

Tesis de Posgrado

Ensayos de fusión de cenizas de carbones nacionales con fundentes

Ramírez, Fernando Carlos

1961

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias
Químicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Ramírez, Fernando Carlos. (1961). Ensayos de fusión de cenizas de carbones nacionales con fundentes. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1097_Ramirez.pdf

Cita tipo Chicago:

Ramírez, Fernando Carlos. "Ensayos de fusión de cenizas de carbones nacionales con fundentes". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1961. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1097_Ramirez.pdf

177
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD
DE
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ENSAYOS DE FUSION DE CENIZAS DE
CARBONES NACIONALES CON FUNDENTES

FERNANDO CARLOS RAMIREZ

RESUMEN PRESENTADO PARA OPTAR AL
TITULO DE DOCTOR EN QUIMICA

AÑO 1951

R. de Terris 3097

En la Super Central San Nicolás de Agua y Energía Eléctrica, existen instaladas cuatro calderas Steinaüller que pueden quemar indistintamente carbón ó petróleo.-

Cuando se trata de quemar carbón de los Yacimientos de Río Turbio, se encontró que debido al alto punto de fusión de las cenizas, estas no se podían evacuar automáticamente por el cono de fusión, por lo tanto, a fin de utilizar este carbón sin mezcla con carbones importados, se pensó en utilizar fundentes para disminuir el punto de fusión de las cenizas.-

En los Yacimientos de carbón de Río Turbio existen cinco mantos a saber: Manto inferior; Manto superior; Manto "B"; Manto "A" y Manto Dorotea. Los mantos explotados hasta el presente son el superior y el Dorotea.-

Estos carbones están comprendidos dentro de los tipos subbituminoso "A" y bituminoso alto volátil "C" de acuerdo a la clasificación por rangos de A.S.T.M.

En los hogares de las calderas con cono de fusión para la evacuación de las cenizas, tiene gran importancia los puntos de fusión y los puntos de ablandamiento y ligación, ya que carbones con puntos de fusión más bajo ó más alto que las especificaciones para el hogar, no permiten la evacuación de las cenizas.-

Los fundentes a utilizar debían reunir una serie de condiciones tales como: un bajo porcentaje del mismo debía producir una fuerte disminución del punto de fusión, no ser corrosivo, no cambiar de volumen, ser económico, habiéndose elegido la cal, la dolomita y el sulfato ácido de potasio.-

Con estos fundentes se verificó el comportamiento frente a las cenizas del carbón de los Yacimientos de Río Turbio, de los mantos superior y Dorotea, determinando la influencia que tenían las mismas sobre

FOYBA

los puntos de ablandamiento, fusión y licuación de las cenizas a medida que se varía el porcentaje de los fundentes.-

Para realizar este trabajo, primeramente se procedió a analizar las cenizas del carbón provenientes de los montes superior y Dorotea y los fundentes a utilizar, salvo el sulfato ácido de potasio que se usó como droga pura.-

El análisis de las cenizas demostraron que las mismas están compuestas por un alto contenido de SiO_2 y bajo porcentaje de CaO y MgO como corresponde a los carbones árces del tipo de Río Turbio.-

Los puntos de ablandamiento, fusión y licuación fueron determinados con un aparato Leis especial constituido por una fuente de luz, horno eléctrico, dispositivo de observación y de fotografía montado sobre un banco óptico.-

La definición de los tres puntos determinados es la siguiente:

Punto de ablandamiento: es la temperatura a la cual se observa el primer signo de modificación.-

Punto de fusión: es la temperatura que la muestra toma la forma de media esfera.-

Punto de licuación: es la temperatura que la muestra se licua.-

Se efectuaron seis series de determinaciones:

1ra. serie: Cenizas carbón monte superior variando los porcentajes de cal desde 0% hasta 12,5%.-

2da. serie: Cenizas carbón monte superior variando los porcentajes de dolomita desde 0% hasta 12,5%.-

3ra. serie: Cenizas carbón monte Dorotea variando los porcentajes de cal desde 0% hasta 12,5%.-

4ta. serie: Cenizas carbón monte Dorotea variando los porcentajes de dolomita desde 0% hasta 12,5%.-

5ta. serie: Cenizas carbón monte superior variando los porcentajes de sulfato ácido de potasio de 0% a 20%.-

sta. serie: cenizas carbón manto Dorotas variando los porcentajes de sulfato ácido de potasio de 0% hasta 20%.-

De acuerdo a los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

El carbón del manto superior para que reúna la condición que las cenizas se fundan a 145.^oC debe agregarse un 6% de cal ó 7,5% de dolomita. Además se observó lo siguiente:

Para las cenizas del manto superior la disminución de los puntos de fusión y licuación es mayor empleando dolomita.-

El empleo de cal produce un aumento mayor del punto de ablandamiento que cuando se utiliza dolomita.-

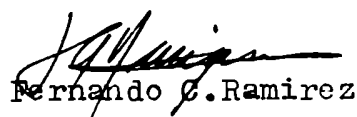
Tanto la dolomita como la cal producen un aumento del punto de ablandamiento hasta 5% de mezcla, luego de lo cual empieza a disminuir.-

Para las cenizas del manto Dorotas se observa que tanto la cal como la dolomita no producen una disminución de los puntos de ablandamiento, fusión y licuación tan pronunciadas como en los ensayos del carbón del manto superior.-

La cal actúa solamente hasta un 5%, luego produce un aumento progresivo de los puntos de ablandamiento, fusión y licuación.-

La dolomita, contrariamente que la cal, produce una disminución del punto de ablandamiento.-

Los ensayos efectuados con sulfato ácido de potasio demuestran que se necesita una gran cantidad de fundentes para obtener disminución de los puntos de fusión y además produce un gran aumento del volumen de las cenizas.


Fernando C. Ramirez

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD

DE

CIENCIAS QUÍMICAS Y NATURALES

INSTITUTO DE QUÍMICA DE JAIEN, DE

CIENCIAS QUÍMICAS Y NATURALES

TRABAJO DE GRADUACIÓN

TRABAJO PRESENTADO POR EL

SEÑOR DOCTOR EN QUÍMICA

TESIS: 1997

JUN 1997

100

Agradezco al Dr. Adolfo G. Montes y al Dr. Donato L. Bentancor por la dirección y apoyo prestado para llevar a cabo el presente trabajo.-

También quedo sumamente reconocido a Yacimientos Carbóniferos Fiscales y Agua y Energía Eléctrica por haber facilitado los laboratorios e instrumental para los ensayos realizados.-

INTRODUCCION

En la Super Central San Nicolás de Agua y Energía Eléctrica existen instaladas cuatro calderas Steinmüller que pueden quemar indistintamente carbón o petróleo.-

Cuando se quema carbón las cenizas son evacuadas automáticamente por medio de un cono de fusión.-

Al entrar en servicio estas unidades se empezó a quemar carbón importado y posteriormente se efectuaron ensayos para quemar solamente carbón nacional, proveniente de los Yacimientos de Río Turbio, encontrándose aquí una serie de inconvenientes, principalmente en lo que respecta a los puntos de fusión de las cenizas, que por ser muy altos, las mismas no podían evacuarse normalmente por el cono de fusión de las calderas.-

Debido a la potencia que genera esta central 1.400,000 kW al año y teniendo en cuenta el beneficio que representa para el país el consumo de carbón nacional, se pensó en el uso de fundentes para disminuir el punto de fusión de las cenizas y poder así quemar el carbón sin inconvenientes en este sentido.-

A raíz de este problema se originó el presente trabajo experimental:

Las características de las calderas Steinmüller es la siguiente:

Capacidad normal;	220 t/h de vapor
Capacidad máxima;	300 t/h de vapor
Presión de trabajo;	100 atm
Temperatura vapor sobre calentado;	530° C
Temperatura agua alimentación;	236° C

Las calderas fueron diseñadas para quemar carbón de la siguiente composición:

Humedad: 5%

Volátiles:	13,3%
Cenizas:	11%
Azufre:	1,5%

Poder calorífico base seca: 7.000 cal/Kg

Punto de fusión de las cenizas: 1.450°0

Diferencia entre punto de ablande y licuefacción de las cenizas: 140°0

Para mayor ilustración de este trabajo, se hace una breve reseña sobre los yacimientos de carbón de Río Turbio.-

Las primeras informaciones geológicas proceden del año 1893 y los trabajos sistemáticos de exploración carbonífera se iniciaron en el año 1942. Se ha determinado la existencia de cinco montes de carbón en ciclo sedimentario del tiempo terciario inferior e medio.-

Las características de estos montes son las siguientes: (de abajo hacia arriba) en orden de su posición estratigráfica:

Monte inferior:

Distribuido en la parte austral del yacimiento, tiene una longitud de 16 Km y una anchura de 1.500 metros.-

Monte Superior:

Similar en su distribución areal al anterior, tiene una potencia útil de 1,45 a 1,50m. Este monte y el precedentemente aludido, integran separados entre sí por un espacio sedimentario de 4 a 30 metros de espesor un complejo carbonífero en la parte baja de la mesación productiva de Río Turbio.-

Monte "B":

Irregular en su distribución aparece en el área austral y central de Río Turbio con características de mayor interés geológico y con

espesores explotables que oscilan entre 0,75- 1,90m-

Manto "A":

Fue comprobada su extensión en el centro y sur de Río Turbio y ofrece un espesor promedio de 1 m. Su longitud es de unos 35 kilómetros y su anchura media de unos 1.500m.-

Manto Dorotea:

Formado de 5-8m encima de los mantos "A" y "B", este manto de 1.500m promedio de espesor y con una anchura de 3-5 kilómetros, tiene una longitud de unos 47 kilómetros desde Cancha Carrera, en la parte Norte de la cuenca al límite con Chile en el sector meridional, siendo el manto más importante por su calidad y reservas.-

Los mantos explotados hasta el presente son el Superior y Dorotea.-

Los carbones están comprendidos dentro de los tipos subbituminosos "A" y bituminosos alto volátil "C" de acuerdo a la clasificación por rangos de A.S.T.M.-

Los análisis tipos de estos carbones son los siguientes:

