiento debe ser lo suficientemente grande para mantener la cal hasta que por radiación o conducción su temperatura haya sido reducida a un punto que permita su manejo final sin enfriamiento adicional.

4.6.3.3 SECCIÓN CRUZADA.

La dimensión horizontal mas pequeña en la zona de calcinación de un horno de quemado con bunker, alimentado de material rugoso, no debe exceder 9 pies; los hornos de tipo alimentación mezclada pueden ser mas grandes, pero generalmente no lo son. La mayor dimensión horizontal en la zona de calcinación de 233 hornos verticales fue de 9 pies 8 pulgadas para hornos circulares; la menor dimensión fue de 4 pies 6 pulgadas. El diámetro promedio de 76 hornos circulares fue de 7.2 pies.

De 117 hornos elípticos, la máxima longitud fue de 16 pies; el máximo ancho 7.5 pies; la mínima corresponde entre 5.5 y 4.5 pies; los promedios fueron 6.8 a 5 pies.

Para el caso del presente proyecto se ha elegido un horno de 2.34 metros de diámetro exterior y 1.62 de diámetro de cámara excluyendo el refractario.

4.6.3.4 ALTURA DE LA ZONA DE CALCINACIÓN.

Esta altura juntamente con la sección cruzada, determinan el factor tiempo para una producción dada. Por estimación, caliza compacta de rango pequeño (p.e.= 2.7) puede ser tomada para tener una densidad de rendimiento de calcinado en volumen de 95 lb por pie cúbico; con caliza de alto rango, se podrán trabajar 100 lb o mas por pie cúbico.

El tiempo de calcinación en temperaturas de quemado normales para piedras de varios tamaños, esta dada en las figuras 6 y 7.

En el caso del proyecto presente estamos hablando de 2 horas en promedio para piedra entre 3" y 4". Datos similares basados en la ecuación de la tasa de disociación se muestran en la figura 8.

En base a estos datos el volumen de piedra calculado a manejar en el proyecto es de 2,472 lb por pie de altura por 24 horas de calcinación.

Este valor para la producción a obtener en el horno proyectado, determina que la zona de calcinación sea de 6 metros.

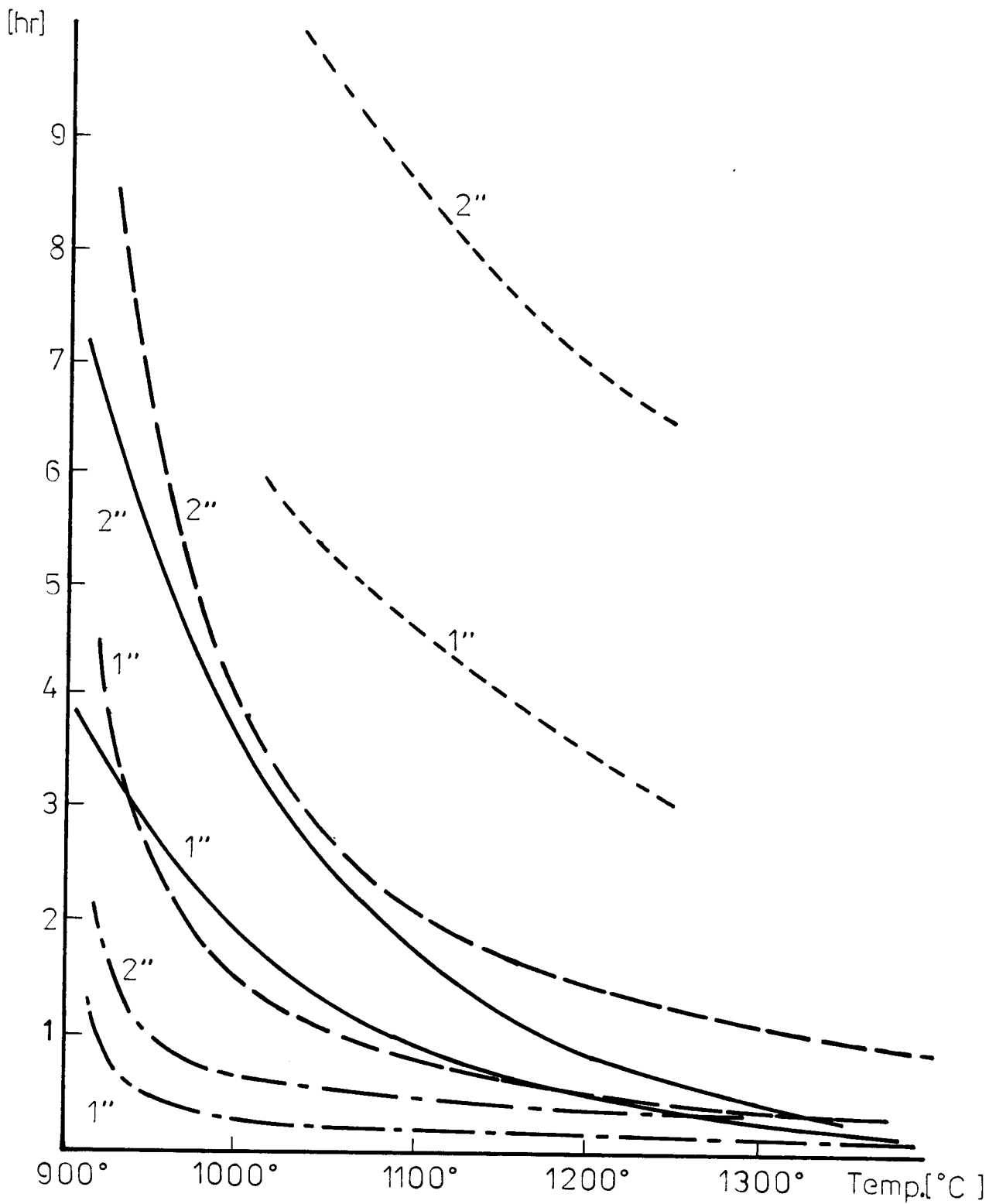


FIG. 6. Tasa de Calcificación. Piedra de 1" y 2"

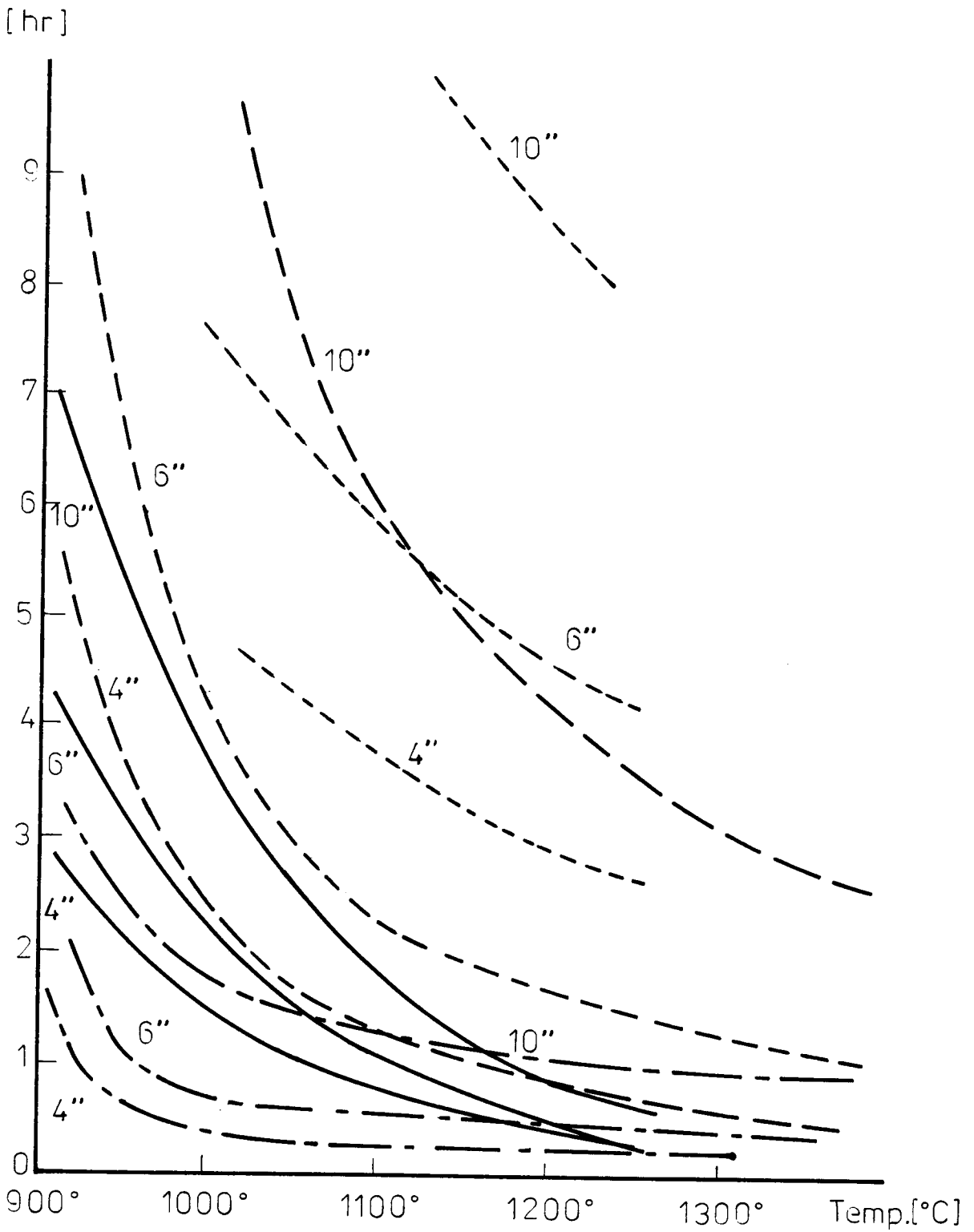


FIG. 7. Tasa de Calcinación. Piedra de 4", 6" y 10"

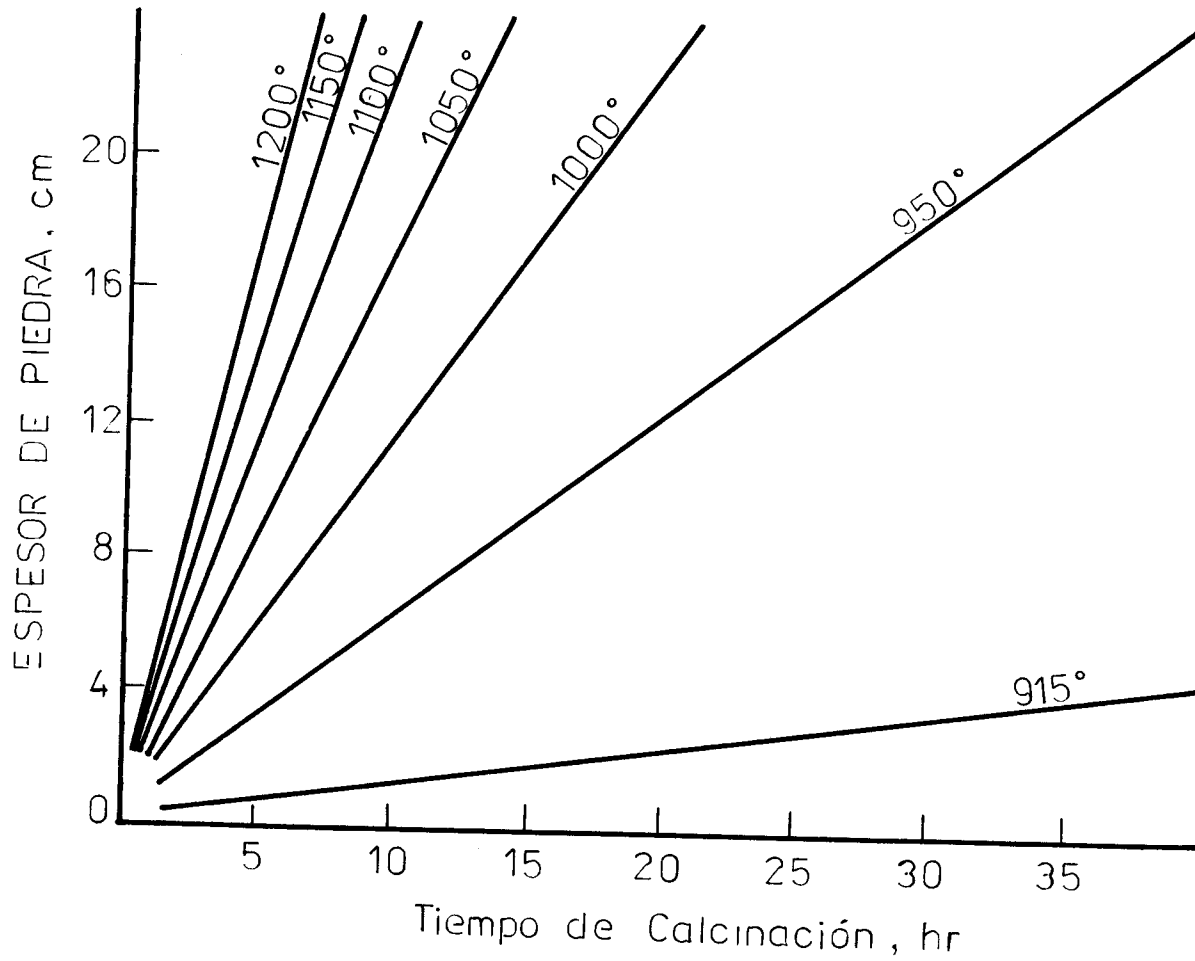


FIG. 8. Tasa de Calcificación Vs Temperatura y Espesor de Piedra; Caliza de Alto Calcio a 760 mm. CO_2 .

4.6.3.5 ALTURAS PROPORCIONALES DE LAS TRES ZONAS.

(Asumiendo lados substancialmente rectos).

Dependiendo de las cantidades de calor a ser transferido y las tasas relativas de transferencia, se estiman estas cantidades en la Tabla VI.

TABLA VI.

TRANSFERENCIA DE CALOR EN ZONAS DEL HORNO

VERTICAL (+)

ZONA	PRECALENTAMIENTO	CALCINACIÓN	ENFRIAMIENTO
ELEVACIÓN DE TEMPERATUR	900 C	200 C	1,100 C
CALOR ESPECIFICO	0.27	0.22	0.21
FACTOR DE CONVERSIÓN	3.2	1.8	1.8
CALOR DE DISOCIACIÓN		1,250	
BTU / lb de cal	778	1,329	415

(+) Asumiendo una temperatura de piedra de 1100 °C y el ciclo como de 0° a 0°C.

Las tasas de transferencia dependen de los diferenciales de temperatura entre la piedra y los gases acerca de lo cual poco o nada se conoce

excepto en lo alto del horno. De aquí que las alturas proporcionadas como estimadas de las cantidades de calor en la tabla anterior deben ser consideradas del todo aproximadas. La figura 9 representa otro enfoque del problema.

La altura máxima total de los 233 hornos reportados fue de 60 pies, mínimo 5 pies; promedio 20.6 pies, la temperatura de calcinación es usualmente alcanzada alrededor de 8 pies sobre las parrillas. Se resume que los factores que influyen en la altura del horno son: En un horno alto la transferencia de calor y consecuentemente la eficiencia del quemado es mejor; los sólidos caen mas uniformemente, la distribución de la alimentación es mejor y la descarga uniforme de toda la sección cruzada es mas fácilmente efectuada; los gases son mas fácilmente distribuidos y el flujo hacia arriba es mas uniforme. En los hornos cortos anchos el consumo de energía por elevación de la alimentación (y combustible) y por extracción es menor; hay menos tiempos muertos por daños; los costos iniciales y de mantenimiento (realineado) del horno son mas bajos, las perdidas por radiación son menores y el porcentaje de vacíos periféricos es menor. La tendencia moderna es hacia hornos altos.

