



**PROYECTO DE INVESTIGACION SOBRE LA APLICACION  
DEL CARBON EN EL PROCESO CERAMICO  
ARTESANAL DE RAQUIRA  
CODIGO: 0175 - 06 - 003 - 90**

**PROYECTO 1: SUSTITUCION DE LA LEÑA POR EL CARBON  
EN LA QUERMA DE CERAMICA  
DISEÑO Y FABRICACION DE UN  
HORNO OPERADO CON CARBON**

**TIDAD EJECUTORA: ARTESANIAS DE COLOMBIA S. A.**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL: MANUEL ANTONIO BONILLA RIVAS**

**CONSULTORES: MARIO HECTOR MENDEZ BENAVIDES. QUIMICO  
JAIME RUIZ GONZALEZ. ING. CIVIL.**

**SANTAFE DE BOGOTA D. C. MARZO 4 DE 1992**

## INDICE

- 0. Introducción
- 1. Diseño y Construcción de un horno a base de carbón de llama invertida.
  - 1.1 Diagnóstico sobre los hornos existentes.
  - 1.2 Propuesta para la construcción del horno en el Centro Artesanal de Ráquira.
- 2. Estudio de carbones y arcillas de la región utilizados en el proceso cerámico artesanal.
  - 2.1 Análisis próximo de carbones.
  - 2.2 Evaluación de la eficiencia en la combustión
  - 2.3 Análisis físico mecánico de arcillas
  - 2.4 Análisis químico de arcillas.
  - 2.5 Análisis físico cerámico de arcillas.

## I N T R O D U C C I O N

Ante la problemática que suscita el alto nivel de deforestación y contaminación ambiental asociados a la producción de cerámica en el Municipio de Ráquira, tres Entidades de carácter oficial, COLCIENCIAS, CARBOCOL y ARTESANIAS DE COLOMBIA S.A., diseñaron un Proyecto que con su ejecución permitiera implementar alternativas de solución aplicables.

Para tal efecto se estimó necesario adelantar la construcción de un HORNO PILOTO que opere con base en carbón y con unas características tales que minimizen la contaminación, reduzcan los costos de operación y se obtengan temperaturas más elevadas. Con estos objetivos se conformó un equipo de trabajo interdisciplinario encargado, en primera instancia, de recabar la información técnica del proceso de producción de la cerámica (manejo de arcillas y combustibles, características de los hornos) y de los aspectos sociales inherentes a este proceso; y en segunda instancia, DISEÑAR y CONSTRUIR el HORNO PILOTO a un costo asequible a la población artesanal. Este horno tendrá una forma similar a la más común apreciada en los hornos que actualmente funcionan en la zona, con el propósito de que las mejoras desarrolladas en el HORNO PILOTO puedan fácilmente adaptarse a los hornos existentes.

El presente informe, en cumplimiento de los objetivos propuestos, relaciona las actividades desarrolladas en la región hasta la fecha.

## 1. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN HORNO A BASE DE CARBON DE LLAMA INVERTIDA.

### 1.1 Diagnóstico Sobre los Hornos Existentes.

Con base en la información recopilada y en las observaciones obtenidas hasta el momento, encontramos que los hornos a carbón carecen de un diseño técnico. Esto conlleva a que se encuentren deficiencias a todo lo largo del proceso que se expresan en una baja productividad, alto porcentaje en pérdidas, alto consumo de energéticos, temperaturas bajas en la cocción, costos no racionalizados en el proceso y altos niveles de contaminación ambiental.

Entre las principales deficiencias encontramos las siguientes:

- Quemadores externos con gran superficie de transmisión de calor al medio ambiente.
- No existe dilatación entre el muro interior (camisa) y el muro exterior (brocal) permitiendo esto pérdidas de calor.
- El espesor de los muros no está en concordancia con el diámetro del horno, así mismo los materiales con que han sido construidos los muros interiores no son los apropiados térmicamente.

Ausencia de tiraje y control del mismo.

- La entrada del aire por la parte inferior al lecho del carbón es mínima.
- La boca del hogar permanece semitapada por una placa metálica que impide la entrada franca de aire.
- La incompleta combustión del carbón por la deficiencia de aire, ocasiona la coquización de una gran parte del carbón, coque que sistemáticamente es retirado como desecho.
- La mala combustión además de la deficiencias anotadas, se incrementa por la costumbre generalizada de preferir la quema de grandes trozos de carbón, cuya área superficial es considerablemente menor a la misma cantidad de carbón de granulometría adecuada.

- Falta de control de temperatura y curvas adecuadas de quema.