<u>Manto</u>	<u>Superior</u>	<u>Dorotea</u>
Humedad	6,6 %	7 %
Materias volátiles	34 %	35 %
Carbón fijo	44 %	46 %
Cenizas	15,4%	11 %
Azufre Total	0,7%	1,19%
Punto de ablandamiento cenizas	1209°0	1250°0
Punto de fusión cenizas	1540°0	1315°0
Punto de licuación cenizas	1552°0	1342°0
Diferencia	343°0	90°0

La producción carbonífera de Río Turbio y las cantidades de carbón importado se puede apreciar en el cuadro que sigue:

<u>Año</u>	<u>Producción Río Turbio tn.</u>	<u>Importación carbón tn.</u>
1950	23.956	1.447.087
1951	36.645	2.167.638
1952	108.939	1.740.288
1953	80.516	1.183.920
1954	92.523	1.506.161
1955	132.817	1.177.841
1956	149.024	1.347.079
1957	203.238	1.194.191
1958	259.457	1.337.523
1959	297.222	1.265.178
1960	265.275	1.394.737

Del carbón producido por Río Turbio 20% se utiliza en la Super Central San Nicolás, mezclado con carbón importado.-

El hogar de las calderas instaladas en la Super Central San Nicolás son del tipo de cono de fusión para la evacuación de las cenizas, siendo las únicas calderas de este tipo instaladas en el país hasta el presente, no obstante, con el avance de la técnica sobre estos diseños y teniendo en cuenta las posibilidades de aprovechamiento de las escorias en caminos, construcción, como aglomerado volcánico, etc., es muy factible que en un futuro no muy lejano se instalen calderas similares, siendo este el motivo por el cual se ha estudiado el comportamiento, de las cenizas del manto Dorotea con fundentes.-

Los hogares de las calderas son diseñados de acuerdo al combustible a utilizar y en el caso como el presente de quemar carbón y evacuar las cenizas automáticamente por medio de un cono de fusión, se deben tener en cuenta una serie de factores tales como la cantidad de cenizas, su vis-

cosidad y principalmente sus puntos de fusión para poder evacuar las cenizas por el cono.-

Tiene importancia la diferencia que existe entre el punto de ablandamiento y el punto de licuación, ya que carbones con puntos más bajos que la especificación producen espantamiento en el cono y puntos muy altos de licuación no permiten la evacuación, es decir, que cuando las cenizas llegan al cono de fusión deben tener una viscosidad óptima.-

De acuerdo a su dureza los carbones se pueden clasificar en duros o blandos (1) J. Madoll, y las cenizas provenientes de los mismos tienen diferente composición. A los primeros corresponde cenizas con alto contenido de silicio y a los segundos alto contenido de óxido de calcio. A su vez, la composición de las cenizas determinan sus los puntos de fusión como altos ó bajos.-

El carbón de Río Turbio por estar comp. en sí mismo dentro de los carbones duros, debido a su alto contenido de silicio y bajo contenido de óxido de calcio y magnesio, tiene un punto de fusión de las cenizas alto, principalmente el carbón proveniente del manto superior y la diferencia entre el punto de ablandamiento y licuación también es alta.-

Según la literatura actual la selección de los fundentes que pueden utilizarse con fines prácticos para disminuir los puntos de fusión de las cenizas de carbón se puede seleccionar entre los siguientes:
(1) B. y H. Sager and, J.B.Ma. I.L. Socy.-

Compuesto de calcio:

Es el tipo mas común de fundente y normalmente se obtiene en forma de CO_2Ca o como $(HO)_2Ca$.-

Compuestos de hierro:

Compuestos con alto contenido de hierro pueden usarse efectiva-

mente como fundentes, pero normalmente su precio es muy alto. El hierro o compuestos de hierro tienden a separarse de la escoria bajo condiciones adversas de operación, por lo cual su uso debe hacerse con mucha moderación.

Compuestos de magnesio:

Los compuestos de magnesio son muy similares al calcio en su uso como fundentes. Si bien estos compuestos son algo costosos en muchas localidades existen depósitos naturales de dolomita que pueden utilizarse como fundentes.

Compuestos de sodio:

Los compuestos de sodio son muy efectivos como fundentes y son a menudo usados como CO_2Na_2 ó SO_4Na_2 como emergencia. La literatura publicada indica que los compuestos de sodio probablemente contribuyen al ensuciamiento de las calderas, no siendo recomendable su uso continuo.

Compuestos de potasio:

El efecto de los compuestos de potasio sobre las escorias, todavía no está bien definido y no ha sido investigado en toda su extensión. (S. K. Indell and Zaulesk. Estos no son considerados tan efectivos como los compuestos anteriores. Algunos autores sugieren que en algunos casos aumenta la viscosidad de la escoria.

La selección de los fundentes a utilizar en los ensayos tuvo que realizarse de manera que el fundente reuniera una serie de condiciones a saber:

1°) Un porcentaje bajo del fundente agregado al carbón debía producir una fuerte baja del punto de fusión. Esta condición es muy importante debido que todo agregado de fundente incrementa proporcionalmente el contenido final de cenizas y este está limitado por las características

de las calderas para poder efectuar su evacuación.-

2°) No debía producir gases corrosivos, pues los mismos producirían corrosiones en los tubos de calderas, sobre calentador, chimenea, etc.-

3°) No debía reaccionar con los ladrillos refractarios para evitar la rápida destrucción del hogar.-

4°) No debía de cambiar de volumen por las dificultades que ocasionaría su evacuación.-

Dentro del órden económico, el producto aparte de ser nacional debía producirse en abundancia y a un costo económico.-

La elección recayó sobre la caja y la solonita como fundentes básicos, por ser los que reúnen las condiciones enunciadas más arriba.-

Como fundente ácido se ensayó el sulfato ácido de potasio, más bien con fines de conocer su comportamiento con las cenizas, ya que las sales de potasio han sido poco o nada estudiadas para este fin.-

PARTE EXPERIMENTAL**Carbón:**

se partió de dos muestras de carbón, una correspondiente al manto superior y la otra al Manto Dorotea.-

Ambas muestras fueron flotadas entre 1,3 y 1,75 y respondían a las siguientes características:

	<u>Manto Superior</u>	<u>Manto Dorotea</u>
Humedad	4,3 %	4,7%
Materias volátiles	35,95%	39,0%
Carbón fijo	42,1 %	41,58%
Cenizas	18,1 %	13,95%
Azufre total	0,8 %	1,09%
Poder cal. superior	6110 Cal.	6220 Cal.

Para obtener las cenizas a fin de proceder a su análisis, se pulverizó por separado cada muestra de carbón, se calentó en crisol de platino sobre un mechero, hasta total eliminación de las materias volátiles y luego se llevó a estufa a 750°O durante 3 horas.-

Para determinar silice, se diagra ó la muestra con carbonato de sodio, se tomó con ClH y se efectuaron 3 evaporaciones, se tomó el residuo con agua destilada y se filtró, luego se calcinó y se volatilizó la silice con NH y CO_2H_2 .-

En el filtrado, se determinó Fe y Al habiendo previamente separado el platino proveniente del crisol con HCl .- El líquido filtrado se trató con agua de bromo para oxidar el hierro y se precipitó en caliente con amoníaco, se filtró y lavó el precipitado con agua caliente, se volvió a disolver el precipitado con ClH NH , y se reprecipitó con amoníaco, se lavó con agua conteniendo NO_2NH_2 y todavía húmedo el precipitado se calcinó en el crisol de platino junto con el residuo proveniente de la

evaporación de la sílice; obteniéndose así la suma de los óxidos de Fe y Al.-

Para la determinación del hierro se trató el residuo con pirofosfato de potasio, se extrajo la porción soluble con agua acidulada con SO_2H_2 y se determinó el Fe con MnO_4K N/10 previa reducción con Sn_2 .-

En el filtrado proveniente de la determinación de Fe y Al, se determinó el Ca precipitándolo con solución de oxalato de amonio en medio amoniacal, luego se disolvió con SO_2H_2 caliente y se tituló con MnO_4K N/10.-

El magnesio se determinó precipitándolo con fosfato de amonio en medio amoniacal y se pesó como pirofosfato de magnesio.-

El azufre se determinó precipitándolo con Os_2Ba_2 y se pesó como Os_2Ba_2 .-

El resultado de estos análisis es el siguiente:

Composición de las cenizas

	<u>Mante Superior</u>	<u>Mante Dorada</u>
Anhidrido silíceo (SiO_2)	51,10 %	44,80 %
Oxido de aluminio (Al_2O_3)	30,66 %	26,79 %
Oxido de hierro (Fe_2O_3)	8,67 %	10,46 %
Oxido de calcio (CaO)	7,88 %	12,17 %
Oxido de Magnesio (MgO)	0,18 %	2,18 %
Anhidrido sulfúrico (SO_2)	1,93 %	2,63 %

Fundentes:

Para el análisis de los fundentes se siguieron técnicas semejantes a las mencionadas mas arriba para la determinación de la composición de las cenizas.-

La cal utilizada en estas experiencias tenía la siguiente composición:

Humedad	0,52 %
Insoluble	10,56 %

Oxido de hierro (Fe_2O_3)	3,90%
Oxido de Aluminio (Al_2O_3)	0,25%
Oxido de calcio (CaO)	66,64%
Oxido de magnesio (MgO)	3,5%
Pérdida por calcinación	15,3%

La dolomita utilizada respondía a los siguientes valores:

Humedad	0,9%
Insoluble	6,69%
Oxido de hierro y	
Oxido de aluminio	21,42%
Oxido de calcio	24,12%
Oxido de magnesio	20,21%
Pérdida por calcinación	42,12%

El sulfato ácido de potasio se utilizó como droga pura.-

Para la determinación de los puntos de calentamiento, fusión y licuefacción, se utilizó un aparato Leitz especial para este tipo de determinaciones.-

Esto se constituye de una fuente de luz, horno eléctrico, dispositivo de observación y de fotografía, mantenido todo sobre un banco óptico.-

La fuente de luz es una lámpara, de acuerdo a normas DIN dentro de una pantalla hermética a la luz, la cual es controlable y regulable, por medio de un transformador de resistencia.-

El horno es de cubo provisto de un tubo cerámico herméticamente cerrado a los gases, de controlable y puede ser graduado por medio de una resistencia de regulación normal de escala fina a diferentes velocidades de calefacción. La carga del horno se observa en un superímetro.-

El horno tiene un tubo de entrada y otro de salida, destinados a introducir o sacar gases a voluntad. Las puntas del tubo se cierran por medio de placas de cuarzo.-

La instalación de observación y fotografía está compuesta de un microscopio con ocular montado fijo, inclusive placas de coordenadas, rayada, un cristal opaco colocado al costado y un soporte para la cámara. La imagen de sombra de la muestra se aumenta unas cinco veces aproximadamente.-

El aparato de medición de temperatura está compuesto de un termop elemento de Pt, Rh, Pt, con su indicador correspondiente.-

Los ensayos pueden realizarse en atmósfera oxidante ó reductora.