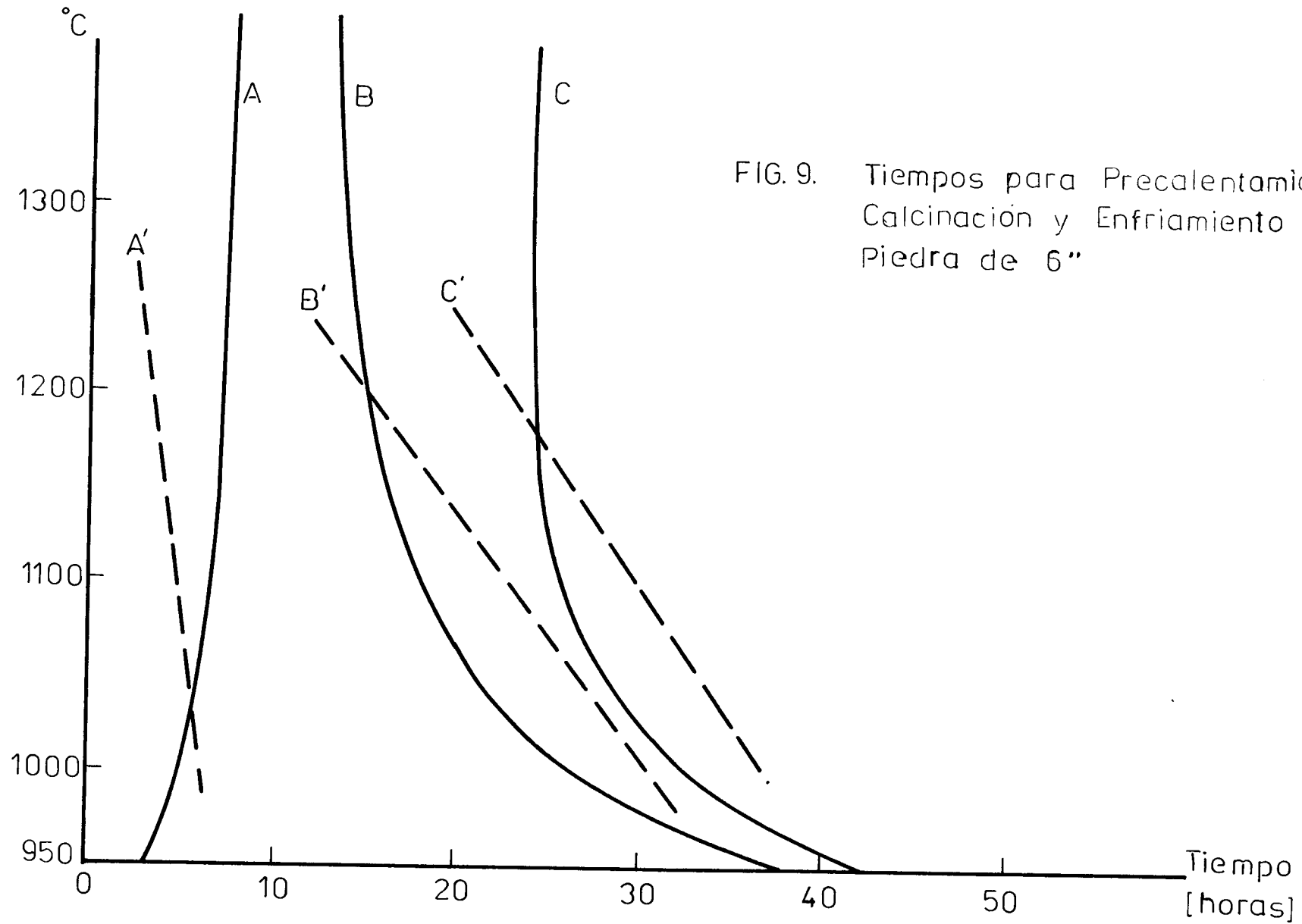


FIG. 9. Tiempos para Pre calentamiento, Calcinación y Enfriamiento en Piedra de 6"

En el caso del proyecto la altura del horno es de 12.2 metros en la cámara.

4.6.3.6 CAPACIDAD.

Un horno moderno de piedra de 6 pulgadas esta sobre 1 tonelada de cal por pie cuadrado de sección cruzada por 24 horas; con 3" de tiro. Piedra mas fina puede ser calcinada pero requiere mayor tiro. Sin embargo, se calcina mas rápidamente debido a que su mayor superficie de calor esta apropiadamente distribuida.

Piedra entre 5/8 - 3/16" se quema en un horno vertical de 14 (altura) x 4.5 x 7 pies a la tasa de una tonelada de cal por día, por pie cuadrado de sección cuadrada interior. La descarga es automática y continua. La temperatura de los gases de salida es 271 °C y la caliza a la descarga 57 °C. Podemos concluir que para una piedra de entre 3" a 4" , la producción será 1 ton de cal / 24 horas / pie cuadrado de sección cruzada interior, para un horno de 12.20 metros (40 pies) de altura x 1.62 metros (5.30 pies) de diámetro interior, que es el caso del definido en el diseño actual.

El revestimiento exterior o carcaza es comúnmente de acero; ladrillo o piedra, concreto reforzado también se usa.

El revestimiento interior es diferente en las distintas partes del horno y difiere también de acuerdo a la manera en la cual el horno se opera. Si el avance es relativamente continuo, la característica del revestimiento en la zona de precalentamiento debe ser principalmente la resistencia a la abrasión, y el ladrillo de arcilla apretado (ladrillo de pavimentar) o ladrillo de arcilla refractaria se usa comúnmente. La piedra de enchape puede ser usada, pero normalmente es más cara que el ladrillo.

El revestimiento en la zona de calcinación está sujeto a la corrosión por la cal, y a la abrasión como resultado del debilitamiento de la superficie por la caída de la carga. Los ladrillos de arcilla refractaria son usados comúnmente; bloques de cuarcita o ladrillos de alta sílice pueden también ser usados en una considerable extensión. Refractarios de alta alúmina están siendo usados pero estos se funden rápidamente con la cal a temperaturas por debajo de las temperaturas de quemado de algunas calces. El espesor es usualmente entre 8 y 18 pulgadas, en nuestro caso será de 18 pulgadas.

La zona de enfriamiento es revestida en la parte superior con el mismo material que se usa en la zona de calcinación; abajo de este punto el principal requerimiento es suficiente resistencia a la trituración para soportar el peso de los ladrillos superiores, dado que sostienen el peso total de ellos.

4.6.3.7 AISLANTE.

Las pérdidas de calor a través de las paredes del horno varían entre el 5 al 25% del total de calor suministrado, de acuerdo a la cantidad y carácter del aislante; el porcentaje basado en la zona de calcinación puede ser tan alto como del 50 al 60%. La amplitud con la cual el aislante es aplicado depende de las resoluciones correspondientes del balance económico entre el consumo de combustible y la vida del revestimiento. El problema surge solamente en la zona de calcinación, dado que hay exceso de calor en las otras zonas.

El aislante de la zona de calcinación disminuye la tasa de transferencia de calor hacia la superficie interior del revestimiento, con el resultado que este es elevado a la temperatura de reacción relativamente rápido con la cal. Algunos hornos han sido operados sin aislante cuando el combustible era barato, el revestimiento se descarga, cuando se llega al punto que falla por trituración. Con altos costos de combustible, sin embargo la tendencia es usar un buen revestimiento con refractario y un buen aislante. Los materiales aislantes usuales son ladrillo poroso, arcilla refractaria o tierra de infusorios, diatomita o rellenos fibrosos o granulados como arenas, cenizas de escoria, ladrillo quebrado, asbestos, y lana de escoria; cualquier material que se utilice debe tener suficiente resistencia a la trituración para poder acomodarse al revestimiento.

4.6.3.8 CARGA.

Los hornos pueden ser abiertos o cerrados en la parte superior, dependiendo del tiro necesario y del contenido de CO₂ en los gases.

Los hornos abiertos superiormente son usualmente construidos con algún acampanamiento exterior a suficiente distancia para almacenar de 24 a 48 horas el suministro de roca para superar cualquier corta interrupción en el abastecimiento

Los hornos cerrados en la parte superior requieren contar con entrada de alimentación impermeable a los gases con un alimentador tipo estrella o parecido, o por alguno en forma de alimentador de campana, figura 10. Comprende un tolva cónica o piramidal a), asegurada a la carcasa de acero b) del tiro del horno, una campana cónica o piramidal c), cerrando el fondo de a), por el movimiento hacia arriba o hacia abajo como se muestra, y guiada convenientemente con un vástago d) para cerrado seguro. La campana es comúnmente operada mecánicamente pero puede ser contrapesada por operación manual. El tubo e) conduce a una tobera o a una cámara de absorción. Cuando las toberas son usadas para tiro, deben estar hechas de manera que extensivamente converjan de las paredes del horno, con provisión para carga rápida a través de puertas.

4.6.3.9 ELEVACIÓN DE ROCA (Y COMBUSTIBLE).

El realizado de esta operación al piso de carga, puede ser por banda, en cuyo caso tolvas auxiliares de almacenamiento son comúnmente necesarias, o por vagones jalados por winches verticales al piso de carga, o por skips verticales o inclinados descargando directamente a la tolva de campana como es en el caso del proyecto presente.

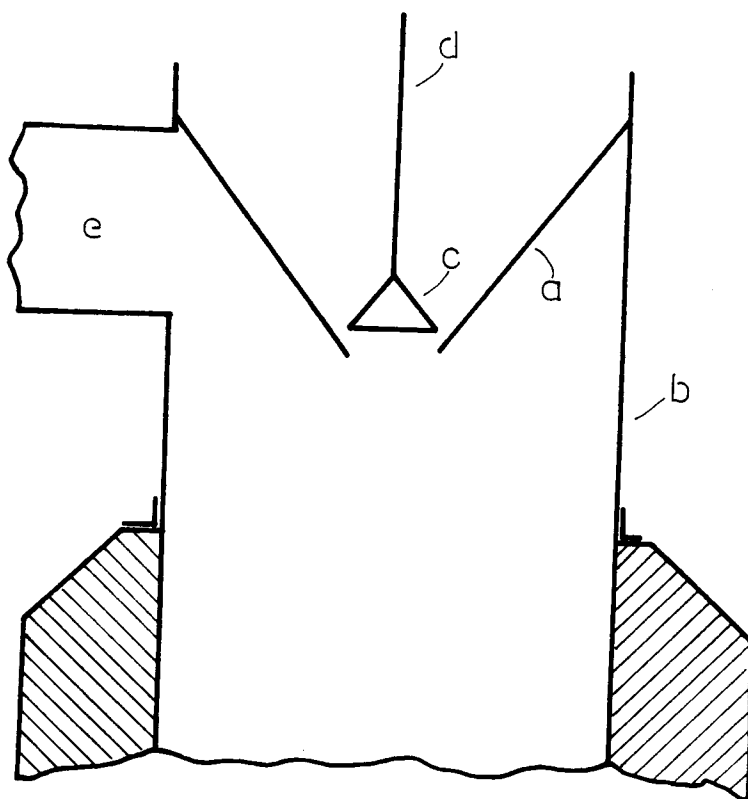


FIG 10 Diagrama de Alimentador de Campana para Horno Vertical

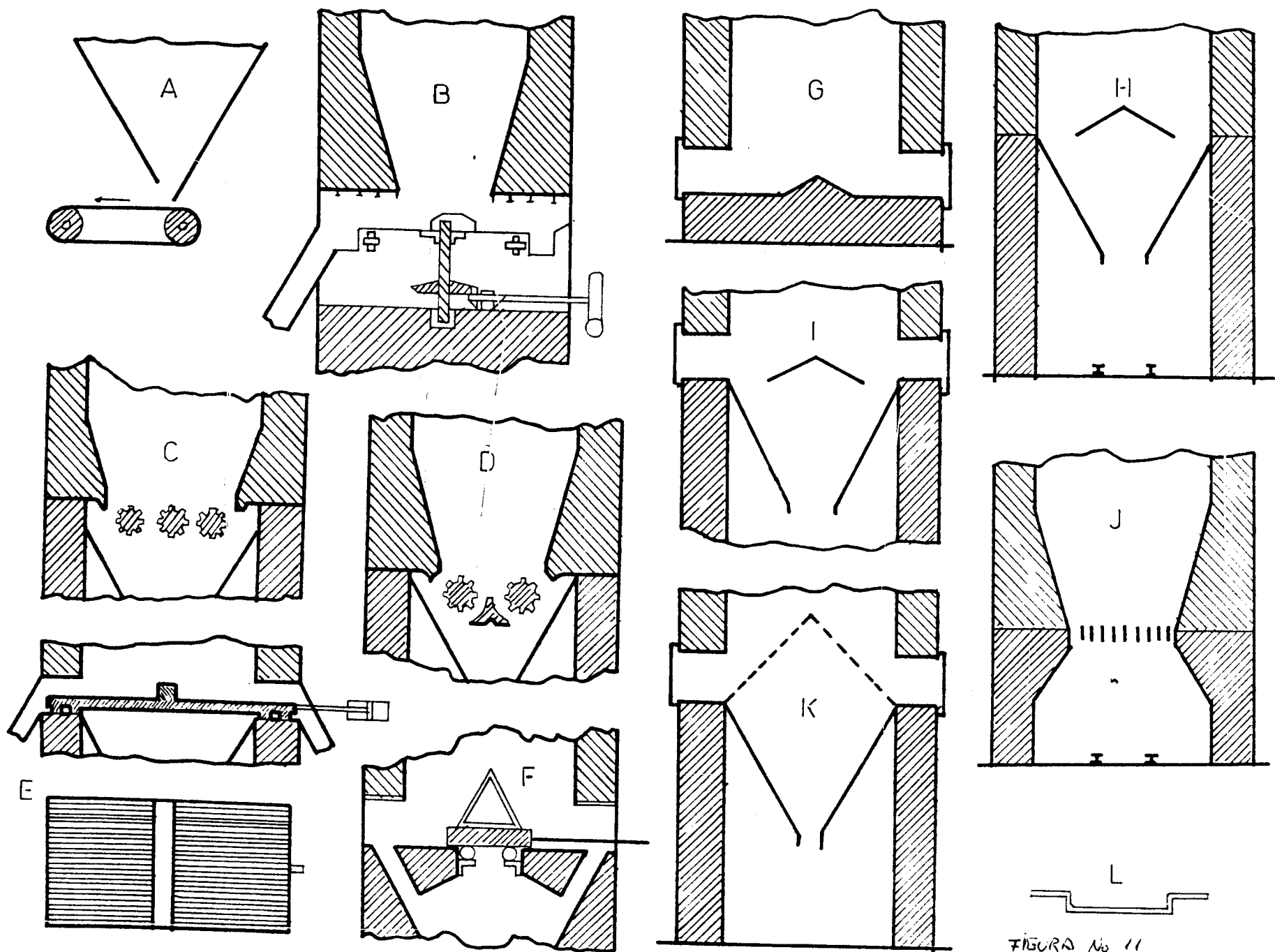


FIGURA No 11

4.6.3.10 DESCARGA.

Es efectuada por una diversidad de medios, un grupo de los cuales se grafica en la figura 11. Las formas A a F, comprenden en su orden, un alimentador de banda, una mesa giratoria, parrillas rotatorias, (C y D), una parrilla de vaivén (E), alimentador de vaivén (F) son para descarga continua. Las formas G, Y y J son para descargas intermitentes en hornos pequeños, el material es escarificado en G, barrido dentro de la tolva en Y y evacuado por giro o remoción de parrilla en J. En el caso de este proyecto, elegimos el tipo F, fijo sin vaivén.