## 1.2 PROPUESTA PARA LA CONSTRUCCION DE UN HORNO DE LLAMA INVERTIDA EN EL CENTRO ARTESANAL DE RAQUIRA.

Con base en lo anterior se decidió construir un horno de llama invertida y de tiro descendente con las siguientes características:

- Diámetro exterior de 4.26 mts.
- Diámetro interior de 3.00 mts.
- Altura muro exterior de 1.80 mts. y de 0.30 mts. de espesor, construido en ladrillo común.
- Altura muro interior de 1.50 mts. y de 0.30 mts. de espesor, construido en ladrillo semirefractario liso.
- Copa en ladrillo semirefractario con cuña de 1/2 cm., con radio generador de 2.25 mts. y altura efectiva de 2.00 mtrs.
- Construcción de tres quemadores interiores de 0.70 mts. de luz, por 0,94 mts. de profundidad y 1.05 mts. de altura, con emparrillado en hierro colado y deflectores en ladrillo semirefractario, así mismo se instalarán en cada quemador dos tubos en gres de 3" de diámetro dirigidos hacia el hogar.
- Construcción de caños secundarios sobre la solera, con una profundidad de 0.65 mts. con sus respectivas aberturas.
- Construcción de los caños principales en forma de T, profundidad de 0.55 mts. y ancho de 0.30 mts.
- Construcción de una chimenea de 1.25 mts. por 1.25 mts. y altura aproximada de 15.00 mts. con su respectivo registro para controlar la salida de los gases.

Ahora bien, este tipo de horno evita la mayoría de las desventajas que tenemos en los hornos existentes en el

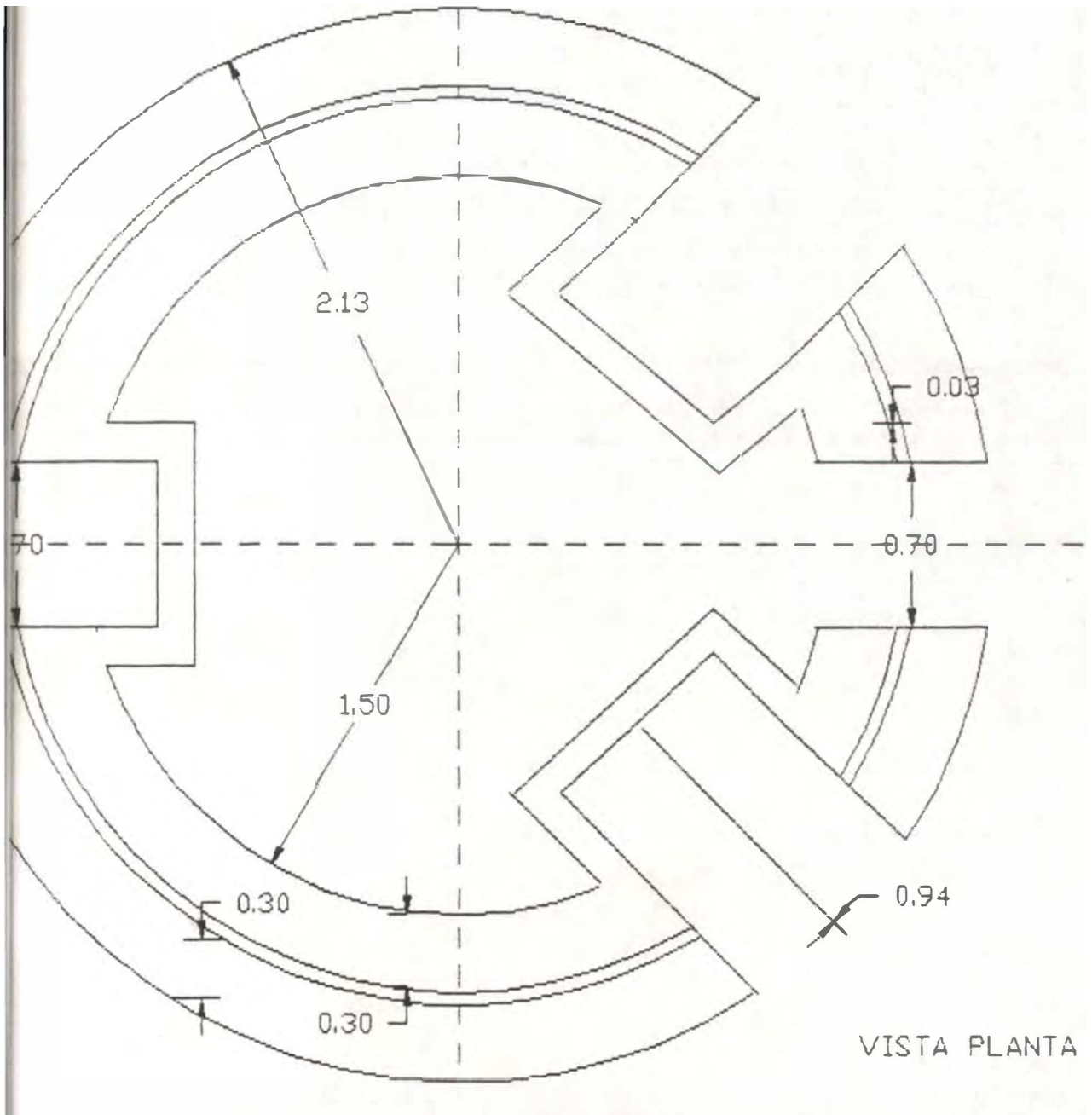
Municipio de Ráquira y puede considerarse el desarrollo final de los hornos quemando combustible.