Las definiciones de los tres puntos a determinar son las siguientes:

Punto de ablandamiento:

Es la temperatura a la cual se observa el primer signo de ablandamiento de la ceniza, se lo distingue por la modificación de la superficie, por el redondeamiento de los bordes o cuando ésta comienza a hincharse.-

Punto de fusión:

(Punto de media esfera). Es la temperatura a la cual la muestra en ensayo se funde, convirtiéndose en una masa media esfera.-

Punto de licuefacción:

Es la correspondiente a la temperatura en la cual la muestra en ensayo se licua.-

Preparación de la muestra: (Norma DIN)

Se calcina el carbón previa eliminación de las materias volátiles y luego se calcea en mafia a 750°C-25°C durante dos horas, se deja enfriar y se tritura en mortero de agata hasta que toda la ceniza pase por

por un tamiz 0,080 D.M. luego se coloca nuevamente en la mafia durante dos horas a 650°C.-

De la ceniza así preparada se toma una porción de 0,2 a 0,3 gramos y se humedece con una gota de agua destilada, luego se prensa en el aparato especial para hacer las pastillas, obtenida ésta se coloca sobre una placa de cerámica.-

Para la determinación se sigue el siguiente régimen de calentamiento: durante la primera hora se gradua el calentamiento a razón de 16°C por minuto y luego se sigue con un calentamiento de 5°C, por minuto.-

En este ensayo experimental se trabajó con atmósfera oxidante, por ser la que prevalece en las calderas en la zona de evacuación de las cenizas.-

Los fundentes fueron tamizados de nuevo y pasaron por la malla 0,080 D.M.-

Para los ensayos se efectuaron diferentes mezclas entre las cenizas y los fundentes, con lo cual se efectuaron 6 series de ensayos a saber:

- 1°) Serie Cenizas Manto Superior variando los porcentajes de cal desde 0% hasta 12,5%.-
- 2°) Serie Cenizas Manto Superior variando los porcentajes de Dolomita desde 0% hasta 12,5%.-
- 3°) Serie Cenizas Manto Directo variando los porcentajes de cal desde 0% hasta 12,5%.-
- 4°) Serie cenizas del Manto Directo variando los porcentajes de Dolomita de 0% hasta 12,5%.-
- 5°) Serie Cenizas del Manto Superior variando los porcentajes de sulfato ácido de potasio de 0% hasta 20%.-
- 6°) Serie Cenizas del Manto Directo variando los porcentajes de sulfato ácido de potasio desde 0% hasta 20%.-

Los resultados se describen en los cuadros del I al VI como también las correspondientes curvas a cada determinación.-

Las fotografías obtenidas durante las determinaciones se observan en las hojas 20-24

En los ensayos realizados con Cal y Dolomita se llegó con las mezclas hasta un 12,5% de fundentes ya que con mayor cantidad aparte de resultar antieconómico al incorporar mayor cantidad de cenizas al sistema, no podrían ser evacuadas.-

En los ensayos utilizando el 30 4HK como fundentes, se debió llegar hasta el 20%, en vista que con mezclas menores no tenía mayormente influencia sobre los puntos de fusión de las cenizas.-

Cuadro I

Cenizas Manto Superior-Fundente Cal

<u>Fundente</u>	<u>Punto de Ablandamiento °C</u>	<u>Punto de Fusión</u>	<u>Punto de Licuefacción °C</u>	<u>Diferencia</u>
0	1209	1540	1552	343
5	1225	1450	1460	165
10	1232	1345	1372	110
12,5	1250	1340	1358	78

Cuadro II

Cenizas Manto Superior-Fundente Dolomita

0	1209	1540	1552	343
5	1235	1440	1450	185
10	1232	1310	1330	107
12,5	1208	1255	1298	90

Cuadro III

Cenizas Manto Dorotas-Fundente Cal

0	1252	1315	1342	90
5	1260	1310	1321	71
10	1278	1325	1342	64

Quadro III (Cont.)

<u>Fundente</u>	<u>Punto de Ablandamiento °C</u>	<u>Punto de Fusión</u>	<u>Punto de Licuación °C</u>	<u>Diferencia</u>
12,5	1283	1348	1369	86

Quadro IV

Genizas Monte Doroteo - Fundente Dolomita

0	1252	1315	1342	90
5	1242	1306	1322	80
10	1250	1300	1312	62
12,5	1258	1285	1305	47

Quadro V

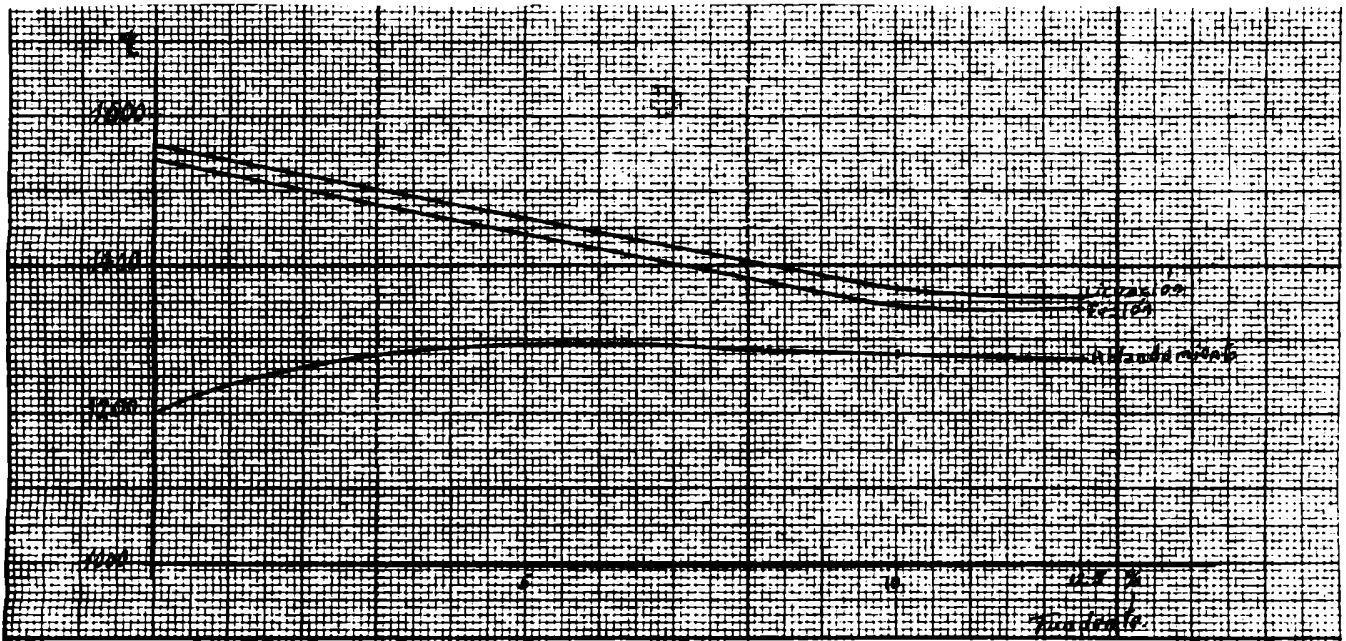
Genizas Monte Superior-Fundente Sulfato Acido de Potasio

0	1209	1540	1552	343
5	1208	1538	1550	342
10	1209	1540	1552	343
15	1200	1500	1520	320
20	1190	1440	1480	290