4.6.4 COMBUSTIBLE.

El proceso Elred para quemado de hornos verticales, comprende la recirculación de una parte del gas de combustión (usualmente ubicado alguna distancia debajo de la parte superior de la piedra) a través de la parrilla del horno. El efecto es enfriar la parrilla, en parte por transferencia de calor, de allí al enfriador de aire, y en parte por enfriamiento de la cama por la reducción endotérmica de CO_2 en el gas de retorno a CO. Este quema otra vez sobre la cama, sirviendo para alargar la flama. El vapor alimentado bajo la tobera actúa simultáneamente siendo reducido a H_2 y CO; la cantidad requerida tiene un rango de 0.3 a 0.6 lb por lb de C. El efecto de la flama larga, es también reducir el factor de tiempo en el horno levemente.

4.6.4.1 OPERACION.

El tiempo de quemado con el combustible es controlado en el horno vertical por la tasa de salida. El tamaño de la piedra es importante desde un número de puntos de vista. En el horno vertical lo determina la resistencia al flujo del gas y consecuentemente la uniformidad de calentamiento y la energía que puede ser gastada en la producción del tiro. Lo grueso y lo largo de la piedra debe ser expuesto al calor para la calcinación completa, y el mayor diferencial de temperatura debe ser mantenido para llevar el calor de la superficie de la cal a la superficie del núcleo. Si la carga es bastante gruesa, las temperaturas superficiales deben ser altas, de manera que la superficie de la carga no se sobrequeime o al mismo tiempo no haya calcinación en el núcleo. El espesor usual máximo es de 6 pulgadas. Las alimentaciones a gran escala tienen menos volumen intersticial que la de pequeña escala, y retiene menos gas caliente (y menos calor) en operación que a pequeña escala. La alimentación a gran escala también ofrece mayor resistencia al flujo de gases. La alimentación fina de baja escala tiene pasajes interpartículas mas pequeños y tortuosos que la gruesa y también incrementa la resistencia al flujo de gas. En general 2.5 a 3" es el espesor mínimo de partícula para los hornos verticales. En el caso presente la piedra a alimentares deberá estar entre 3" y 4".

4.6.4.2 VELOCIDAD DEL GAS.

La transferencia de calor para una temperatura de gas dada es mayor cuando mayor es la velocidad del gas, ambas debido a la estrechez (o movimiento suave) de la capa estacionaria de gas en la superficie del sólido y además por el incremento del gradiente de concentración en el CO_2 . Consecuentemente las bajas temperaturas pueden ser ocasionadas y ocurrirá menos sobrequemado. Por otro lado mayor velocidad del gas requiere un incremento en el volumen de gas lo que trae como resultado simple de la combustión, una disminución de la sección cruzada de la corriente de gas en el horno o un incremento en el diferencial del tiro.

4.6.4.3 DISEÑO DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.

Envuelve primeramente consideraciones del tamaño y pureza de la cal a ser producida; el tonelaje a ser tratado; las características de alimentación; el combustible disponible; y si el CO_2 va a ser recuperado. La cal en trozos solo puede ser producida en hornos verticales; la cal de alta pureza requiere quemado con gas o petróleo. La capacidad diaria de los hornos verticales varía de 0.3 a 0.9 ton. de cal por pie de longitud, dependiendo del diámetro. Varía con el cuadrado del diámetro para hornos de la misma longitud.

El consumo de combustible promedio esta sobre 9'300.000 BTU por tonelada de cal (produciendo con gas) para hornos cortos, contra

8'000.000 BTU, en el horno largo, habiéndose reportado consumos menores a 320 lb de carbón por tonelada de cal (4'200.000 BTU por tonelada de cal). Se ha reportado además un horno largo con recuperación de CO₂ que requiere solamente 2'400.000 BTU por tonelada de cal, quemando polvo de carbón con alta economía de combustible. A pesar de estas ventajas, los costos de estos hornos son elevados debido a la mayor dificultad su manejo por las condiciones de tamaño.

La cal puede ser enfriada hasta 46 °C en los mejores sistemas de enfriamiento.

La recuperación de CO₂ impone la necesidad de un control de operación cerrada, si la concentración de CO₂ en el gas tiene que ser mantenida en un máximo. El combustible debe ser completamente quemado y debería tener un mínimo exceso de aire. Esto requiere alimentación uniforme (en hornos verticales bajada uniforme de gas); dosificación cerrada de combustible al sistema con alimentación regular de combustible y la cantidad mínima requerida de aire para la combustión completa; a través de una mezcla de aire con combustible en la zona de calor; y una disponibilidad de gas de principio a fin. En el caso del presente diseño la alimentación de combustible se realiza a 20-24 BAR mezclado con agua a 150 PSI.

Adicionalmente debería suministrarse un buen aislante, para máximo intercambio de calor entre la alimentación de materia prima y gas de salida, y entre el aire de entrada y la descarga de caliza, dado que ambas cosas ayudan a la mayor eficiencia de combustible y en consecuencia la reducción de la proporción de N a CO₂ en los gases de salida. El aislante disipa este efecto negativo en el revestimiento, es importante este desde el mismo punto de vista.

4.6.4.4 EFICIENCIA TERMICA DEL HORNO.

La figura 12, presenta un método de esquematizar la distribución de calor consumido en el horno y de esta manera nos lleva a un concepto de eficiencia. Las pérdidas por razones del calor latente del agua formada por la combustión del hidrógeno en el combustible es relativamente alto en los combustibles gaseosos, bajo en el coke e intermedio con el bunker. Este calor nunca juega ninguna función en ninguna parte del horno, y es por esto que esta dibujado como que se desprende de la corriente de calor, antes de que este entre al horno. Por la misma razón el calor no quemado en el combustible sólido, o que se desprende del horno como CO, es dejado afuera.

Los dos ramales principales de la corriente dibujada dentro del horno, representan calor en una intensidad bastante baja para efecto de calcinación (hacia arriba) y calor a la temperatura de calcinación (o

sobre ella). La baja intensidad de calor en parte es utilizada en el suministro de calor sensible a la piedra y en parte es perdido en la salida de gases y por radiación de la sección de precalentamiento. El calor sensible impartido a la piedra es después de la descomposición en los productos de descomposición. Este es retornado en el CO_2 completamente en la corriente de calor como una parte de la corriente de gas cuando la disociación ocurre en la zona de calcinación. Este retorna en la cal o no, de acuerdo a la extensión de recuperación en el horno o enfriador. El calor de alta intensidad va a lo largo en dirección de la reacción de disociación. Una parte va dentro del calor sensible de la cal, el cual ha tenido que ser calentado sobre la temperatura normal de disociación, a fin de dirigir el calor a los núcleos. Una pequeña parte de calor escapa a la zona de precalentamiento, de acuerdo al tipo de horno y a la manera como es operado. Una parte de calor se pierde como radiación de la zona de calcinación.

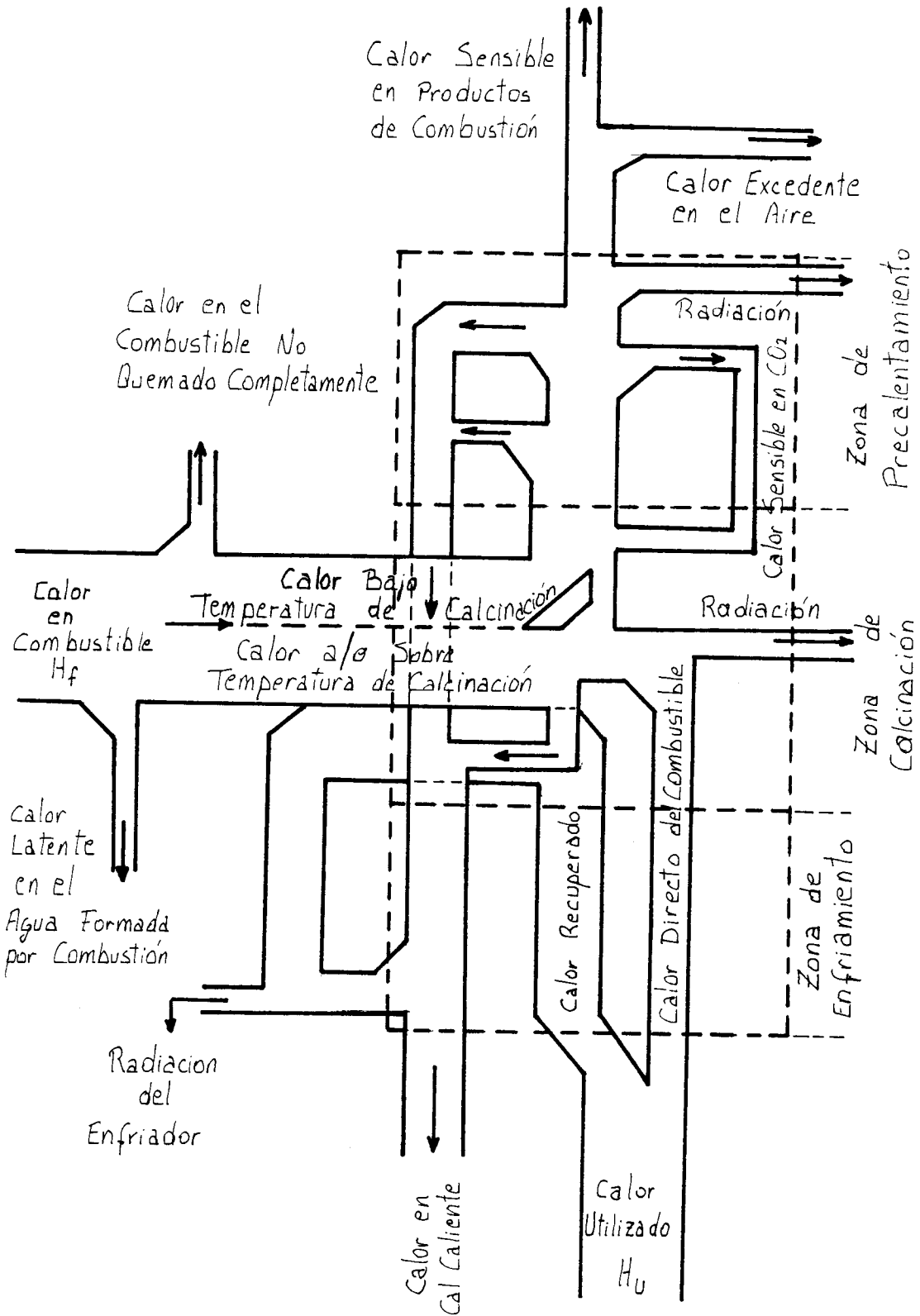


FIG.12. Eficiencia de un Horno de Cal

La eficiencia térmica tiene varias maneras de estimarse. El método práctico es estimar las cantidades de calor requeridas para llevar la piedra a la temperatura de calcinación y efectuar la calcinación, dividiendo este valor por la cantidad de calor en el combustible usado, tenemos:

$$E = \frac{H_u}{H_f}$$

Los resultados obtenidos están alrededor del 50% abajo de los promedios de las reacciones cal : combustible.

El método convencional es deducir del calor teórico, una o más de las cantidades siguientes: calor en salida de gases, calor ganado en calorimetría del carbón por condensación del agua formada por combustión, una pérdida mínima por radiación para una carcasa aislada (5-6%) y el calor contenido de una cal bien enfriada; de esta manera hallando la diferencia respecto al calor usado introducido, se obtiene una eficiencia en el orden de 75-85%.

4.6.4.5 REQUERIMIENTO DE COMBUSTIBLE.

Puede ser estimado de los promedios de las relaciones combustible:cal de la práctica, o por estimación teórica de la demanda neta de combustible además de aplicar un factor de eficiencia. Resultados de

pruebas nos definen que la relación combustible:cal para la calcinación en el horno vertical del proyecto, quemando un buen bunker es de 1: 2.5 a 4. Para el caso del proyecto, se usarán 12 galones de bunker por hora utilizando para ello cuatro quemadores contruidos según diseño. Esto equivale a un consumo de 14 galones de bunker por tonelada de cal.

El calor requerido es la suma de :

- a) el calor necesario para elevar la piedra de la temperatura atmosférica a la temperatura de disociación (Ver figura 3; calor específico, figura 13);
- b) el calor de disociación a esta temperatura (- 38,900 cal/mol).
- c) El calor requerido para elevar la temperatura de la cal de la temperatura de disociación a alguna temperatura entre esta y la temperatura del gas en la zona de calcinación. Figura 13;
- d) el calor sensible del agua en la alimentación de la temperatura atmosférica al punto de ebullición (calor específico = 1.0),
- e) el calor latente de evaporación (966 BTU/lb de cal).
- f) el supercalor de agua a la temperatura de salida del gas.

g) se añade una holgura por pérdidas por radiación (5 a 25%). Se deduce de este total.

h) El calor recuperado en el enfriamiento del CO₂ desprendido de la temperatura de disociación a la temperatura del gas de salida, (calor específico = 0.23) y,

y) el calor retomado en el enfriamiento de la cal producida cuando hay una recuperación dada.

La diferencia es el calor total requerido bajo condiciones ideales por unidad de peso elegida. Se añade alrededor del 10% por pérdidas y variaciones no medidas en la operación. Para determinar el combustible requerido, se divide esta cantidad final por la eficiencia térmica decimal elegida.

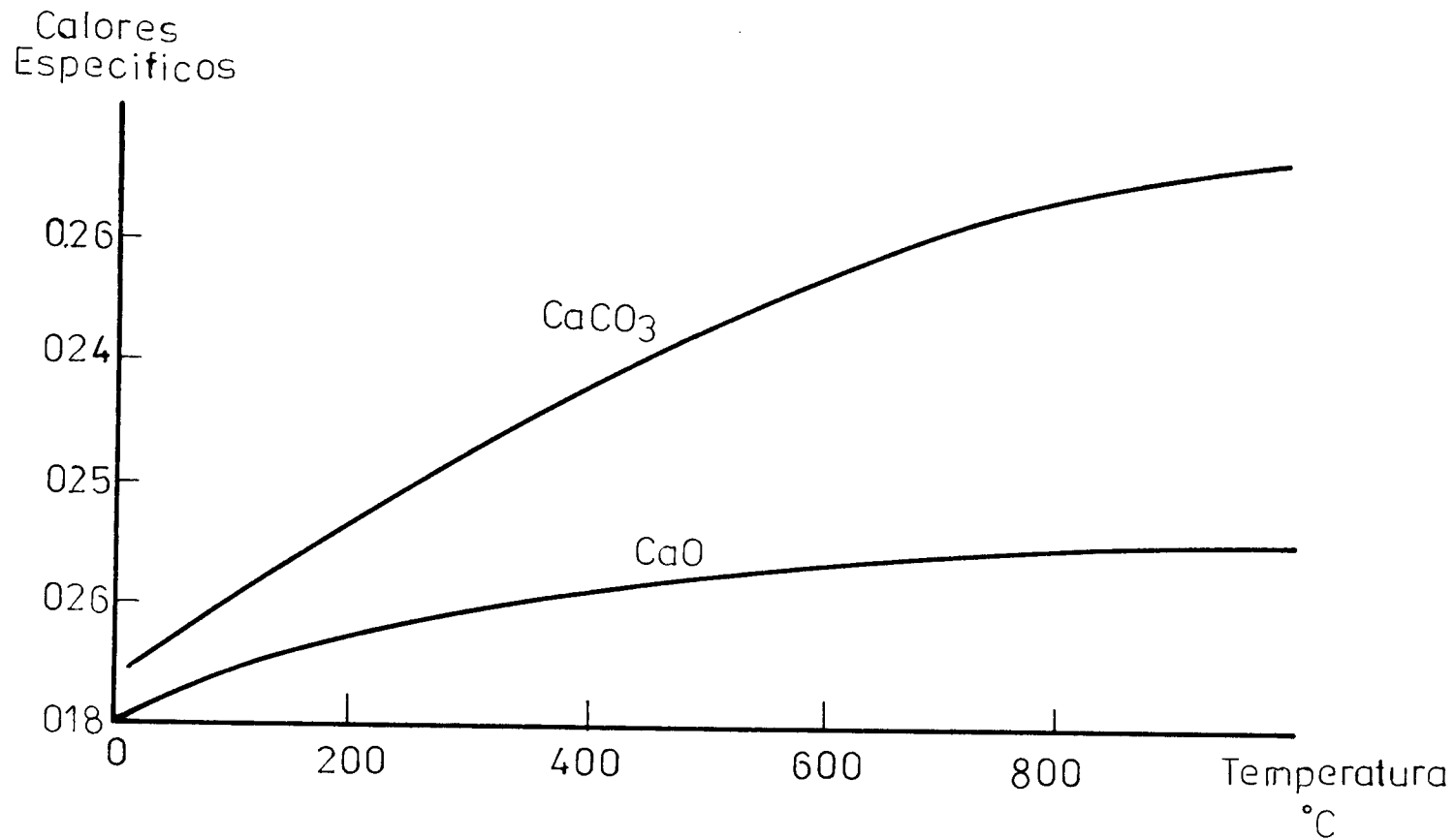


FIG.13. Calores Especificos Medios de CaCO_3 y CaO

4.6.4.6 COSTO.

El costo de la planta incluyendo trituración, cribado, horno, enfriadores, molienda, transporte, accesorios e hidratación es de \$ 15,000 por toneladas de cal / día. El consumo de combustible para la planta que estamos diseñando es de 100,000 galones de bunker al año a los costos actuales nos da un costo de dólares al año, lo que equivale a gastar en combustible el valor de la planta cada tres años. Por tanto deberá ser materia fundamental en el futuro de la operación minimizar el consumo de energía en la planta de cal a través de la optimización del uso y aprovechamiento de la misma.