Su nombre como lo indica, se debe a que las llamas son desviadas hacia arriba y luego dirigidas hacia abajo, atravesando los caños secundarios para salir finalmente por el caño principal hacia la chimenea. En el caso concreto del horno que se ha diseñado, tenemos tres hogares o quemadores en el interior del horno mismo, como se ve en los planos que se adjuntan, dispuestos equidistantemente alrededor del contorno del horno, teniendo cada uno de los hogares su propio muro deflector por separado. En la parte exterior encontramos que la boca del quemador se encuentra a una altura de 0.70 mts., con un emparrillado en hierro fundido y con una inclinación aproxiada de 40 grados, con el fin de que la ceniza vaya escurriendo hacia el piso que forma la base de la hornilla. Así mismo se han dispuesto dos tubos de tres pulgadas dirigidas hacia el fondo de la hornilla, con el fin de aumentar la entrada de aire para una mejor combustión.

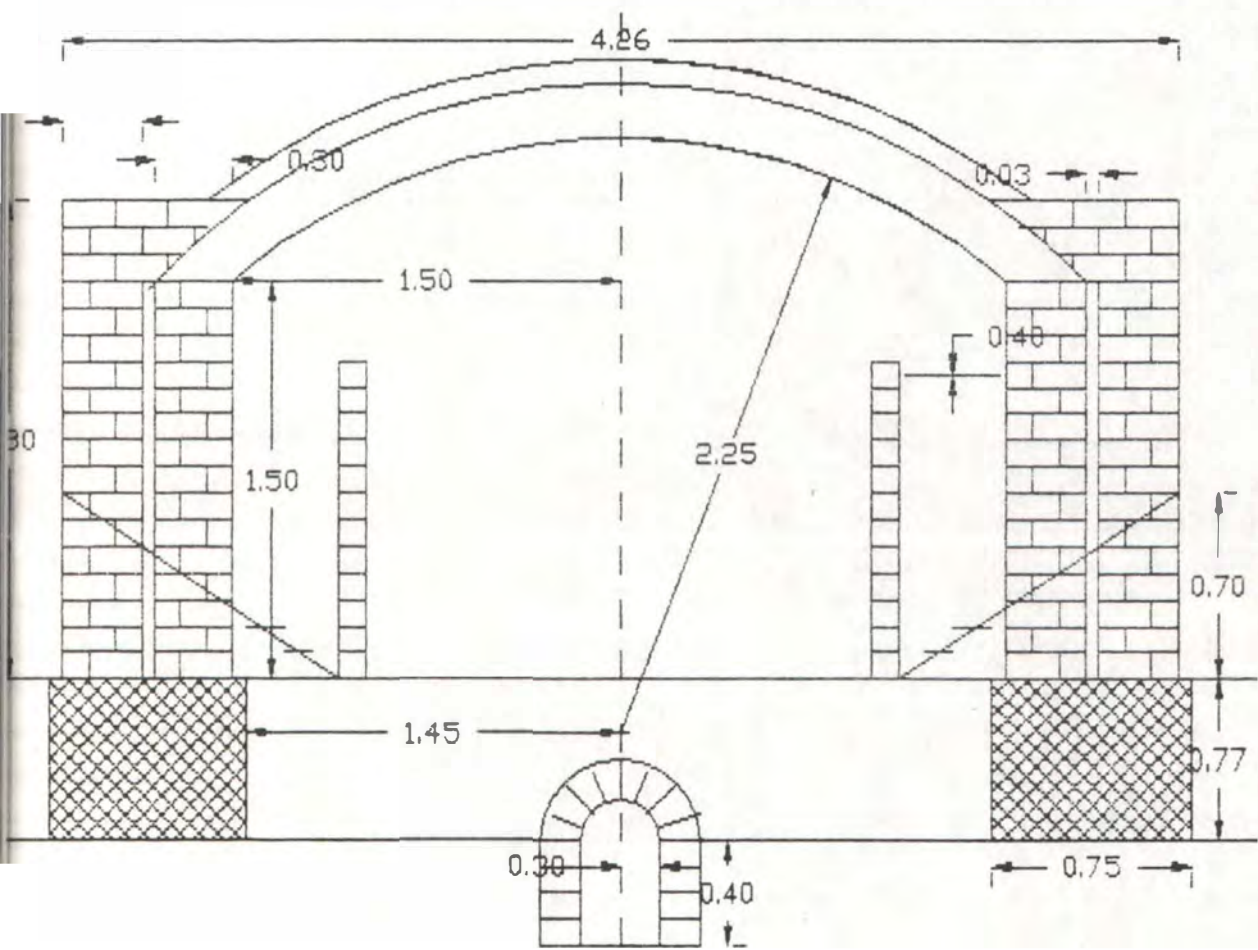
Como se dijo anteriormente las llamas son desviadas hacia la parte superior de la cúpula para descender, através de la carga, hacia los caños secundarios, y es aquí donde los gases son impulsados y distribuidos a través de las aberturas que se encuentran repartidas en toda el área formada por dichos caños. Estas aberturas conducen finalmente al caño principal, que va hacia la chimenea.