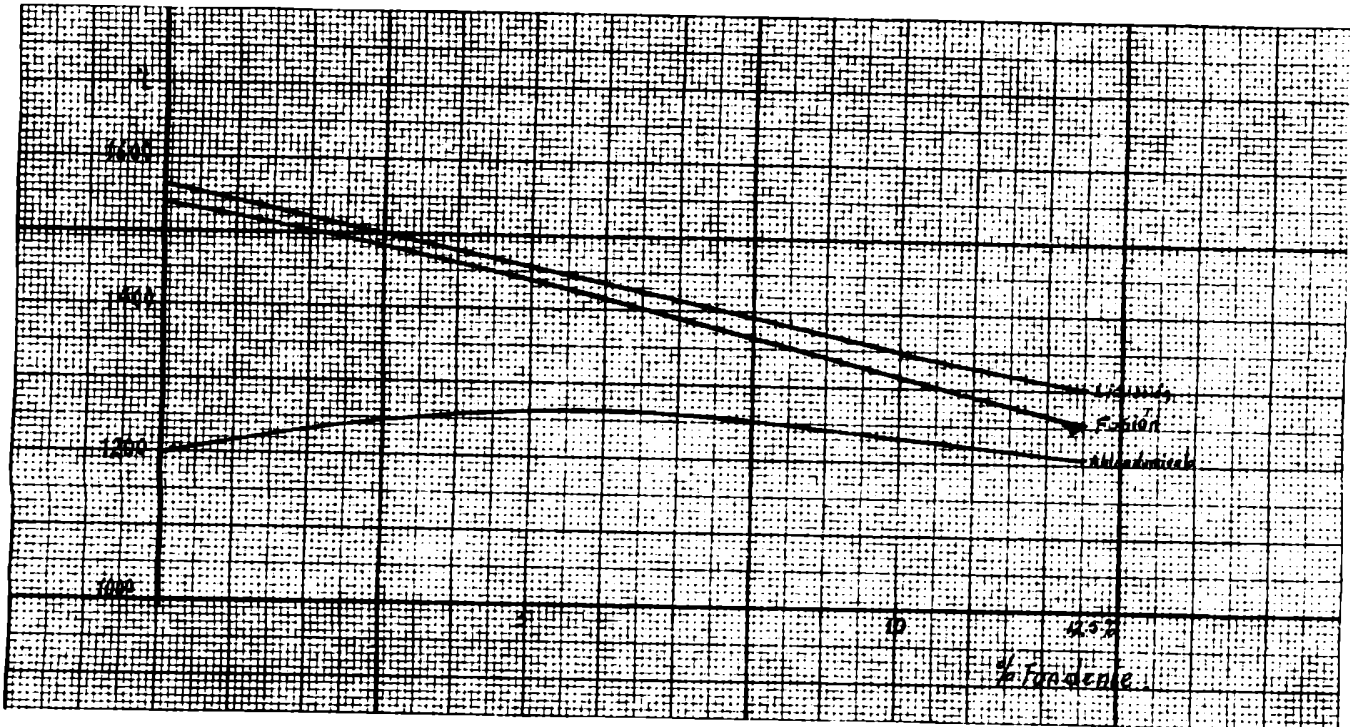
Quadro VI

Genizas Monte Doroteo-Fundente Sulfato Acido de Potasio

0	1252	1315	1342	90
5	1250	1315	1342	92
10	1250	1315	1325	75
15	1240	1305	1320	80
20	1230	1290	1305	75



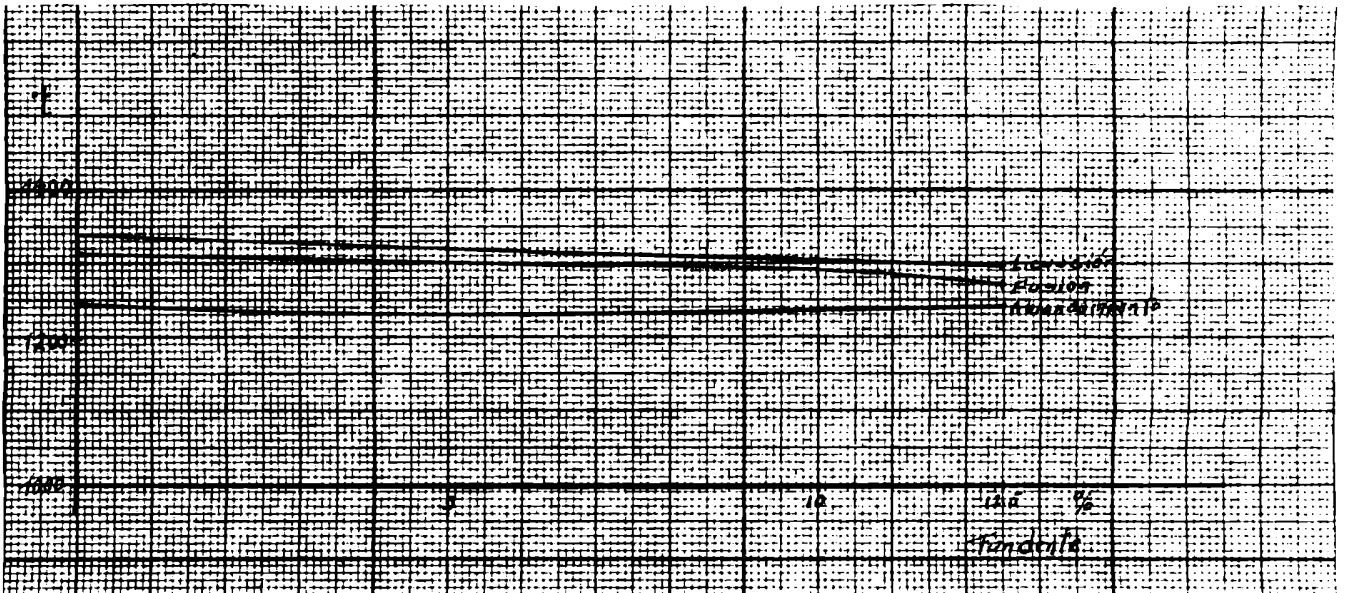
Cenizas e carbón Manto Superior - fundente ca1



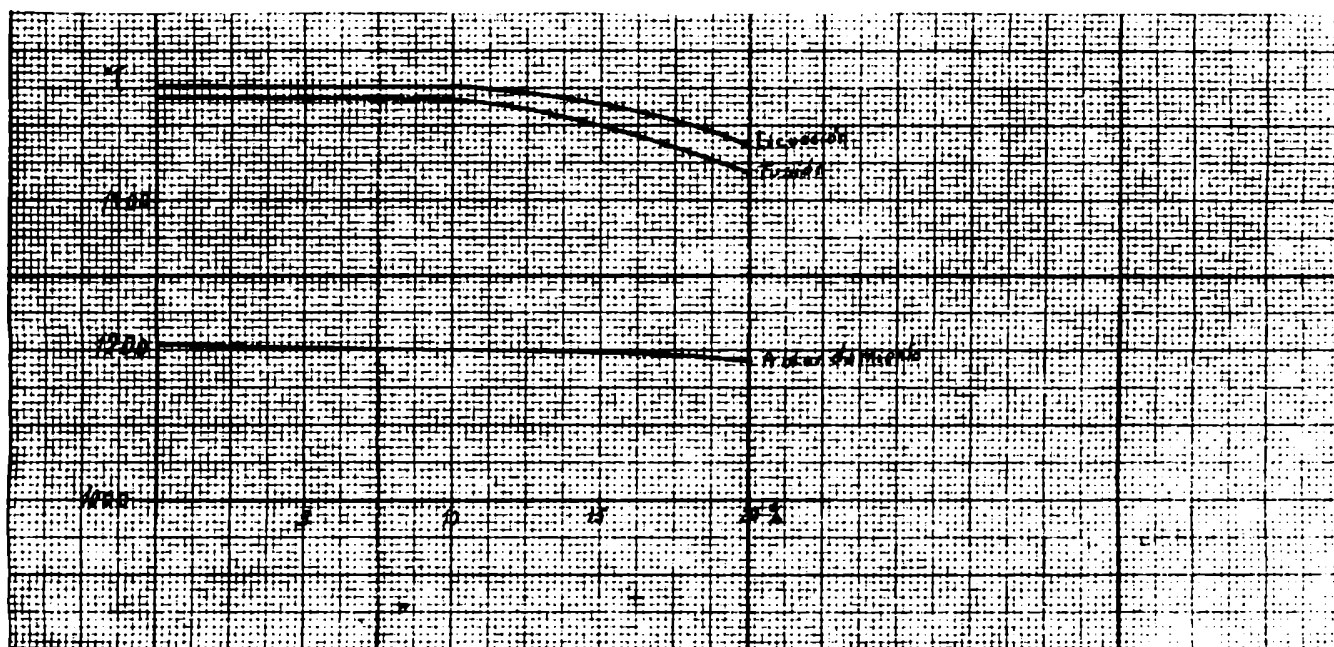
Cenizas e carbón Manto superior-fundente Dolomita



Cenizas carbón Manto Dorotea - fundente FeO.



Cenizas carbón Manto Dorotea - fundente Dolomita.