4.6.5 DISEÑO MECANICO.

(ANEXO P)

4.6.6 PLANO CONSTRUCTIVO.

(ANEXO P)

4.7 SERVICIOS REQUERIDOS.

4.7.1 ENERGIA ELECTRICA.

(ANEXO P, F.1, F.2)

4.7.2 AGUA.

(ANEXO P, F.2)

4.7.3 COMBUSTIBLE.

(ANEXO P, F.2)

4.7.4 VAPOR.

(ANEXO P, F.2)

4.7.5 AIRE COMPRIMIDO.

(ANEXO P, F.1)

4.7.6 DIMENSIONAMIENTO.

(ANEXO P)

4.8 DISTRIBUCION DE EQUIPOS.**4.8.1 TIPO DE EQUIPOS.**

La descripción de toda la maquinaria y equipo están en el Anexo F.2.

4.8.2 PRECIOS UNITARIOS.

Los precios unitarios son los indicados en el Anexo H.4.

4.8.3 VALOR TOTAL.

\$ 226,000 dólares.

4.8.4 GASTOS DE TRANSPORTE INTERNO.

\$ 2,000 dólares.

4.8.5 GASTOS DE INSTALACION Y MONTAJE.

\$ 8,000 dólares.

4.9 EQUIPO DE APOYO REQUERIDO.

(Anexo F.1, F.2)

4.10 PRODUCTIVIDAD Y RENDIMIENTOS.

4.10.1 CALCULO DEL TONELAJE DE PRODUCCION.

Tenemos una caliza con una ley del 92% de CaCO_3 y un poder de calcinación del 97%. Para una explotación inicial de 100 TON/ DIA, de acuerdo a las reservas de material la vida de la mina sería de por lo menos 20 años.

Si : $X = \text{Ley de la Caliza} = 92\%$
 $Y = \text{Poder de Calcinación} = 97\%$
 $P = \text{Peso de CaO Libre}$
 $P' = \text{Peso de la Cal Hidratada}$

entonces:

$$P = 1000 - 0.044 * X * Y = 607.3 \text{ kg. CaO}$$

$$P' = 1000 - 0.026 * X * Y = 768.0 \text{ kg. Ca(OH)}_2$$

$$\text{Cal Libre} = \frac{5.6 * X * Y}{1000 - 0.044 * X * Y} = 82.3\%$$

$$\text{Oxido Total} = \frac{560 * X}{1000 - 0.044 * X * Y} = 89.4\%$$

$$\text{Hidróxido de calcio} = \frac{5.6 * X * Y}{1000 - 0.026 * X * Y} = 65.5\%$$

A continuación, en la figura 14, en base a estos parámetros se define la cantidad de cal producida, o productividad por tonelada de caliza en el horno vertical.

4.10.2 USO Y DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO.

En relación al uso y disponibilidad del equipo, se utilizan 4 factores para medir la operación de cada equipo y maquinaria en la cantera, los cuales son calculados mensualmente y comparados con los meses anteriores, haciéndose además cada mes el cálculo del factor general o resumen para todo el equipo. Las variables utilizadas son : Horas trabajadas, Horas en reparación, Demoras operativas, Equipo a disposición u horas paradas, y horas totales programadas.

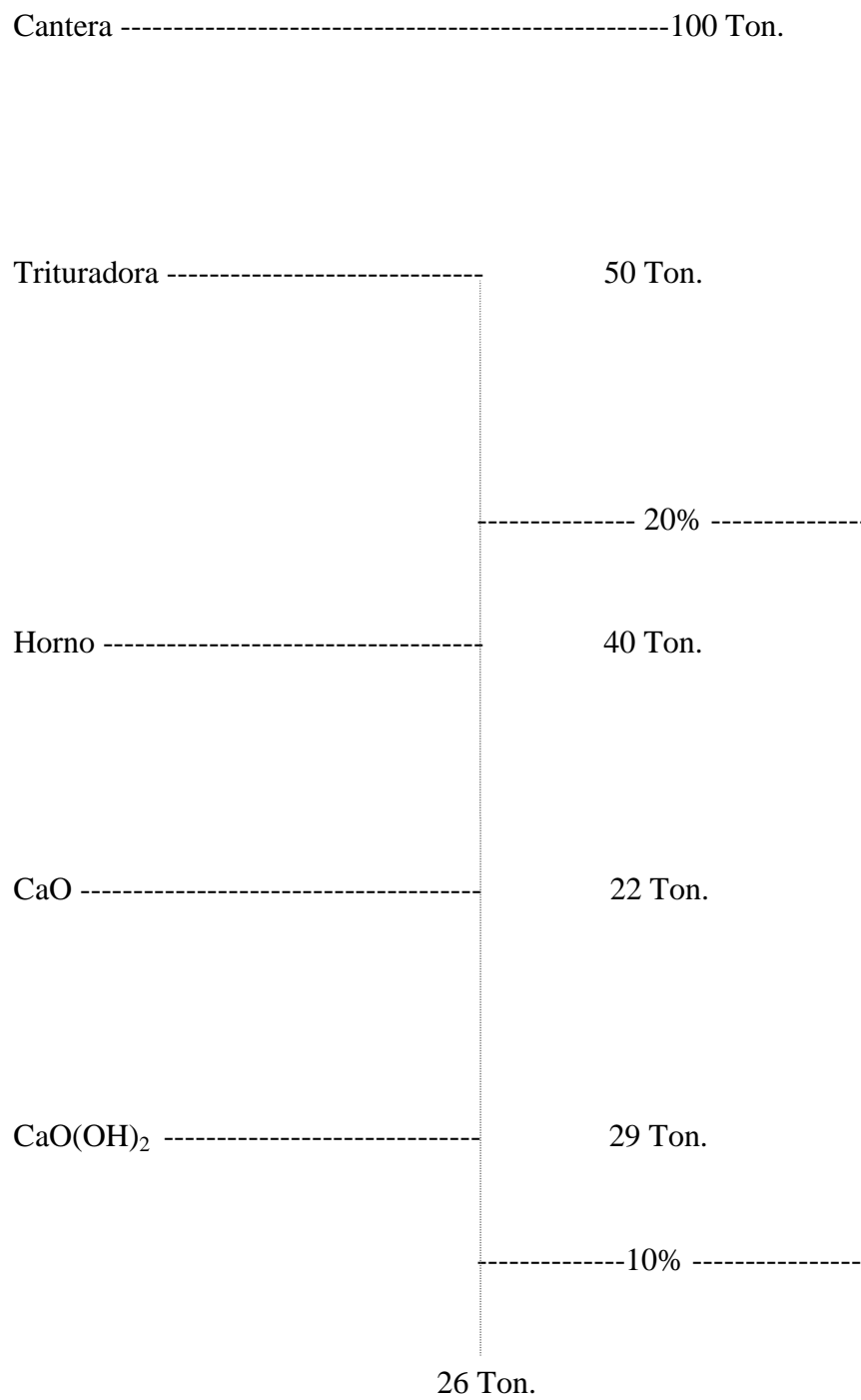


FIGURA 14: CAL PRODUCIDA EN EL HORNO VERTICAL

A) DISPONIBILIDAD MECÁNICA : Determina el tiempo perdido por razones mecánicas :

$$\frac{\text{Horas trabajadas} + \text{Demoras Operativas}}{\text{Horas en reparación} + \text{horas Trabajadas} + \text{Demoras Operativas}} \times 100$$

Para el equipo de la cantera, este factor deberá estar por lo menos en el 80%.

B) DISPONIBILIDAD FÍSICA : Nos determina la disponibilidad operacional total, incluyendo tiempos perdidos.

$$\frac{\text{Demoras Operativas} + \text{Horas Trabajadas} + \text{Equipos a Disposición}}{\text{Total de horas programadas}} \times 100$$

Para el equipo de la cantera, este factor deberá estar por lo menos en 80% en el año.

C) USO DE DISPONIBILIDAD O EFICIENCIA OPERATIVA : Elemento de la administración para establecer el uso efectivo del equipo.

$$\frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Trabajadas} + \text{Demoras Operativas} + \text{Equipo a Disposición}} \times 100$$

Para el equipo minero, en general este factor debe estar en el 80%.

D) UTILIZACIÓN EFECTIVA DE DISPONIBILIDAD : Porcentaje total de uso del equipo relacionando horas de operación entre el total de horas.

$$\frac{\text{Demoras Operativas} + \text{Horas Trabajadas}}{\text{Total de Horas Programadas}} \times 100$$

En la cantera el factor de utilización efectiva del equipo debe ser por lo menos del 80%.

4.11 PROGRAMA DE TRABAJO.

4.11.1 COSTO DE PRODUCCIÓN.

El costo unitario de producción por tonelada será de \$ 55.89 dólares. (Anexo H.4).

4.11.2 MATERIA PRIMA.

4.11.2.1 DENOMINACIÓN.

PIEDRA CALIZA

4.11.2.2 COSTO UNITARIO EN LA PLANTA.

El costo unitario en la planta es de \$ 12 dólares por tonelada de piedra alimentada al horno.

4.11.2.3 CONSUMO POR PRODUCTO EN PLANTA.

El consumo por día es de 50 toneladas de piedra caliza.

4.12 ASPECTOS Y REQUERIMIENTOS LEGALES.

De acuerdo al artículo 46 de la Ley de Minería, los titulares de concesiones de explotación pueden instalar y operar plantas de beneficio, fundición y refinación, al amparo de sus concesiones, sin necesidad de solicitar autorización para su instalación y operación, siempre que dichas plantas se destinen a tratar los minerales de las mismas. Por lo tanto, dado que los trabajos se realizarán sobre el mineral caliza del yacimiento de la concesión “G - 92”, el proyecto esta inmerso en esta situación.

Igualmente deberán presentarse semestralmente informes de las actividades conjuntamente con un resumen de las inversiones y trabajos realizados, la producción obtenida y los resultados tecnológicos de la operación a la Dirección Nacional de Minería, de acuerdo al artículo No 47 de la misma Ley.

En general el proyecto esta inmerso en el capítulo IV y V del Título III de la Ley de Minería. Igualmente se sujetará a las normas tributarias constantes en las disposiciones pertinentes del Título IX de esta Ley.

Los titulares de plantas de beneficio fundición y refinación gozan de los derechos a que se refiere el Título IV, Capítulos I y II, y están sujetos al cumplimiento de las obligaciones establecidas en el Título V de la Ley de Minería, en lo referente

principalmente a la preservación del medio ambiente, para lo que deberá realizarse un Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar, y compensar los impactos ambientales y sociales derivados de sus actividades, estudios que deberán de ser aprobados por la Subsecretaria del Medio Ambiente del Ministerio de Energía y Minas.

En lo que tiene que ver con las construcciones civiles no es necesario tramitar el permiso de construcción correspondiente en el Organismo Municipal puesto que los trabajos se hayan amparados por la Ley de Minería.

En lo referente a las instalaciones eléctricas los mismos deberán ser canalizados bajo las normas de la Empresa Eléctrica del Ecuador, de ser el caso.

En lo relacionado al uso de agua potable para las instalaciones administrativas, se recurrirá a EMAP-G, dado que el resto del agua para el proceso, es agua tipo industrial transportable por tanqueros o directamente de la tubería del agua potable.

CAPITULO V

ORGANIZACIÓN Y SEGURIDAD.

5.1 ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA.

Se plantea en el siguiente flujo la organización administrativa de la empresa, compuesta de diversos departamentos desarrollando cada uno actividades diferentes, y sin interponerse en las decisiones de otros departamentos. (Anexo B).

5.2 INGENIERÍA DE SEGURIDAD.

La ingeniería de seguridad es una herramienta de gestión, pasando a formar parte de las operaciones de la empresa, para obtener resultados que garanticen la supervivencia de la organización empresarial, sin pasar por alto que cualquier motivación no afecte la integridad física ni mental del trabajador.

5.2.1 ESTADÍSTICAS.

El propósito de estudios estadísticos de accidentes de trabajo es la medición del desempeño de seguridades o la separación de elementos asociados a accidentes o heridos. De mucha ayuda puede servir la determinación del horario de la ocurrencia de accidentes, comparaciones con otras industrias similares, etc.

El buen uso de esta información permitirá determinar si un peligro o combinación de peligros ha sido controlados, si se extiende la ocurrencia de un tipo de accidente y la efectividad de los esfuerzos de seguridad. Los dos términos estadísticos de seguridad a utilizar son frecuencia y severidad. Frecuencia se refiere a la relación en que heridas o dolencias ocurren y se las establece como heridas por un millón de horas - hombre de exposición en el trabajo. Severidad se refiere al total de días de para por un millón de horas - hombre de exposición en el trabajo.

NHD : Número de heridas discapacitantes

DTH : Días totales de discapacidad

THHET : Total horas - hombre de exposición en el trabajo

$$\text{FRECUENCIA} = \frac{\text{NHD} \times 1.000.000}{\text{THHET}}$$

$$\text{SEVERIDAD} = \frac{\text{DTH} \times 1.000.000}{\text{THHET}}$$

Además se llevarán archivos detallados de costos directos e indirectos de manera individual y colectiva. Así, se podrán evaluar y determinar las políticas de seguridad, selección de planes de seguros, predicciones de costos futuros, etc.

5.2.2 CONTROL Y MEDIDAS

Los datos estadísticos, sin un manejo y análisis de los mismos son de poca utilidad, además podrán sucederse diversas situaciones de riesgo en potencia, accidentes menores, que no entrarán en los datos estadísticos, lo cual no implica que no deban tomarse en cuenta. Así se realizará una reunión cada dos semanas en las cuales se analizarán todas estas situaciones y se dictarán normas y medidas para subsanar malos procedimientos que llevan a situaciones de riesgo o accidentes.