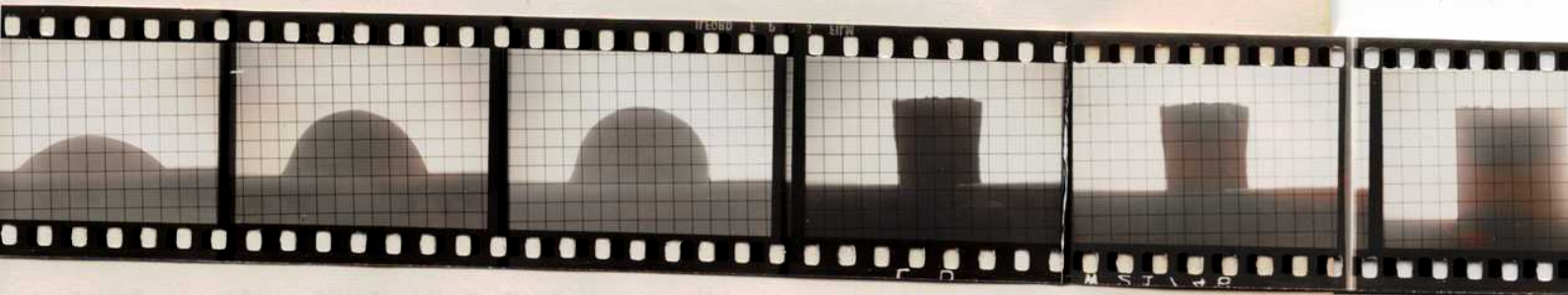


Coniza carbón Monte Superior - fundente sulfato ácido de potasio.-

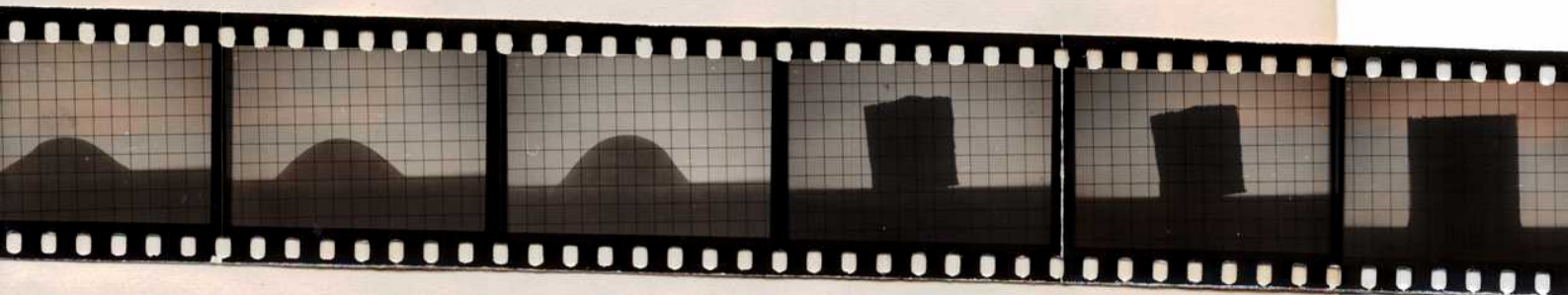


Conizas carbón Monte Dorotea - fundente sulfato ácido de potasio.-

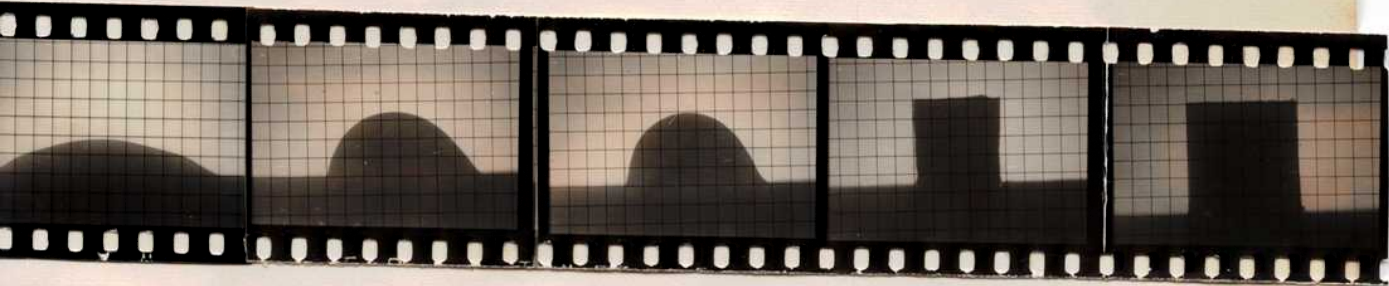
FOTOGRAFIAS



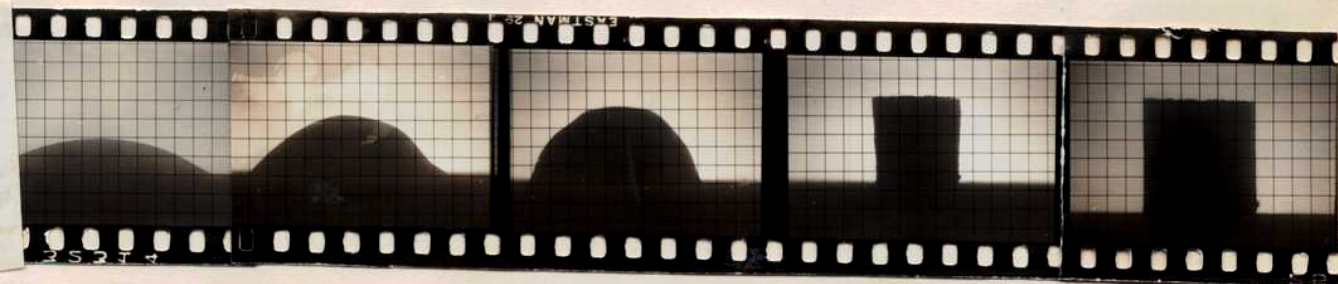
Genizas carbón Manto Superior.-



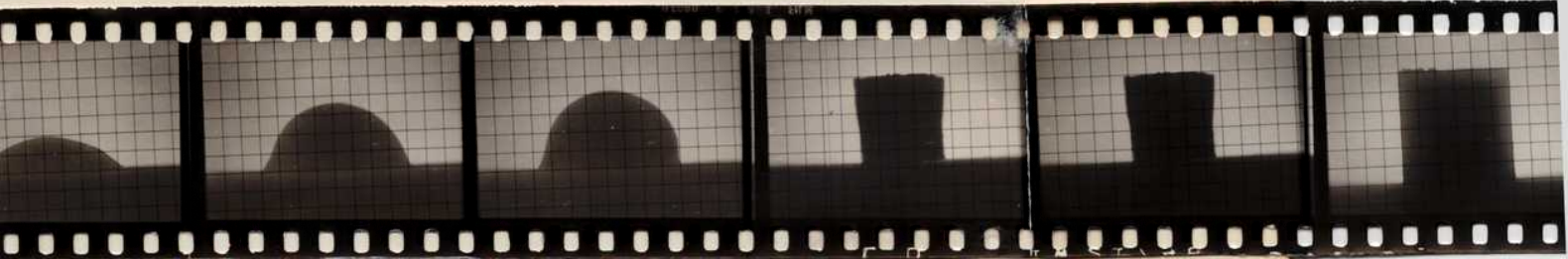
Genizas carbón Manto Superior con 5% de cal.



Geniza carbón Manto Superior con 10% de cal.



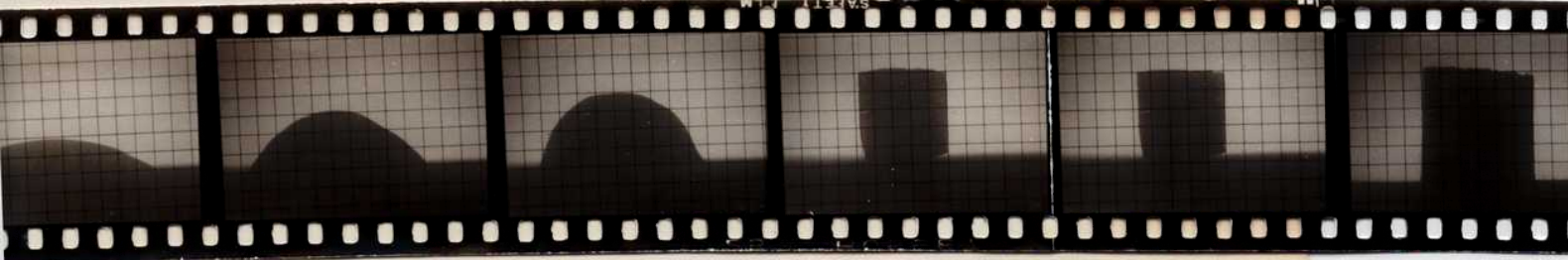
Genizas carbón Manto Superior con 12,5% de cal.



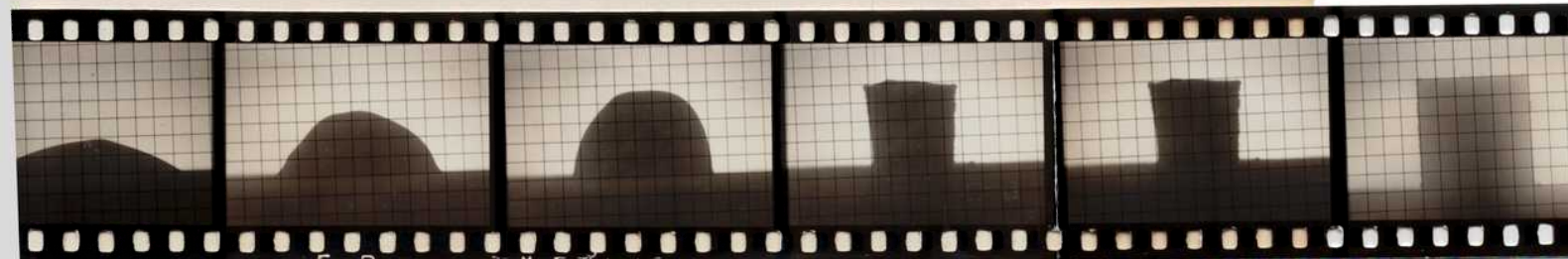
nizas carbón Manto Superior con 5% Dolomita.-



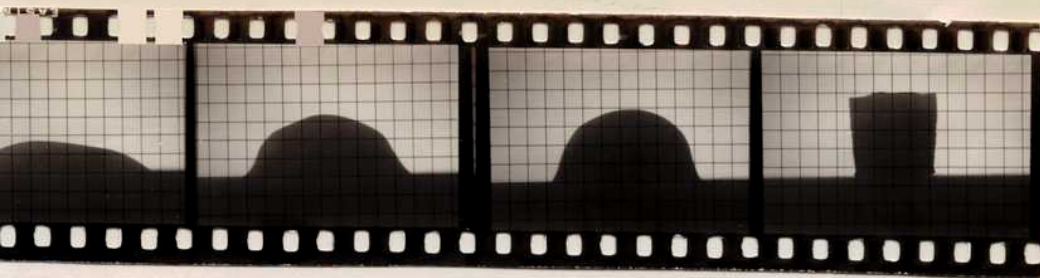
nizas carbón Manto Superior con 10% Dolomita.-



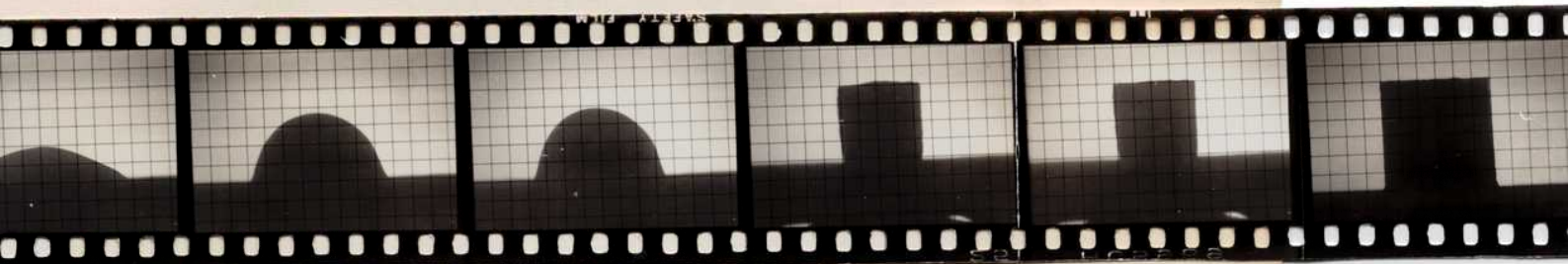
nizas carbón Manto Superior con 12,5% Dolomita.-