5.3 NORMAS Y REGULACIONES APLICABLES.

Debido a la variedad de cales aprovechables y sus diferentes propiedades químicas y físicas hay un sinnúmero de especificaciones de cal en los diferentes usos y campos de aplicación.

Las normas INEN y ASTM conocidas son las siguientes:

Especificaciones ASTM.

C5 Cal Viva para propósitos estructurales.

- C6 Cal Hidratada de acabado normal (Tipo N).
- C45 Cal para cocer hilachas en la fabricación de papel.
- C46 Cal viva y caliza para sulfito en la fabricación de papel.
- C49 Cal para la fabricación de ladrillos silíceos.
- C53 Cal para tratamiento de agua.
- C141 Cal hidráulica para propósitos estructurales.
- C206 Cal hidratada de acabado especial.
- C207 Cal hidratada para propósitos de albañilería (incluye tipos N y S)
- C258 Cal viva para fabricación de carburo de calcio.
- C259 Cal hidratada para fabricación de grasa.
- C415 Cal para productos de silicato de calcio.
- C433 Cal para fabricación de hipoclorito de calcio.
- C593 Ceniza y otras puzolanas para usar con cal.
- C602 Materiales de encalado agrícola.

Definiciones y métodos de prueba.

- C25 Análisis químico de caliza y cal.
- C50 Muestreo, inspección, embalaje y marcaje.
- C51 Definiciones de términos relacionados con cal y caliza
- C110 Pruebas Físicas de Cal
- C400 Pruebas de Cal para neutralización de Deshechos Ácidos.

5.4 CONTROL DE CALIDAD

La mejor forma de competir con otras industrias o distribuidoras de calcáreos, además de mejores precios, es asegurar un buen control de calidad que garantice las propiedades del producto. Así, para garantizar la calidad del producto, se efectuaran muestreos y diversos análisis en diferentes partes del proceso.

5.4.1 EN LA MINA.

Una vez realizadas las perforaciones, se realizarán análisis químicos cuantitativos de los polvos de perforación para CaCO_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , SO_3 , CO_2 .

5.4.2 EN LA PLANTA DE TRITURACIÓN Y EN EL HORNO DE CAL

En la planta de trituración se llevará un especial cuidado del control granulométrico, deben realizarse con frecuencia los correspondientes análisis de granulometría. En el proceso de manufactura tanto de cal viva como de cal hidratada, se realizarán análisis químicos cuantitativos de contenidos de CaO , MgO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SO_3 , NaO , K_2O , CaCO_3 , CO_2 , así como determinar porcentajes de humedad y densidad. Este control debe realizarse tanto antes como después del proceso, para poder evaluarlo.

CAPITULO VI

ANALISIS FINANCIERO

6.1 INVERSIONES DE CAPITAL

(Anexo F.1)

6.2 CAPITAL DE TRABAJO

(Anexo G)

6.3 CALENDARIO DE INVERSIONES

(Anexo N)

6.4 COSTOS DE OPERACION

(Anexos H.1.1, H.1.2, H.2, H.3, H.4, H.5)

6.5 INGRESOS DEL PROYECTO

(Anexo H)

6.6 FLUJO DEL PROYECTO

(Anexo J)

6.7 BALANCE PROFORMA

(Anexo N)

6.8 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PROFORMA

(Anexo H)

CAPITULO VII

EVALUACION DEL PROYECTO

7.1 PRODUCCION DE CAL.

7.1.1 INDICES DEL PROYECTO

Reservas Totales Probadas:	12,949,042 TM
Tasa de Producción de Caliza	37,500 T/año
Tasa de Producción de Cal	7,500 T/año
(1 Ton. de cal =5 Ton. de Caliza)	
Periodo Total de Minado	20 años (vida de reservas de alta calidad)
Inversión Total	U. S. \$ 384,145

7.1.2 EXCEDENTE

(Anexo J)

7.1.3 TASA DE RENDIMIENTO DE LA INVERSION

$$220,140 (\text{USPWF } 20,i) = 384,145$$

$$(\text{USPWF } 20,i) = 1.74$$

$$i \text{ ----- } 75\%$$

7.1.4 EXCEDENTE SOBRE LA INVERSION

$$G = 220,140 \cdot \text{USPWF}(20,60) - 384,145$$

$$G = 220,140 (2.1275) - 384,145 = S/. 84,203$$

7.1.4.1 PORCENTAJE DEL EXCEDENTE SOBRE LA INVERSION

$$\text{PGI} = \frac{220,140}{384,145} (\text{CRF } 20,60) \text{ ----- } \times 100$$

$$\text{PGI} = (0.60)(0.5731) \times 100$$

$$\text{PGI} = 34\%$$

7.1.5 PERIODO DE CANCELACION

$$384,145 = 220,140 \cdot \text{USPWF}(\text{PC}, 60)$$

$$\text{USPWF}(\text{PC}, 60) = 1.74$$

$$\text{PC} = 3.5 \text{ AÑOS}$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El estudio de mercado nos demuestra que el producto tendrá gran acogida a nivel Nacional y si se maneja con una buena política se lo puede llegar a exportar, si se logra los niveles de producción requeridos. esto le da al proyecto una alta rentabilidad.

- Los análisis físico - mecánicos y químicos de la caliza G-92 (Unidades I y III de la Formación San Eduardo) nos garantizan una optima calidad del producto terminado, lo cual hace que el mismo sea muy competitivo en el mercado.

- Por lo expuesto en los dos puntos anteriores, la empresa tiene asegurado el pago de los compromisos financieros contraídos en menos de 3.5 años.

- La producción de la planta tiene varias alternativas de optimización. Si bien es cierto que es la cal viva y la cal hidratada, se deben tomar en cuenta otros subproductos como, piedra ornamental, marmetón cuadrado, piedra de enchape, agregados y áridos, etc., para cuyo efecto la planta no requiere de mayor inversión, convirtiéndose en una alternativa muy rentable.

- La proximidad del proyecto con la ciudad de Guayaquil y sobre todo con el Puerto, le dará mayor agilidad, en la obtención de suministros, y distribución del producto, con un alto ahorro en el costo del transporte.

- La cantera debe manejar 37,500 toneladas de mineral para trituración y acumulación en el patio de reserva para una planta que produce 7,500 toneladas de cal al año.

- En términos generales el Horno de Cal tiene 2.34 metros de diámetro exterior, 1.62 metros de diámetro de cámara excluyendo el refractario y 12.2 metros de altura. Tiene una capacidad de 22 Ton/día. El detalle final se puede apreciar en el Anexo P.

- Debido al alto costo de operación inicial, se tratará desde un principio de minimizar el consumo de energía y combustible en la planta de cal a través de la optimización del uso.

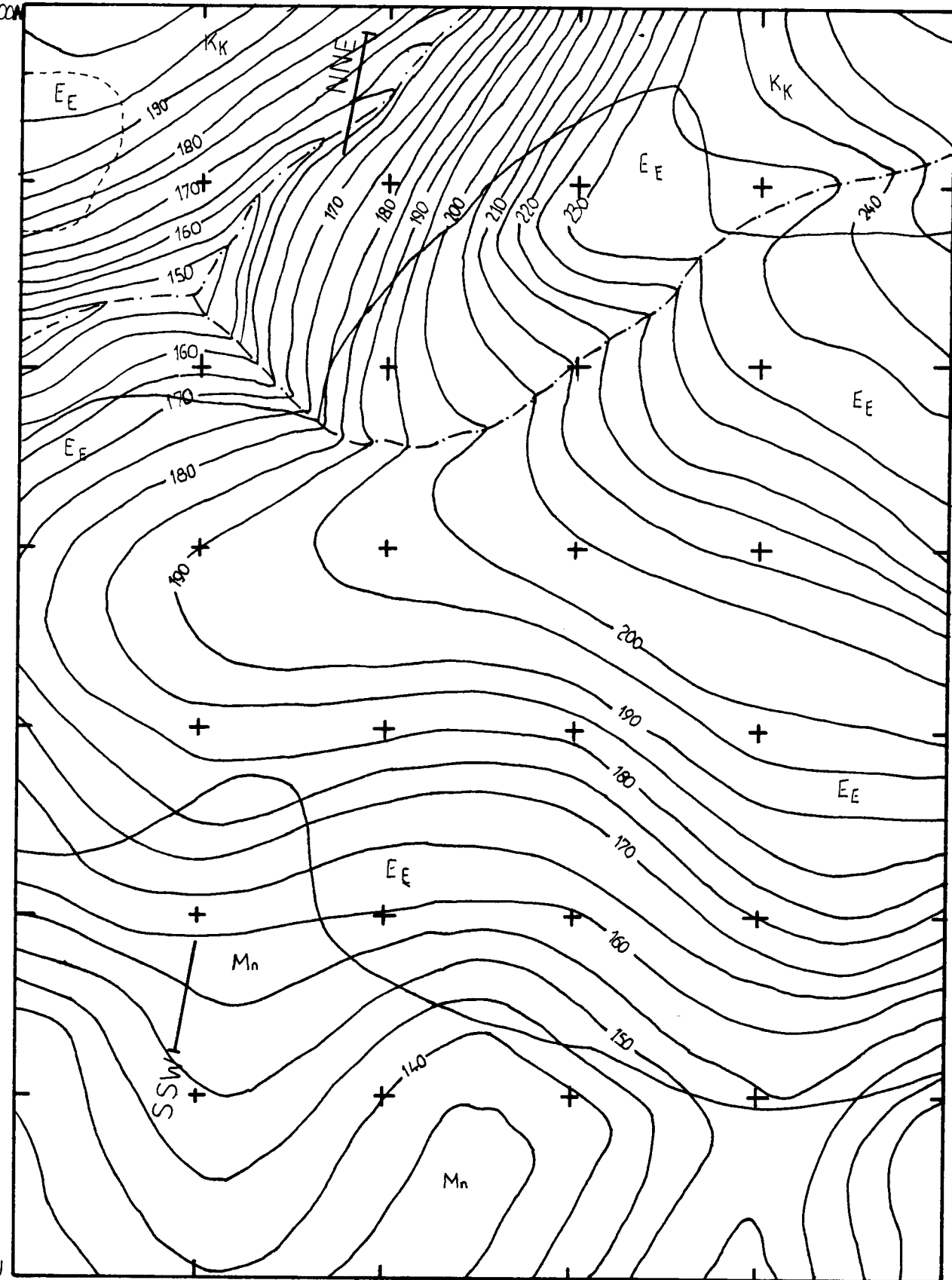
- Por la magnitud del proyecto se recomienda implementar records o archivos del desempeño de equipos y maquinarias de la planta y mina que prevean el tiempo de duración y de los repuestos a cambiar y así contar con un bien dotado almacén de repuestos.

- Toda industria requiere un bien diseñado plan de mantenimiento y seguridad, y hacer partícipe a todo el personal de su importancia no solo para la empresa, sino para ellos mismos.

ANEXOS

63.000M

000 N



600.500

000 100

M _n	LIMOLITAS TOBACEAS COLOR AMARILLO
E _E	CALIZAS DE COLOR GRIS CLARO A BEIGE TEXTURA CRISTALINA

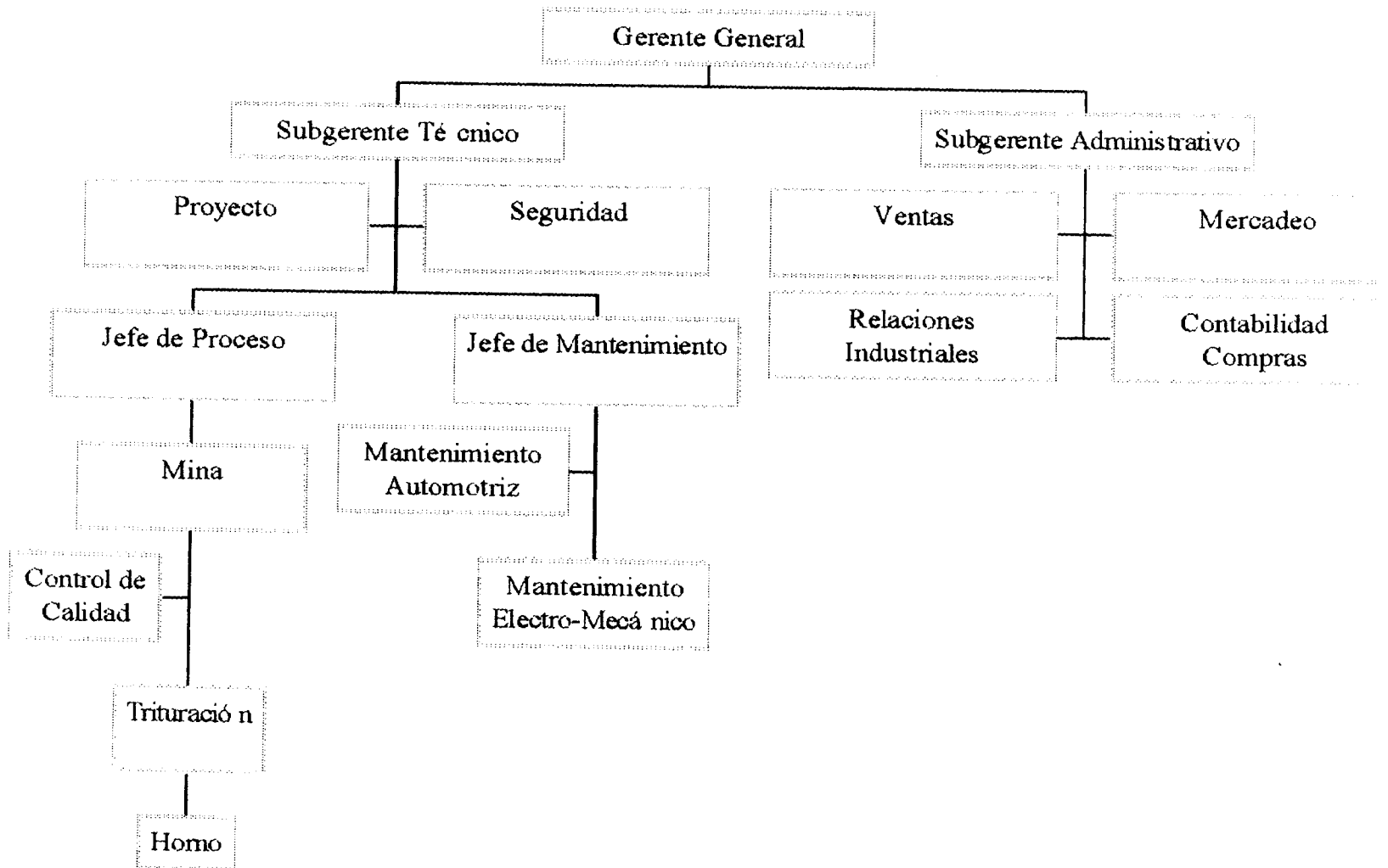
K _k	LUTITAS SILICEAS TOBACEAS CHERTS NODULAR BANDEADO
----------------	---

ESCALA 1:2000

0 20 40 60 80 100m.