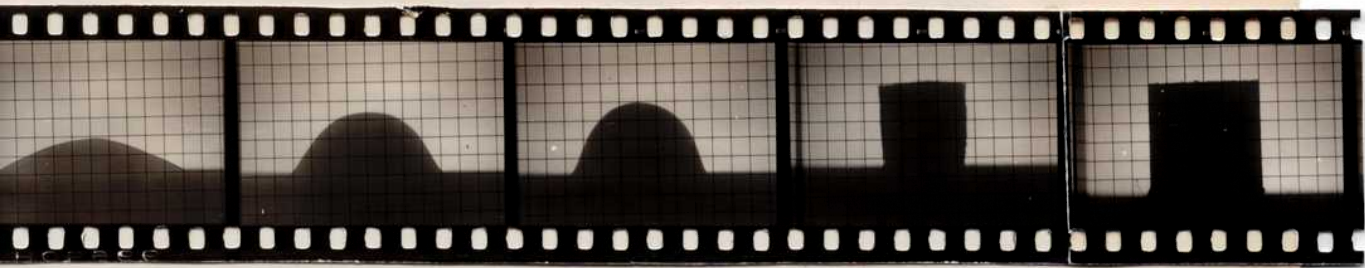
nizas carbón Manto Dorotas.-



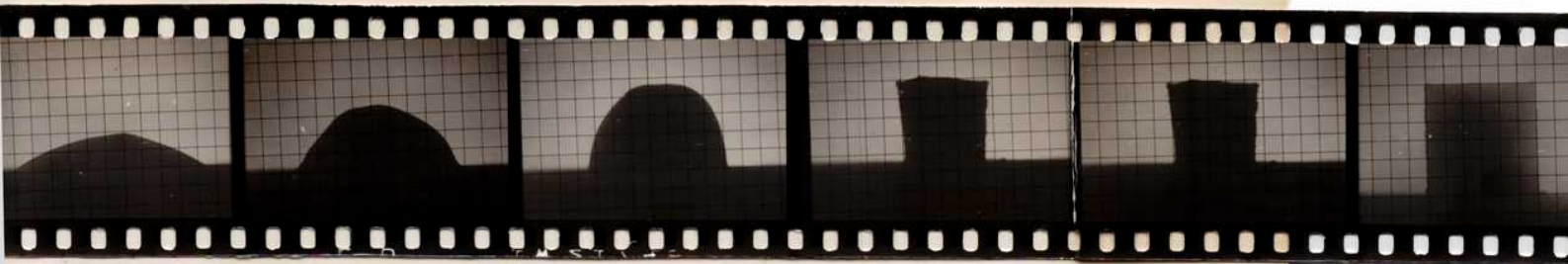
enizas carbón Manto Dorotea con 5% cal.



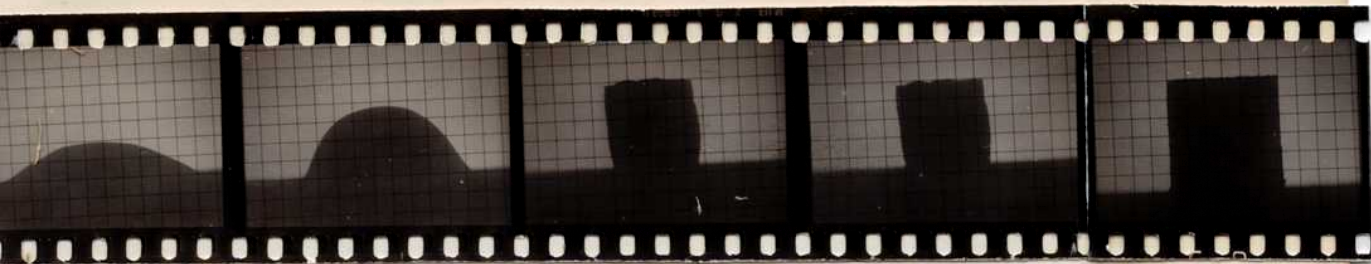
enizas carbón Manto Dorotea con 10% cal.



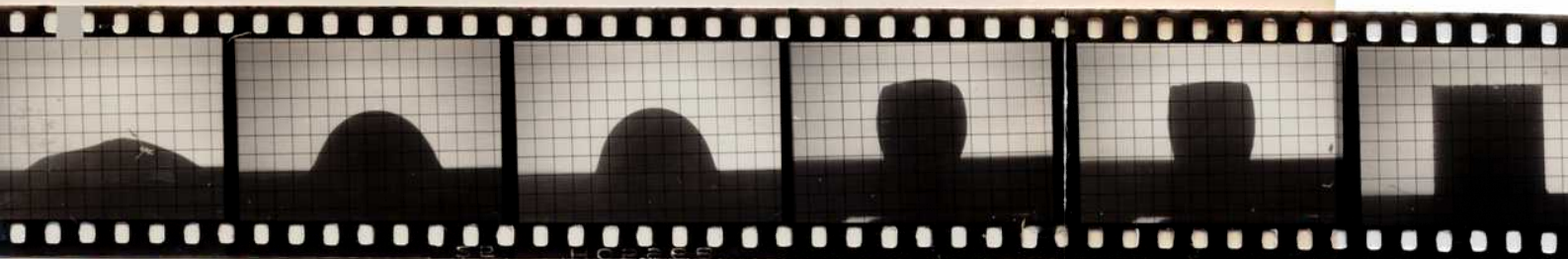
enizas carbón Manto Dorotea con 13,5% cal.



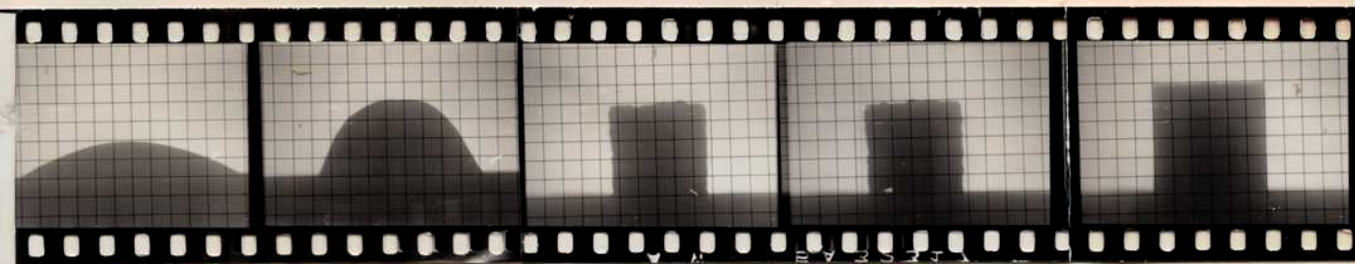
enizas carbón Manto Dorotea con 5% Dolomita



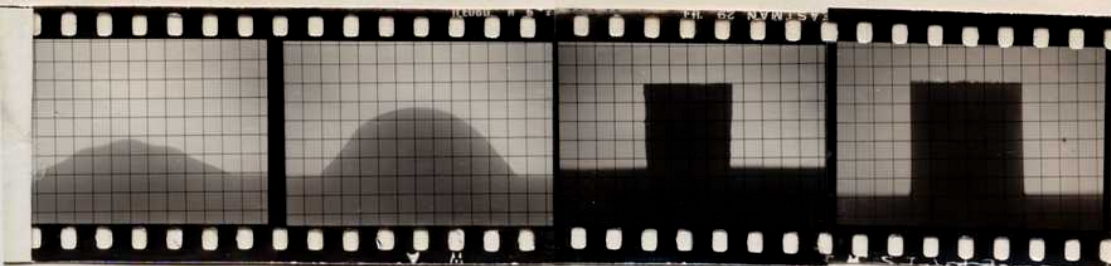
) Cenizas carbón Hanto Dorotea con 10% Dolomita.-



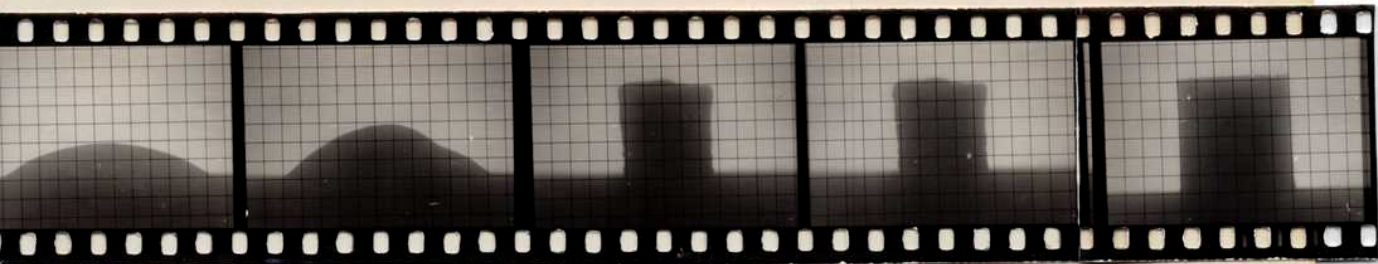
) Cenizas carbón Hanto Dorotea con 12,5% Dolomita.-



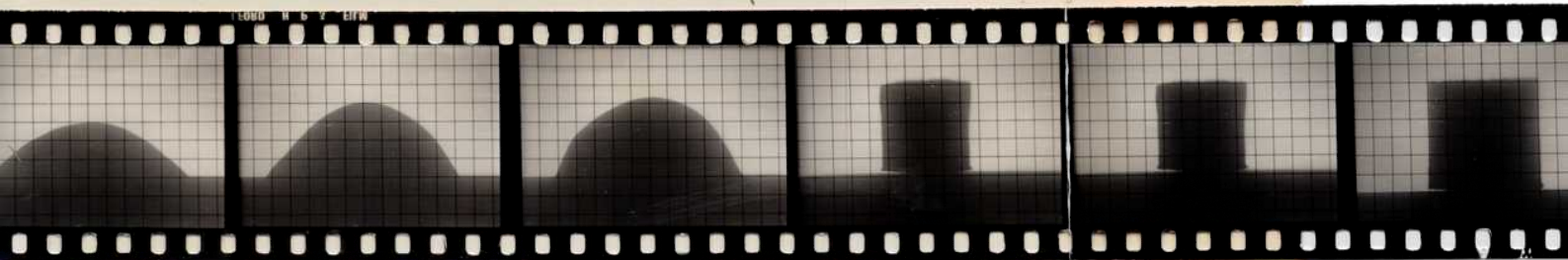
) Cenizas carbón Hanto Superior con 15% SO₄ HK



) Cenizas carbón Hanto Superior con 20% SO₄ HK.-



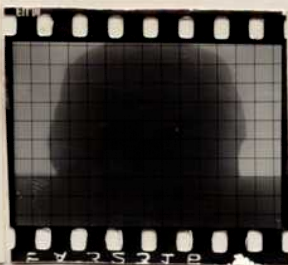
Genizas carbón Manto Dorotea con 10% de SO₄ HK



Genizas carbón Manto Dorotea con 15% de SO₄ HK



Genizas carbón Manto Dorotea con 20% de SO₄ HK



Genizas carbón Manto Superior con 15% SO₄ HK a 1.300 °C

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos realizados, las cenizas del carbón del manto superior para que reúnan la condición que el punto de fusión se encuentre en los 1450°C y la diferencia entre los puntos de ablandamiento y licuación no sea superior a 140°C, debe agregarse un 6% de cal ó 7,5% de dolomita.-

Además, se observa que el comportamiento de la cal y la dolomita sobre las cenizas de los carbones de los mantos superior y Dorotea es diferente.-

Para las cenizas del manto superior se encuentra:

- 1°) La disminución de los puntos de fusión y licuación es mayor empleando dolomita.-
- 2°) El empleo de la cal produce un aumento mayor del punto de ablandamiento que cuando se utiliza dolomita.-
- 3°) Tanto la dolomita como la cal producen un aumento del punto de ablandamiento hasta el 5% de mezcla, luego de lo cual empieza a disminuir.-

Para las cenizas del manto Dorotea se observa:

- 1°) Tanto la cal como la dolomita no producen una disminución de los puntos de ablandamiento, fusión y licuación tan pronunciada como en los ensayos del carbón del manto superior.-
- 2°) La cal actúa solamente hasta un 5%, luego produce un aumento progresivo de los puntos de ablandamiento, fusión y licuación.-
- 3°) La dolomita contrariamente que la, cal produce una disminución del punto de ablandamiento.-

Los diferentes comportamientos de ambos fundentes pueden ser utilizados para corregir los puntos de fusión de las cenizas y poder así utilizar el carbón en hogares donde sus especificaciones técnicas permiten utilizar solamente determinado tipo de carbón.-

Los ensayos efectuados con sulfato ácido de potasio demuestran que se necesita una cantidad mucho mayor de fundente para disminuir los

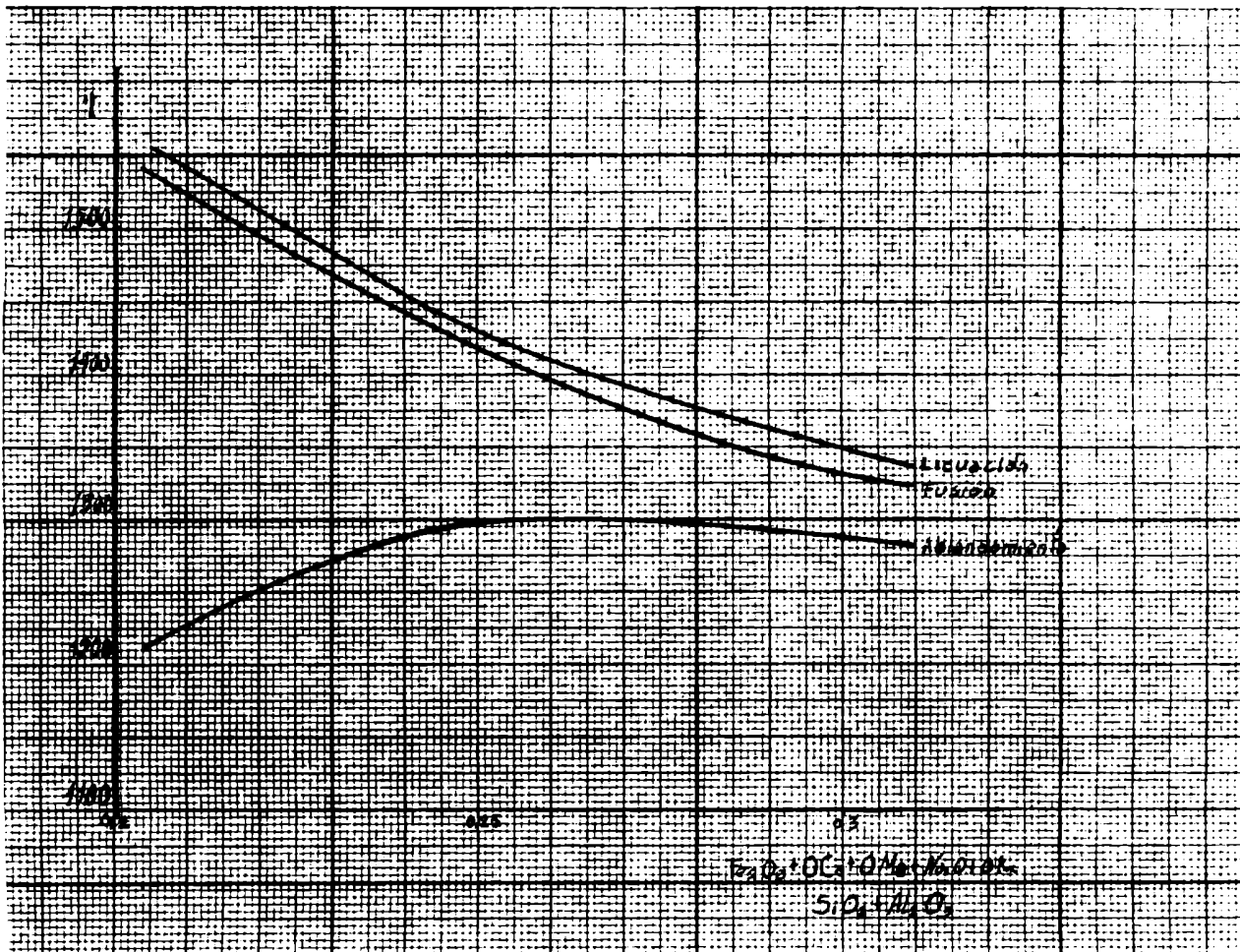
puntos de fusión y además tiene el inconveniente de producir un gran aumento del volumen de las cenizas, como se aprecia en las fotografías de la pág. 24

Finalmente, se ha relacionado los puntos de ablandamiento, fusión y licuefacción con la relación ácido base
$$\frac{CaO + MgO + Na_2O + K_2O}{SiO_2 + Al_2O_3}$$

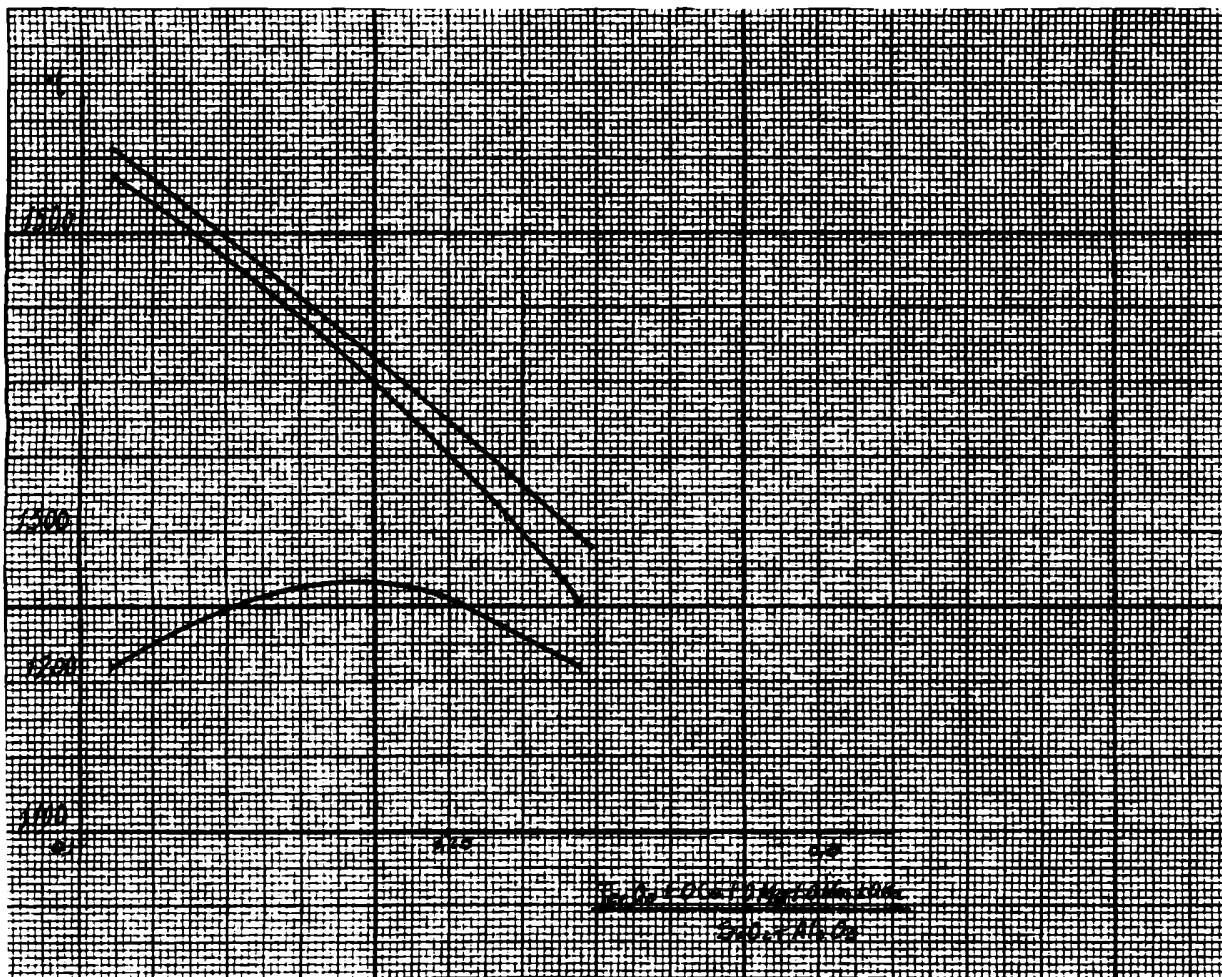
obteniendo las curvas de las pág. 26-28

Además, con dichas curvas se puede obtener aproximadamente el punto de fusión de las cenizas que se obtendrá variando los componentes de las cenizas.-