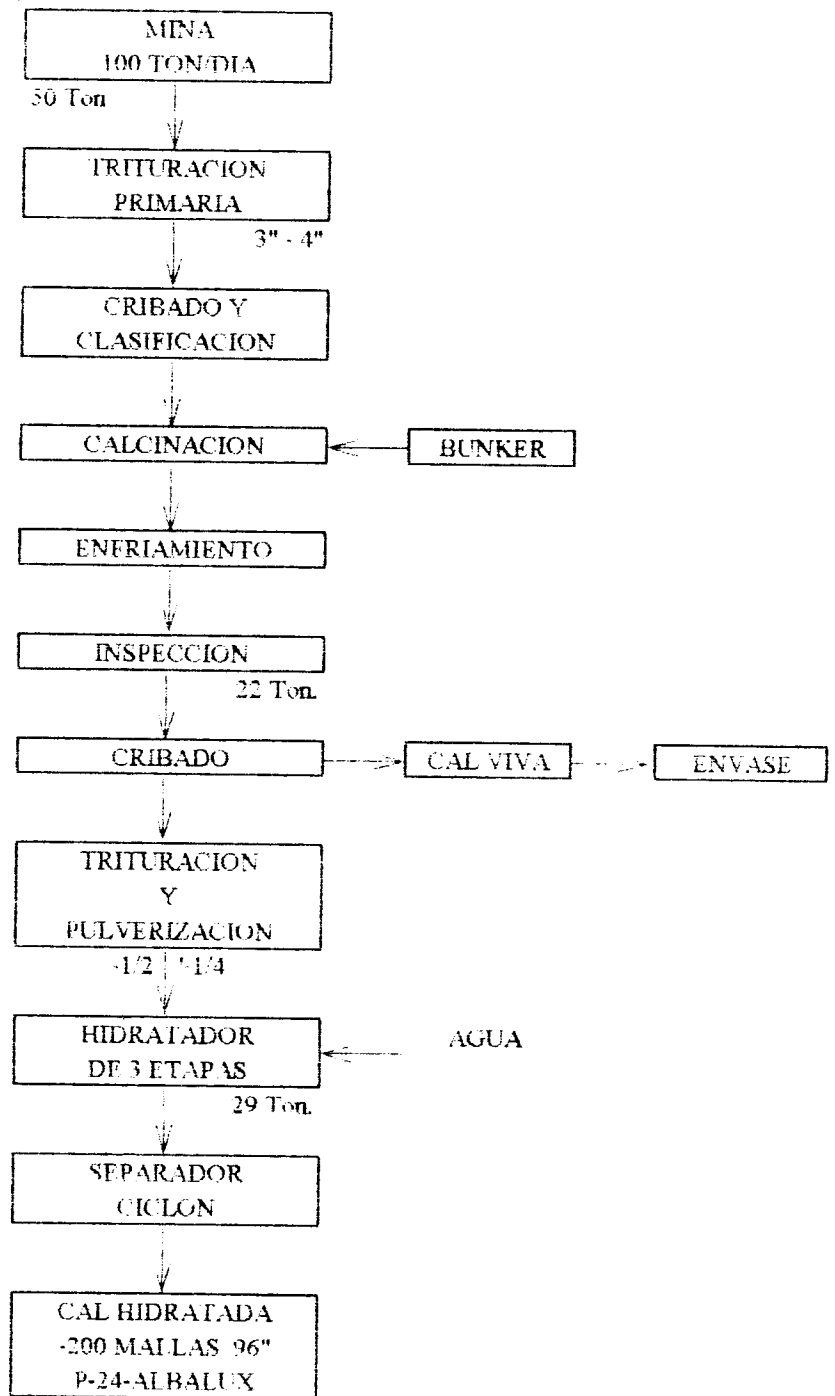
MAPA GEOLOGICO REGIONAL

Diagrama de Organización Administrativa de la PLanta de Cal.



ANEXO C

DIAGRAMA DE FLUJO
PLANTA DE CAL 100 TON/DIA



ANEXO D.1

ANALISIS FISICO - MECANICO DE LA CALIZA "G - 92"

Resistencia a la compresión simple	1,135.45	kg. / cm ²
Resistencia a la compresión después de ciclos de enfriamiento		kg. / cm ²
Densidad en masa	2,727.20	kg. / m ³
Desgaste por frotamiento de deslizamiento	3.54	mm
Coefficiente de inhibición	0.01	%
Resistencia a la tracción indirecta por flexión		kg. / cm ²
Resistencia a los impactos	31.67	cm
Índice de microdureza de Knoop		kg. / cm ²
Modulo de elasticidad en corte		kg. / cm ²
Coefficiente de dilatación térmica lineal		mm / C

ANEXO D.2

ANALISIS TIPICO DE LA CALIZA "G - 92"

COMPONENTE	%
CaO	53,8
MgO	0,72
SiO ₂	1,8
Fe ₂ O ₃	0,1
Al ₂ O ₃	0,27
SO ₃	0,04
K ₂ O	0,1
Na ₂ O	0,08
TITULO	92,5

ANEXO D.3

ANÁLISIS TÍPICO DE LA CAL VIVA COMERCIAL

COMPONENTE	%
CaO	93.25 - 98
MgO	0.3 - 2.5
SiO ₂	0.2 - 1.5
Fe ₂ O ₃	0.1 - 0.4
Al ₂ O ₃	0.1 - 0.5
H ₂ O	0.1 - 0.9
CO ₂	0.4 - 1.5

ANEXO D.4

PROPIEDADES DE LAS CALES

	CAL VIVA	CAL HIDRATADA
CONSTITUYENTE PRIMARIO	CaO	Ca(OH) ₂
GRAVEDAD ESPECIFICA	3.2 - 3.4	2.3 - 2.4
DENSIDAD T/M3	0.88 - 0.96	0.40 - 0.56
CALOR ESPECIFICO A 38 C	0.19	0.29
ÁNGULO DE REPOSO	55	70

AGREGADOS Y ÁRIDOS
LISTA DE PRECIOS

PRODUCTO	TAMAÑO MM	FACTOR TM/M3	\$/TM
ARENA PARA ASFALTO	0 - 4,75	1,4	4,43
ARENA GRUESA HORMIGONES	1,5-4,75	1,4	4,27
ARENA HOMOGENEIZADA	0 - 4,75	1,4	6,82
PIEDRA HOMOGENEIZADA	5 25	1,4	6,25
PIEDRA BASE (CLASE 1)	0 - 38	1,5	5,05
PIEDRA SUB-BASE (CLASE 1)	0 - 40	1,65	4,46
CHISPA GRUESA No 78	2 12	1,35	6,25
CHISPA FINA No 8	2 9	1,35	6,25
PIEDRA 3/4	9 25	1,35	6,25
PIEDRA No 4	19 - 38	1,35	6,25
PIEDRA No 467	5 38	1,35	6,25

CALES

PRODUCTOS	PUREZA % CaO	GRANULOMETRIA MICRAS	PRECIO \$/TON	ÁREAS DE UTILIZACIÓN
CAL VIVA CaO	75 - 80%	0.02 - 12.5	72	Fundición de metales Curtiembres, camaroneras Criaderos avícolas, Pozos Sépticos, Alcantarillas, Aguas Servidas
CAL QUÍMICA P - 24 Ca(OH) ₂	80 - 84%	0.02 - 150	65	Piscinas Camaroneras, Potabilización de agua, Ingenios Azucareros, Agricultura, Curtiembre, Extracción de Oro, etc.
CAL QUÍMICA ALBALUX [Ca(OH) ₂]	84 - 88%	0,02 - 0,075	74	Pinturas de Fachadas, Cercas, Cerramientos, Pasteado de paredes etc.
CAL HIDRATADA CEMENTINA	28 - 35 % CaO	0,02 - 150	46	Morteros para pegar bloques, enlucir y empastar.

CARBONATOS

PRODUCTOS	PUREZA % CaO	PRECIO \$/TON	GRANULOMETRIA	ÁREAS DE UTILIZACIÓN
CARBOCAL CO ₃ Ca	80 - 86 %	30	0.02 - 150 MICRAS	Camaroneras, Alimentos Balanceados etc.
CALCIOMAR CO ₃ Ca GRANULAR	80 - 86 %	16	1.10 - 1.18 MILÍMETROS	Piscinas Camaroneras
CARBONATO FERTILIZANTE	84 - 88 %	15	1.18 - 3 MILÍMETROS	Fertilizante Agrícola

INVERSIÓN FIJA

1.0 CONSTRUCCIONES CIVILES	
1.1 DISEÑO DE INGENIERÍA DE PROYECTO	23,000
1.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO	920
1.3 CONSTRUCCIÓN DE UN GALPÓN DE 25 X 40 METROS CON TECHO	34,500
1.4 CIMIENTOS DE HORMIGÓN PARA HORNO 4.30 X 4.30 X 2.50 M	19,320
1.5 CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS DE ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS DE 70 M2	34,500
1.6 BODEGA DE MANTENIMIENTO	11,500
1.7 EQUIPO DE OFICINA	9,200
1.8 VEHÍCULO 4 X 4	92,000
TOTAL 1.0	224,940
2.0 INGENIERÍA ELÉCTRICA	
2.1 BANCO DE TRANSFORMADORES, ACOMETIDA, TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ETC.	57,960
TOTAL 2.0	57,960
3.0 SUMINISTROS DE PLANTA Y OTROS	
3.1 MAQUINARIA Y EQUIPOS (ANEXO J.2)	229,080
3.2 VÁLVULAS, TUBERÍAS, PINTURAS, ETC.	11,500
3.3 COMPRESOR DE AIRE DE 500 LT/MIN.	3,680
3.4 TRANSPORTE INTERNO, PLUMAS, ETC.	2,300
3.5 BOMBAS, CABLES, ETC.	1,380
3.6 EQUIPO DE CONTROL DE CALIDAD	5,750
3.7 MOLINO MICRONIZADOR	138,000

ANEXO F.1

INVERSIÓN FIJA

3.8 EQUIPO DE TRITURACIÓN Y MOLIENDA	184,000
TOTAL 3.0	575,690
4.0 COSTO DE INSTALACIÓN	
4.1 MONTAJE DE LA PLANTA (SUPERVISIÓN Y GASTOS TÉCNICOS)	9,200
4.2 ESTUDIOS TÉCNICO - LEGALES, ETC.	9,200
4.3 MERCADEO	28,750
TOTAL 4.0	47,150
5.0 COSTOS FINANCIEROS	
5.1 COMISIÓN Y APERTURA DE C/C	16,100
5.2 OTROS GASTOS FINANCIEROS	4,600
TOTAL 5.0	20,700
TOTAL INVERSIÓN FIJA	926,440
REFERENCIA: 1 DOLAR = 5,109 SUCRES	

ANEXO F.2

LISTADO DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS

CANT	DESCRIPCIÓN Y EQUIPOS	\$
1	SKIP 0.60 X 0.65 X 0.80 M MOTOR 15 HP	
	CONSTRUCCION METÁLICA	690
	ELECTROMECAÁNICA	920
1	TOLVA DE RECEPCIÓN 0.60 X 0.90 X 1.00 M	138
1	HORNO 2.36 M ; ALTURA 12.20 M ; PESO 100 TON	16,560
85 T.	LADRILLO REFRACTARIO	88,550
1	VIBRADOR DE DESCARGA DEL HORNO MOTOR 1 HP	368
1	TOLVA DE ENFRIAMIENTO	161
1	BANDA TRANSPORTADORA MOTOR 3 HP	4,600
1	MOLINO DE MARTILLOS MOTOR 25 HP.	8,280
1	ELEVADOR DE CANGUILONES, MOTOR REDUCTOR	
	3 HP	1,840
1	SILO DE CAL VIVA DE 39.6 M3	3,680
1	GUSANO TRANSPORTADOR MOTOR 3 HP	1,380
1	HIDRATADORA DE TRES ETAPAS	11,500
1	ELEVADOR DE CANGUILONES MOTOR REDUCTOR	
	3 HP	1,840
1	SEPARADOR MOTOR 15 HP	13,800
1	ELEVADOR DE CANGUILONES MOTOR REDUCTOR	
	3 HP.	1,840
1	SILO DE CAL HIDRATADA DE 39.6 M3	3,680
1	ENVASADORA	3,450
4	QUEMADORES 3 - 4 GAL / HORA	2,300
1	TURBINA 10.000 M3 / H	11,500
1	TURBINA DE 1.000 M3 / H	5,750
1	TURBINA DE 800 M3 / H	5,750
1	PRECALENTADOR DE BUNKER DE 5.000 - 8.000 W	2,300
1	BOMBA DE BAJA PRESIÓN PARA 30 - 40 GAL / H	
	VICKER 1 HP.	2,300
1	BOMBA DE ALTA PRESIÓN PARA 30 - 40 GAL / H	
	VICKER 1 HP	2,300
1	TANQUE PARA ALMACENAR BUNKER (10.000 GAL)	5,750

ANEXO F.2

LISTADO DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS

CANT	DESCRIPCIÓN Y EQUIPOS	\$
1	TANQUE PARA ALMACENAR AGUA (10.000 GAL)	5,750
	TOTAL LÍNEA DE PROCESOS	206,977
	SET COMPLETO DE REPUESTOS	14,053
	GASTOS DE TRANSPORTE Y OTROS	8,050
	TOTAL VALOR	229,080

ANEXO G

INVERSIÓN TOTAL

INVERSIÓN FIJA		926,440
CAPITAL DE TRABAJO		
MATERIA PRIMA	7,188	
MANO DE OBRA DIRECTA	3,067	
GASTOS INDIRECTOS	34,853	
GASTOS ADMINISTRATIVOS	4,952	
GASTOS DE VENTA	1,484	
		51,544
TOTAL DE LA INVERSIÓN		977,984
Calculado para un mes de trabajo		
No se considera ni amortización ni depreciación		

ANEXO H

ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS

VENTAS NETAS (ANEXO H.1)	862,500
GASTOS DE PRODUCCION (ANEXO H.1)	580,421
GASTOS DE VENTA (ANEXO H.2)	17,802
UTILIDAD NETA EN VENTAS	264,277
GASTOS ADMINISTRATIVOS Y GENERALES (ANEXO H.2)	59,582
UTILIDAD NETA Y OPERACIONAL	204,695
GASTOS FINANCIEROS (ANEXO H.3)	136,918
UTILIDAD NETA ANTES DEL IMPUESTO Y REPARTO DE UTILIDADES A LOS TRABAJADORES	67,777
15% DISTRIBUCION DE UTILIDADES	10,167
UTILIDAD NETA ANTES DEL PAGO DEL IMPUESTO A LA RENTA	57,611
25% IMPUESTO A LA RENTA	14,403
UTILIDAD NETA DESPUES DEL IMPUESTO A LA RENTA	43,208

ANEXO H.1

VENTAS NETAS EN DÓLARES

PRODUCTO: CAL

CANTIDAD TON	VALOR UNITARIO DÓLARES	VALOR TOTAL DÓLARES
7,500	115	862,500

COSTO DE PRODUCCIÓN

MATERIAS PRIMAS	93,750
MANO DE OBRA DIRECTA	37,800
SUBTOTAL.....	131,550
GASTOS INDIRECTOS	
Mano de obra indirecta	8,052
Depreciación	162,794
Suministros	189,987
Reparación	31,614
Seguros	28,785
SUBTOTAL.....	421,232
SUMAN.....	552,782
IMPREVISTOS 5%	27,639
TOTAL.....	580,421
7,500 TONELADAS DE CAL PRODUCIDAS AL AÑO	
COSTO UNITARIO DE TONELADA DE CAL (DÓLARES)	77.38

ANEXO H.1.1

COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN

DENOMINACIÓN: PIEDRA CALIZA

CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
37,500	TON / AÑO	2.5 DÓLARES	93,750

NOTA: Se ha estimado que de 5 toneladas de caliza se obtiene
1 tonelada de cal

PUESTOS	NUMERO	SUELDO / MES	TOTAL
SEMICALIFICADO	1	300	3,600
CALIFICADO	12	100	14,400
	SUMAN		18,000
	MAS BENEFIC. DE LEY (110 %)		19,800
	TOTAL		37,800

NOTA: Los 12 trabajadores se dividen en 3 turnos de 8 horas cada uno.