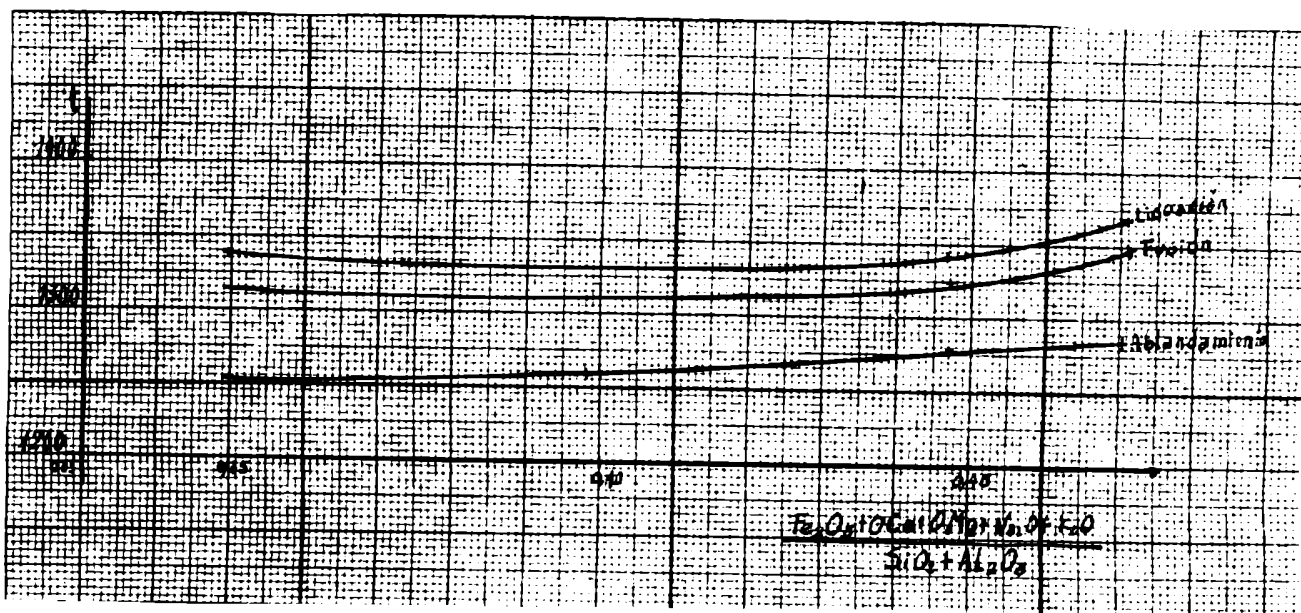
Gráficos:



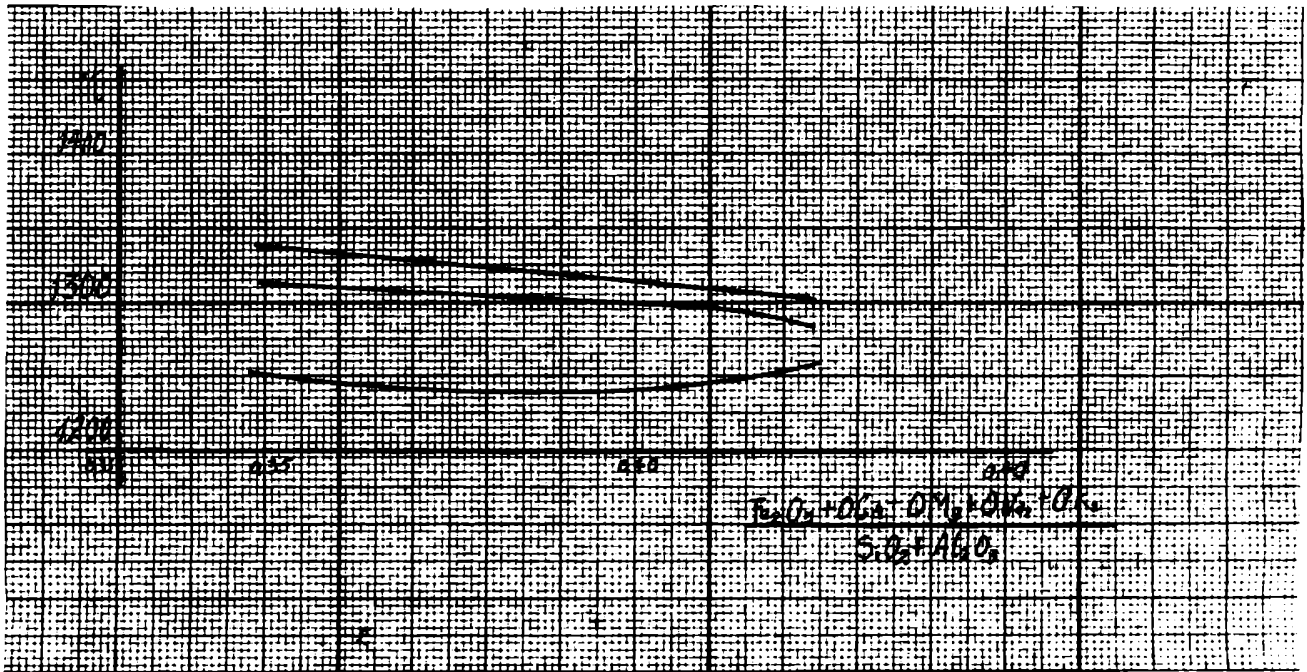
Cenizas carbón Manto superior - fundente cal.-



Cent as carbón Monte Superior - fundente Dolomita,-



Jenizas carbón Monte Dorotea - fundente cal,-



Cenizas carbón Manto Dorotea - fundente Dolomita

ESTUDIO ECONOMICO

A continuación se realiza un estudio económico para determinar la conveniencia de utilizar cal o dolomita como fundente.-

Se toma como base los siguientes costos:

Carbón Río Turbio:	m\$ 1.180.- ton.
Dolomita	" 1.100.- "
Cal hidratada	" 2.380.- "

Como se ha demostrado, en este trabajo experimental, para que las cenizas del carbón del manto superior reúna las especificaciones necesarias para su fácil evacuación, debe asegurarse un 6 % de cal o 7,5% de dolomita en las cenizas.-

Siendo el tenor de cenizas del manto superior del 18% para cada 100 Kg de carbón deberán agregarse 1,1 Kg de cal o 1,35 Kg de Kg de dolomita.-

Incidencia de costos:

100 Kg carbón Río Turbio:	m\$ 118.-
1,1 Kg cal:	<u>2,62</u>
	m\$ 120,62
100 Kg carbón Río Turbio:	" 118.-
1,3 Kg dolomita:	<u>1,45</u>
	<u>m\$ 119,45</u>

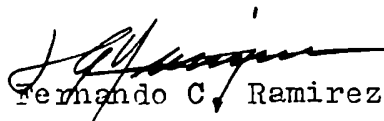
De aquí resulta que la incidencia sobre el costo del carbón resultará de 1,22% usando dolomita y de 2,22% con cal.-


Como ya se explicó, en la elección del uso del fundente debe tenerse en cuenta que el aumento de cenizas sea mínimo. Como para la cal la pérdida por calcinación es de 15,3% el total de cenizas será de 23,4%, mientras que usando dolomita con una pérdida por calcinación de 42,13% el total de cenizas será de 22,45%, es decir, que tanto por costo como por tenor final de cenizas en el caso especial en cuestión, es más conveniente el

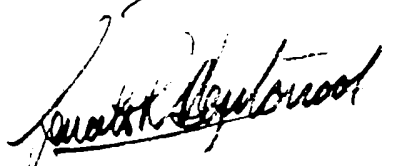
uso de dolomita con fundente para quemar carbón del manto superior
de Río Turbio.-

BIBLIOGRAFIA

- 1) J. SUDELL, Efectos de las cenizas sobre la formación y fusión de las cenizas de carbón, Silicates Industry 22 -156-9 (1957).-
- 2) A. y R. SAGRE, J. E. M. I. L. Roy Relationship of Coal Ash Viscosity to Chemical Composition, Combustión Noviembre 1959.-
- 3) SUDELL K. and ZAULNOK, Relations between chemical composition and Viscosity of Liquid Coal Slags in Melting Furnaces, Bergbau und Energie virt shaft 1950 vol 3 N° 2 y 3 pp. 42,50,70,73.-
- 4) NICOLLAS P. and RYD W.T. Fluxing of Ashes and Slags as related to the Shagging type furnace, ASME vol. 54 - 1932.-
- 5) RYD W.T. and COHEN P. The Flow Characteristics of Coal Ash Slags in the Solidification Range ASME pp83-97 Mayo 1944.-
- 6) D. L. HANNA and TIE BOO YEE, Viscosity Studies of System CaO, CaO, Al_2O_3, SiO_2 Journal of the American Ceramic Society Vol 28 N° 11-1945.-
- 7) ARGUMENTO, Combustibles y combustión.-
- 8) SCOTT, Methods Standard of Analysis.-
- 9) INDUSTRIA y QUIMICA, Vol. XX año 1960.-
- 10) Hall, Tratado de análisis químico.-


Fernando C. Ramirez


Dr. Adolfo L. Montes


Dr. Donato L. Bentancor