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

A.A MANO DE OBRA INDIRECTA

CARGO	NUMERO	SUELDO / MES	TOTAL ANUAL \$
SUPERVISOR	1	550	6,600
MAS BENEFICIOS DE LEY (22%)			1,452
		SUMAN.....	8,052

B.B DEPRECIACIÓN

CONCEPTO	COSTO	VIDA ÚTIL	TOTAL ANUAL
CONSTRUCCIONES	195,600	10	22,494
INST. ELÉCTRICAS	50,400	5	11,592
MAQ. Y EQUIPOS	559,600	5	128,708
		SUMAN.....	162,794

C.C SUMINISTROS

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL ANUAL
ELECTRICIDAD (KW / AÑO)	194,000	0,12	27,160
BUNKER (GALONES)	100,000	1,20	140,000
AGUA (M3)	2,250	1,80	4,725
LUBRICANTES	6	454,0	3,132
REFRACTARIO (KG.)	2,400	4,17	11,520
TELÉFONO			3,450
		SUMAN.....	189,987

D.D REPARACIONES Y MANTENIMIENTO

MAQUINARIAS Y EQUIPOS (5%)	28,785
VARIOS (1%)	2,829
SUMAN.....	31,614

E.E SEGUROS

MAQUINARIAS Y EQUIPOS (5%)	28,785
SUMAN.....	28,785

ANEXO H.2

GASTOS DE VENTA

SUELDOS Y BENEFICIOS DE LEY	6,900
GASTOS DE PROMOCION Y PROPAGANDA	7,820
TRANSPORTE	2,300
IMPREVISTOS 5%	782
TOTAL.....	17,802

GASTOS DE ADMINISTRACION GENERAL

CARGO	No	MENSUAL	ANUAL
GERENTE	1	1,610	19,320
SUPERINTENDENTE	1	860	10,320
ASIST. DE PLANTA	1	300	3,600
CONTA / SECRETARIA	1	160	1,920
CHOFER / CONSERJE	1	140	1,680
GUARDIAN	2	230	2,760
TOTAL.....			39,600

2.- BENEFICIOS DE LEY

APROXIMADAMENTE 22% DE LOS SUELDOS	8,712
TOTAL.....	8,712

3.- GASTOS DE OFICINA

VARIOS ADMINISTRATIVOS	4,945
OTROS SERVICIOS	5,750
TOTAL.....	10,695

4.- DEPRECIACIONES

MUEBLES Y ENSERES DE OFICINA	575
TOTAL.....	575
TOTAL.....	59,582

ANEXO H.3

GASTOS FINANCIEROS

MONTO DEL PRESTAMO		977,984
TASA DE INTERES	(SEMESTRAL)	0.07
PLAZO DE PAGO	(SEMESTRES)	8
PERIODO DE GRACIA	(SEMESTRES)	2

SEMESTRE	CAPITAL	INTERES	CUOTA	SALDO
1		68,459	68,459	977,984
2		68,459	68,459	977,984
3	122,248	68,459	190,707	855,736
4	122,248	59,902	182,150	733,488
5	122,248	51,344	173,592	611,240
6	122,248	42,787	165,035	488,992
7	122,248	34,229	156,477	366,744
8	122,248	25,672	147,920	244,496
9	122,248	17,115	139,363	122,248
10	122,248	8,557	130,805	
TOTAL	977,984	444,983	1,422,967	

ANEXO H.4

COSTO UNITARIO DE PRODUCCION

PRODUCCION ANUAL.....7,500 TONELADAS

	DOLAR	PORCENTAJE
MATERIA PRIMA	12.5	21.88
MANO DE OBRA DIRECTA	5.03	8.8
SUBTOTAL	17.53	30.68
 COSTOS INDIRECTOS		
MANO DE OBRA INDIRECTA	1.07	1.87
DEPRECIACION	9.6	16.76
SUMINISTROS	25.31	44.35
REPARACION Y MANTENIMIENTO	0.82	1.44
SEGUROS	0.07	0.12
SUBTOTAL	36.87	64.54
SUMAN.....	54.4	95.23
IMPREVISTOS	2.72	4.76
TOTAL.....	57.12	100,00

ANEXO H.5

COSTO TOTAL DE PRODUCCION

	DOLARES
MATERIA PRIMA	12.5
MANO DE OBRA DIRECTA	5.03
COSTOS DIRECTOS	
MANO DE OBRA INDIRECTA	1.07
DEPRECIACION	9.6
SUMINISTROS	25.31
REPARACION Y MANTENIMIENTO	0.82
SEGUROS	0.07
SUBTOTAL.....	54.4
IMPREVISTOS	2.72
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION.....	57.12
GASTOS DE VENTA	2.37
GASTOS ADMINISTRATIVOS Y GENERALES	7.94
COSTOS FINANCIEROS	9.12
TOTAL COSTOS DE OPERACION	76.55

DATOS TOMADOS DE ANEXOS H Y H.1

ANEXO I

ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN

DÓLARES

TOTAL DE FINANCIAMIENTO 977,984

APLICACIÓN DE FONDOS

A.- MAQUINARIA Y EQUIPOS 575,690

B.- CONSTRUCCIONES CIVILES 224,840

C.- INGENIERÍA ELÉCTRICA 57,960

D.- COSTOS DE INSTALACIÓN 47,150

E.- COSTOS FINANCIEROS 20,700

F.- CAPITAL DE OPERACIÓN 51,544

TOTAL DE INVERSIÓN..... 977,984

ANEXO J.1

I. FLUJO DE CAJA PROYECTADO 1,999 - 2,003

CONCEPTO	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003
VENTAS (TON / AÑO) ¹	7,500	8,250	9,075	9,983	10,981
PRECIOS US (DÓLARES / TON) ²	115	127	140	154	170
INGRESOS POR VENTAS	862,500	1,047,750	1,270,500	1,537,382	1,866,770
EGRESOS					
COSTOS DE PRODUCCIÓN ³	580,421	667,484	767,607	882,748	1,015,160
GASTOS DE VENTA ⁴	17,802	19,582	21,540	23,694	26,063
COSTOS ADM. GENERALES ⁴	59,582	65,540	72,094	79,303	87,233
TOTAL EGRESOS	657,805	752,606	861,241	985,745	1,128,456
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	204,695	295,144	409,259	551,637	738,314
15 % DE TRABAJADORES ⁵	30,704	44,272	61,389	82,746	110,747
INGRESO NETO DISPONIBLE	173,991	250,872	347,870	468,891	627,567
25 % IMPUESTO A LA RENTA	43,498	62,718	86,968	117,223	156,892
INGRESO DESPUÉS DE IMPUESTO	130,493	188,154	260,902	351,668	470,675
DEPRECIACIÓN	162,794	162,794	162,794	162,794	162,794
FLUJO NETO DE CAJA ⁶	293,287	350,948	423,696	514,462	663,469
AMORTIZACIÓN DEL CRÉDITO		244,496	244,496	244,496	244,496
PAGO DE INTERESES	136,918	128,361	94,121	59,901	25,672
TOTAL DE AMORTIZACIÓN	136,918	372,857	338,617	304,397	270,168
SUPERÁVIT NETO DE CAJA	166,638	-21,909	85,079	210,065	393,301

1 TASA DE CRECIMIENTO 10 % ANUAL

2 TASA DE CRECIMIENTO 10 % ANUAL

3 TASA DE CRECIMIENTO 15 % ANUAL

4 TASA DE CRECIMIENTO 10 % ANUAL

5 15 % DE UTILIDADES PARA TRABAJADORES

6 ANTES DE AMORTIZACIÓN DEL CRÉDITO

ANEXO J.2

II. FLUJO DE CAJA PROYECTADO 1,999 - 2,003

CONCEPTO	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	TOTAL
FLUJO NETO DE CAJA	293,287	350,948	423,696	514,462	663,469	2,245,862
CUOTA DE AMORTIZACIÓN DE CRÉDITO	136,918	372,857	338,617	304,397	270,168	1,422,957
FONDOS DISPONIBLES CUOTA DE AMORTIZACIÓN	2.14	0.94	1.25	1.69	2.45	1.57
SUPERÁVIT NETO DE CAJA	156,369	-21,909	85,079	210,065	393,301	822,905
SUPERÁVIT ACUMULADO DE CAJA	156,369	134,460	219,539	429,604	822,905	

ANEXO J.3

III. FLUJO DE CAJA PROYECTADO 1,999 - 2,003

AÑO	INVERSIÓN		INGRESO NETO DE FLUJO DE CAJA	FACTOR DE DESCUENTO	COSTO DE INVERSIÓN DESCONTADO	FLUJOS DESCONTADOS	TOTAL DESCONTADO
	ACTIVOS FIJOS	CAPITAL DE TRABAJO					
				31%			
0	926,440	51,544		1.000	977,984		
1			293,287	0.766		200,673	200,673
2			350,948	0.587		182,479	383,151
3			423,696	0.450		167,953	551,105
4			514,462	0.345		156,059	707,164
5			663,469	0.264		146,101	853,265

TASA INTERNA DE RETORNO 31 %

ANEXO K

RENTABILIDAD SOBRE LA INVERSION

ANO	UTILIDAD NETA	INVERSION A PLAZO FIJO	ROI ANUAL
		X 100	
0		977,984	
1	293,287	977,984	29.98
2	350,948	977,984	35.88
3	423,696	977,984	43.32
4	514,462	977,984	52.60
5	663,469	977,984	67.84

ANEXO L

TIEMPO DE RECUPERACION

ANO	FLUJO ANUAL DE EFECTIVO	FLUJO ACUMULADO DE EFECTIVO
0	- 977,984	- 977,984
1	293,287	- 684,697
2	350,948	- 333,749
3	423,696	89,947
4	514,462	604,409
5	663,469	1,267,878

ANEXO N

BALANCE PROFORMA

ACTIVOS		PASIVOS	
<u>ACTIVOS CORRIENTES</u>		<u>CAPITAL AJENO</u>	
CAJA	44,817	ACREEDORES	112,765
DEUDORES	2,500	CRÉDITO A CORTO PLAZO	95,200
EXISTENCIA ALMACÉN	6,400	CRÉDITO A LARGO PLAZO	263,519
INVERSIONES	18,000		
		<u>HIPOTECAS</u>	
<u>ACTIVOS FIJOS</u>		PRESTAMOS	151,100
INMUEBLES	17,600		
EDIFICIOS Y MAQUINARIAS	549,200	<u>CAPITAL SOCIAL</u>	
MUEBLES Y ACCESORIOS	159,800		
INVERSIONES	28,000	RESERVAS	144,145
		GANANCIAS DISTRIBUIDAS	59,588
TOTAL ACTIVOS	826,317	TOTAL PASIVOS	826,317

ANEXO O

CALENDARIO DE INVERSIONES

PREPARACIÓN DEL TERRENO	14,720	
CIMENTACIÓN	14,490	
CONSTRUCCIÓN DEL GALPÓN	11,500	
CONSTRUCCIÓN DEL HORNO	23,214	
CONSTRUCCIÓN DEL SKIP Y RECEPCIÓN	18,109	
COLOCACIÓN DEL REFRACTARIO	12,650	
CONSTRUCCION DE OFICINAS	11,500	
INGENIERÍA ELÉCTRICA	19,320	
CONSTRUCCIÓN DE SILOS DE CAL	1,840	
CONSTRUCCIÓN DE TRANSPORTADORAS	997	
CONSTRUCCIÓN DE SEPARADOR	7,015	
CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE BUNKER	958	
SUBTOTAL.....		136,313
MES 2		
CIMENTACIÓN	4,830	
CONSTRUCCIÓN DEL HORNO	3,095	
CONSTRUCCIÓN DEL SKIP Y RECEPCIÓN	18,109	
COLOCACIÓN DEL REFRACTARIO	50,600	
CONSTRUCCIÓN DE HIDRATADORA	9,200	
INGENIERÍA ELÉCTRICA	38,640	
CONSTRUCCIÓN DE SILOS DE CAL	5,520	
CONSTRUCCIÓN DE TRANSPORTADORA	3,986	
CONSTRUCCIÓN DE SEPARADOR	7,015	
CONSTRUCCIÓN DE ELEVADORES	3,680	
CONSTRUCCIÓN DE ENVASADORA	1,725	
CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE BUNKER	3,833	

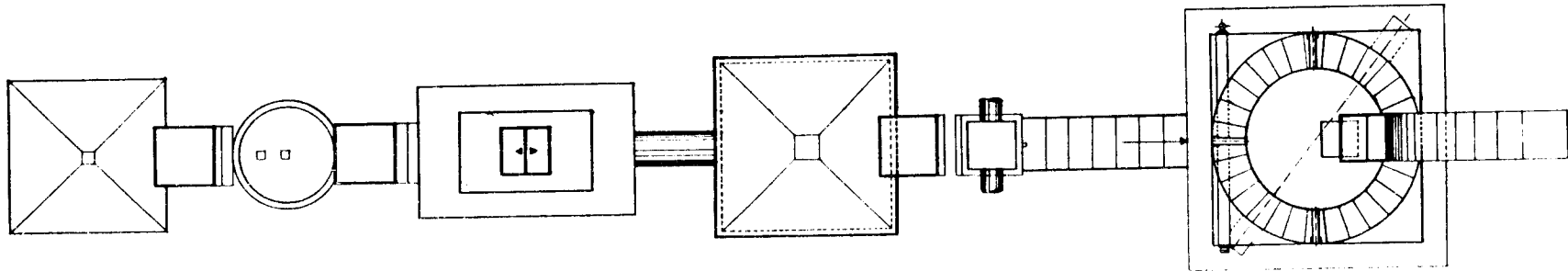
ANEXO O

CALENDARIO DE INVERSIONES

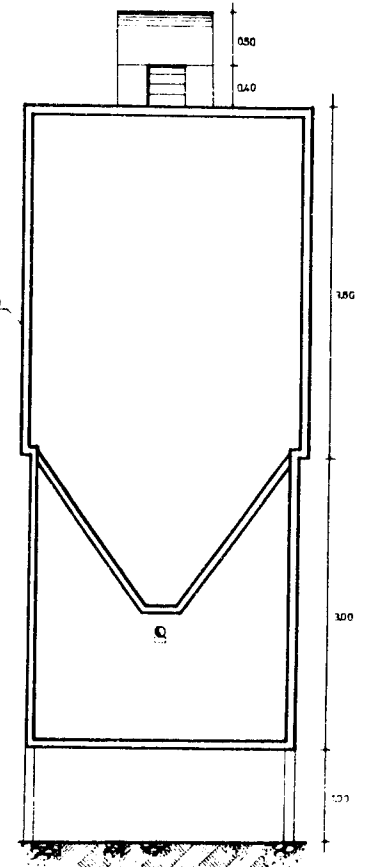
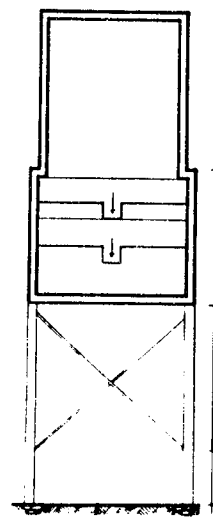
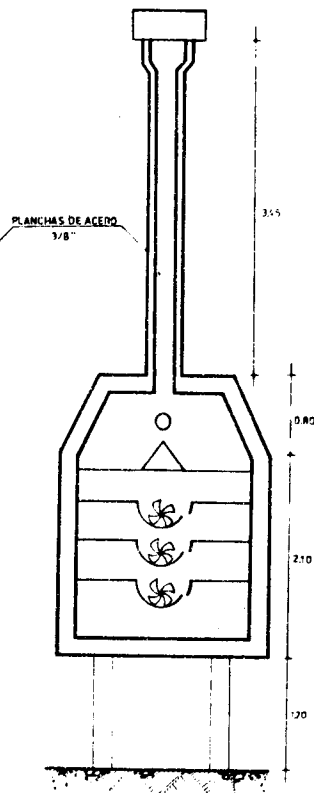
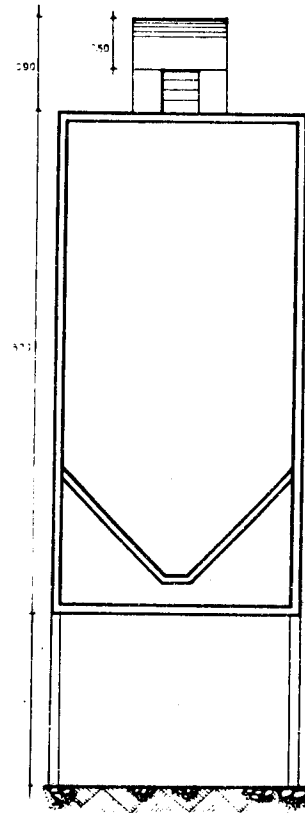
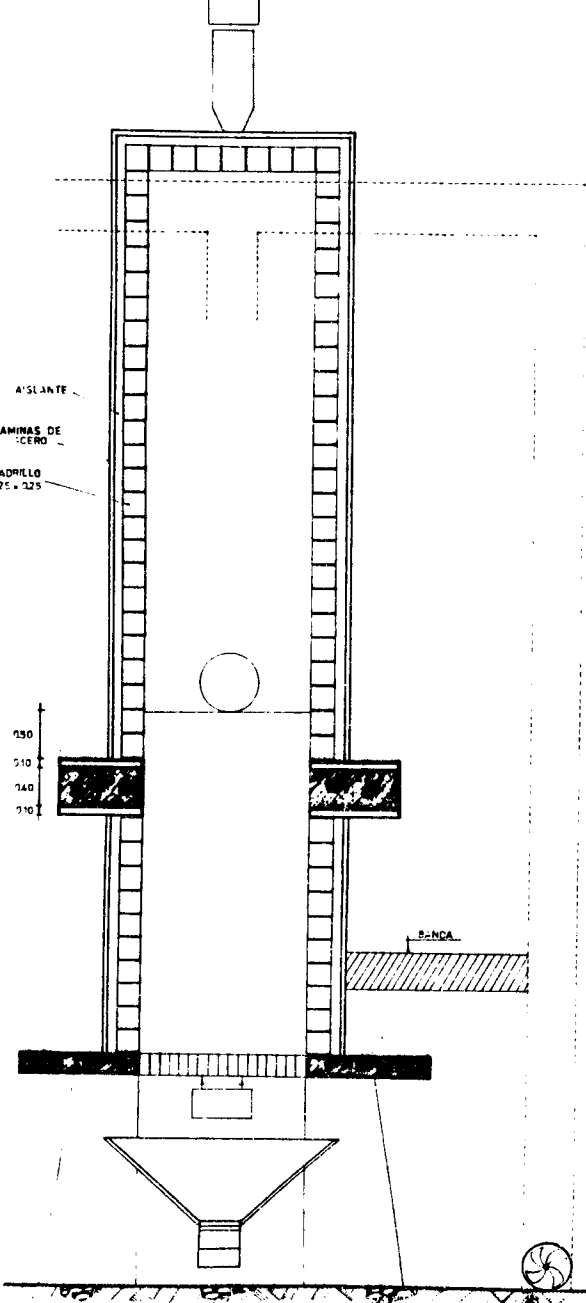
CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE AGUA	4,313	
SUBTOTAL.....		154,546
MES 3		
CONSTRUCCIÓN DE HORNO	23,214	
COLOCACIÓN DE REFRACTARIO	25,300	
CONSTRUCCIÓN DE HIDRATADOR	2,300	
CONSTRUCCIÓN DE TRANSPORTADORAS	997	
CONSTRUCCIÓN DE ELEVADORES	1,840	
CONSTRUCCIÓN DE ENVASADORA	5,175	
CONSTRUCCION DE TANQUE DE BUNKER	959	
CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE AGUA	1,438	
IMPUESTOS	14,053	
PRUEBAS	8,050	
SUBTOTAL.....		83,326
TOTAL		374,185

ANEXO P

PLANOS DE CONSTRUCCION DE LA PLANTA

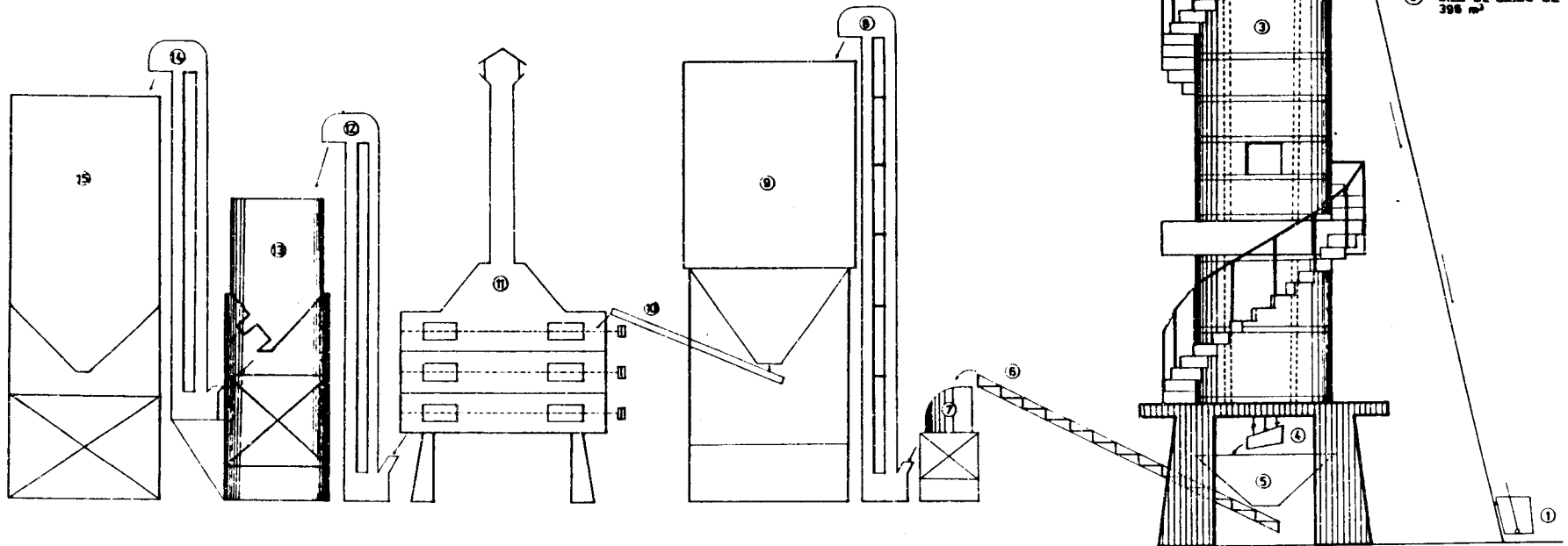


HORNOS DE CAL		
PLANTA		
PROYECTADO	BOCETO	LAMINA
PUBLIC. SUAREZ	P. SUAREZ	1/5
	PLANTA	
	BOCETO	
	BOCETO	



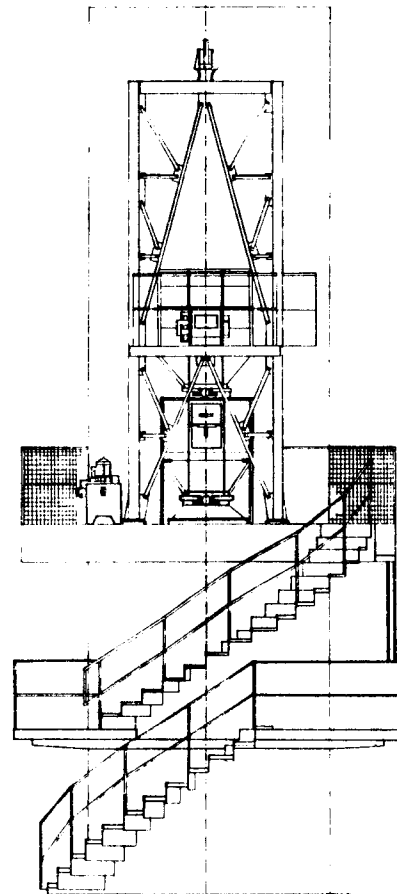
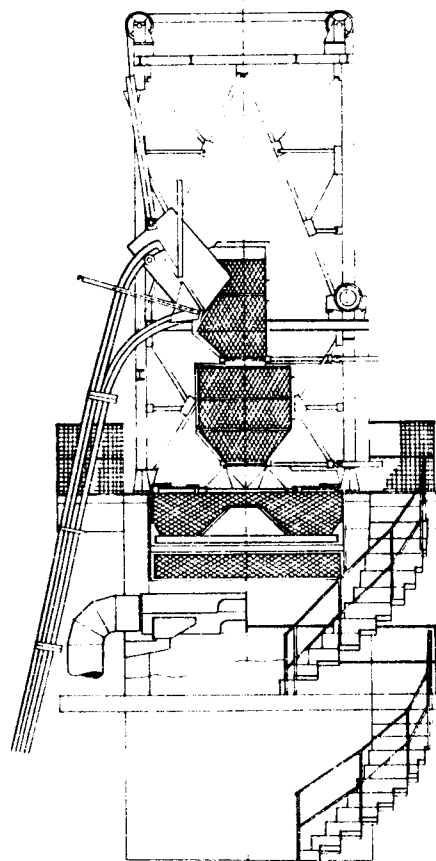
T.M.S.			
HORNO DE CAL			
CORTES			
DEPARTAMENTO DE CAL	BUJO	ESCALA	
PUBLIC. SUAREZ R.	R. SUAREZ	2/5	

- ⑩ GUSANO TRANSPORTADOR
- ⑪ HIDRATADOR 3 ETAPAS
- ⑫ ELEVADOR DE CANGULONES
- ⑬ SEPARADOR
- ⑭ ELEVADOR DE CANGULONES
- ⑮ SILO DE CAL APAGADA
24 m³



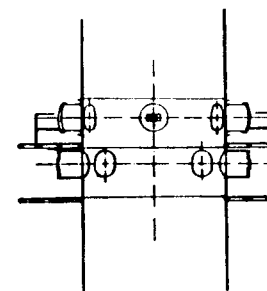
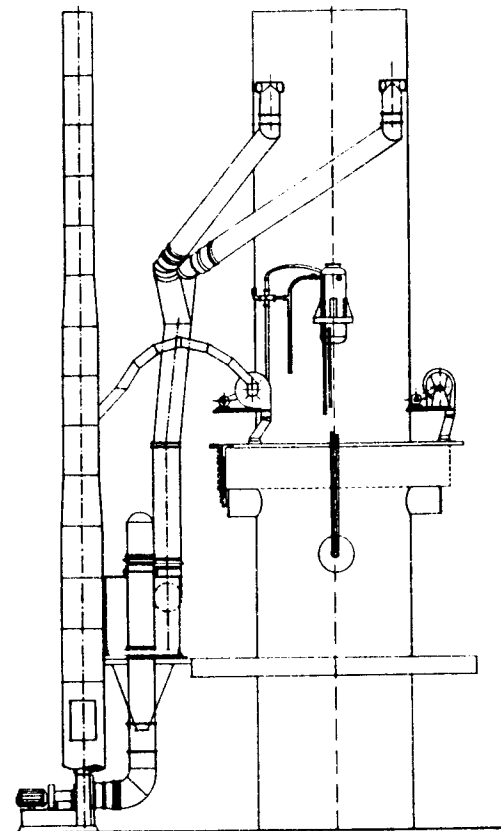
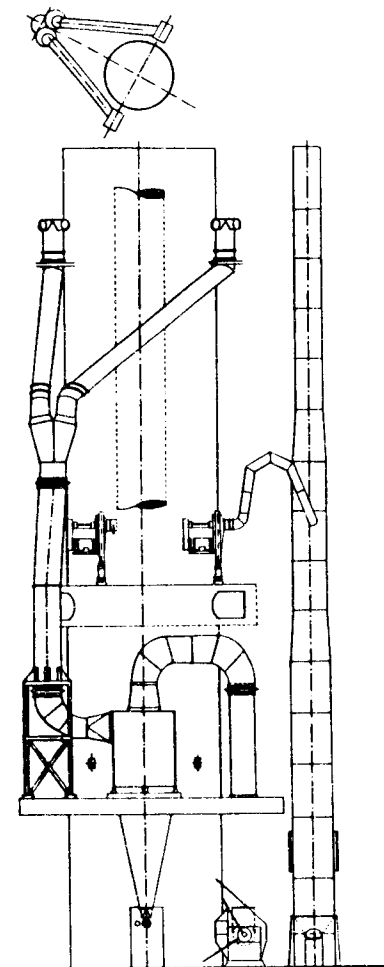
- ① SKIP 060x065x080
- ② TOLVA DE RECEPCION
060x088x108
- ③ HORNO
Ø 238 ALTURA=1228
PESO=100 TON
BASE DE HORMIGON
430x430x250
- ④ VIBRADOR DESCARGA
HORNO
- ⑤ TOLVA ENFRIAMIENTO
- ⑥ CINTA TRANSPORTADORA
- ⑦ MOLINO DE MARTILLOS
- ⑧ ELEVADOR DE
CANGULONES
- ⑨ SILO DE OXIDO DE CALCIO
398 m³

TESIS		
HORNO DE CAL		
CONTIENE		
FACHADA		
RESPONSABILIDAD:	DISEÑO:	
PARL. SUAREZ P.	P. SUAREZ	
		3/5
		14/10/78



SISTEMA DE ALIMENTACION DE MATERIA PRIMA

T.M.S.		
HORNO DE CAL		
ELEVACIONES		
PROYECTAR: P. SUAREZ	DIBUJAR: P. SUAREZ	LAMINA
PARLO SUAREZ H.	ESCALA: 1/30	4 / 5
	FECHA: 19/10/68	



DETALLE 1

SISTEMA DE CARGA DE GASES

PROYECTO:		
HORNO DE CAL		
CONTIENE:		
ELEVACIONES-DETALLE		
RESPONSABLE DAD:	PROYECTO:	L. AMARA
PABLO SÁENZ R.	P. SÁENZ	5/5
	LUCA	
	1.30	
	FECHA	
	24.10.88	

BIBLIOGRAFIA

- CALERO PATRICIO, 1,994. Explotación de Caliza a Cielo Abierto de una Cantera en la Cordillera Chongón. ESPOL. Guayaqui, Ecuador.

- ROBERT S. DOYNTON, 1,976. Chemistry and Technology of Lime and Limestone. United States of América.

- DEL GRECO OTELO, 1,978. Explotación de Canteras con Explosivos. ESPOL. Guayaquil, Ecuador.

- LOOR C. RONNY, 1,992. Impacto Ambiental de la Operación Minera. Cantera de Caliza y su Planta de Proceso. Emisiones de Partículas Sólidas Generadas por la Cantera y la Planta. ESPOL. Guayaquil, Ecuador.

- ROONEY L. F., 1,975. Limestone. Industrial Minerals y Rocks. American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineering, Inc. U.S. Geological Survey. Boston Virginia. United States of América.

- III SEMINARIO INTERNACIONAL DE PERFORACION Y VOLADURAS, 1,993. Guayaquil, Ecuador.

- THE TECHNICAL SECTION OF THE EXPLOSIVES DEPARTMENT, 1,958. Blasters Handbook. Wilmington, Delaware. USA.

- BRUQUE JOSE, MORENO LUIS, BONILLA GUILLERMO. Elementos Básicos de Seguridad Industrial. Guayaquil, Ecuador.

- MAC CARL L., 1,975. Agregates. Industrial Minerals and Rocks. American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineering, Inc University of Alabama in Birmingham. Birmingham, Alabama. USA.