Con este sistema, el largo recorrido de las llamas asegura la máxima transferencia de calor a la cerámica y las temperaturas de la chimenea son reducidas. Además, variando la altura de los muros deflectores y ajustando el paso de las llamas a través de la carga y el tamaño de las aberturas del caño secundario, la distribución del calor puede controlarse estrechamente.

Puede verse que puesto que el horno de llama invertida y de tiro descendente fuerza a los gases hacia abajo, en lugar de permitirles elevarse como es su tendencia natural, se requiere un fuerte tiro de la chimenea, por lo que se recomienda instalar la chimenea a la mayor distancia y altura que lo permitan las circunstancias. Independientemente de este factor, también es aconsejable para efectos de control de polución, puesto que si tenemos un recorrido horizontal lo bastante largo, las partículas que no se han volatilizado se depositarán en el caño.

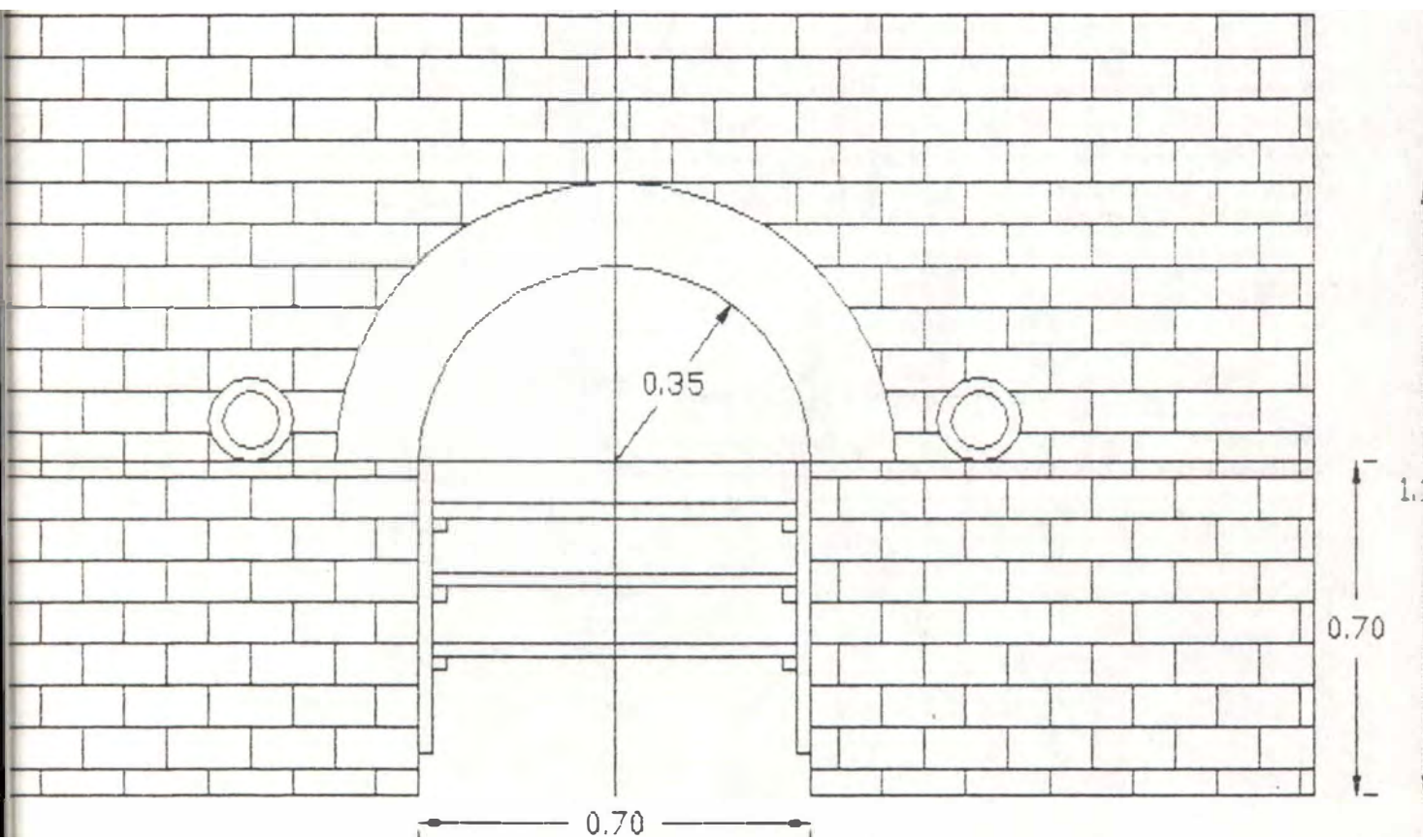




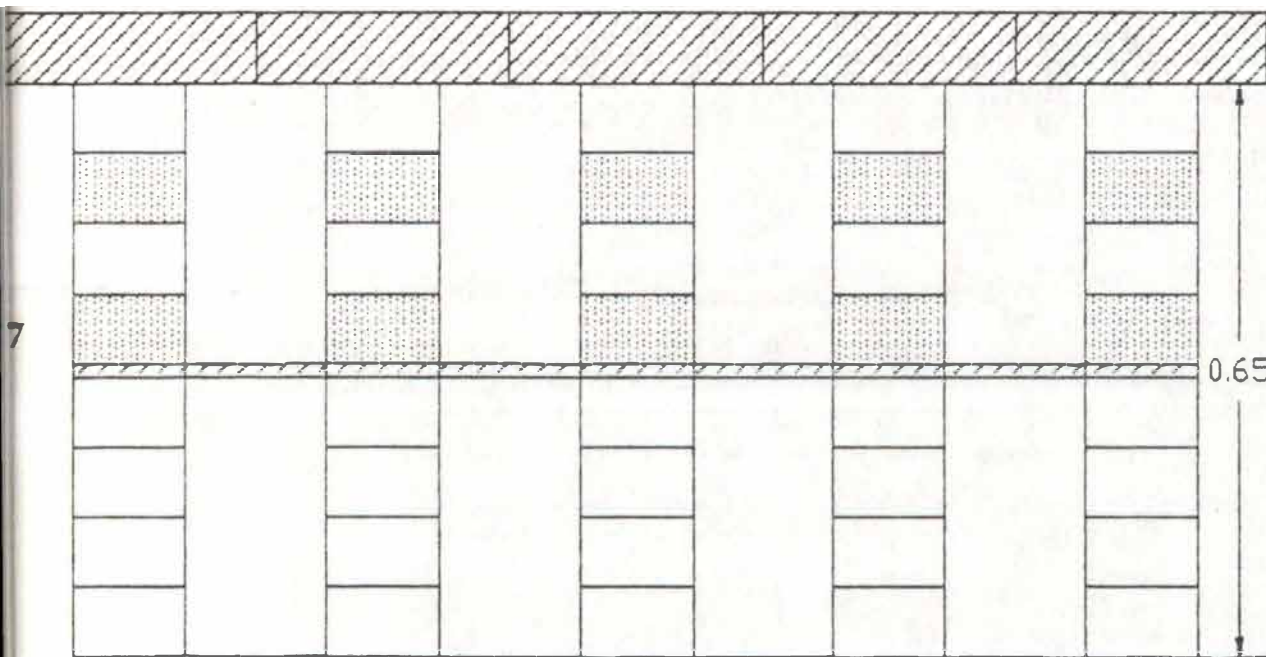


CORTE HORNO





VISTA FRONTAL HORNILLA

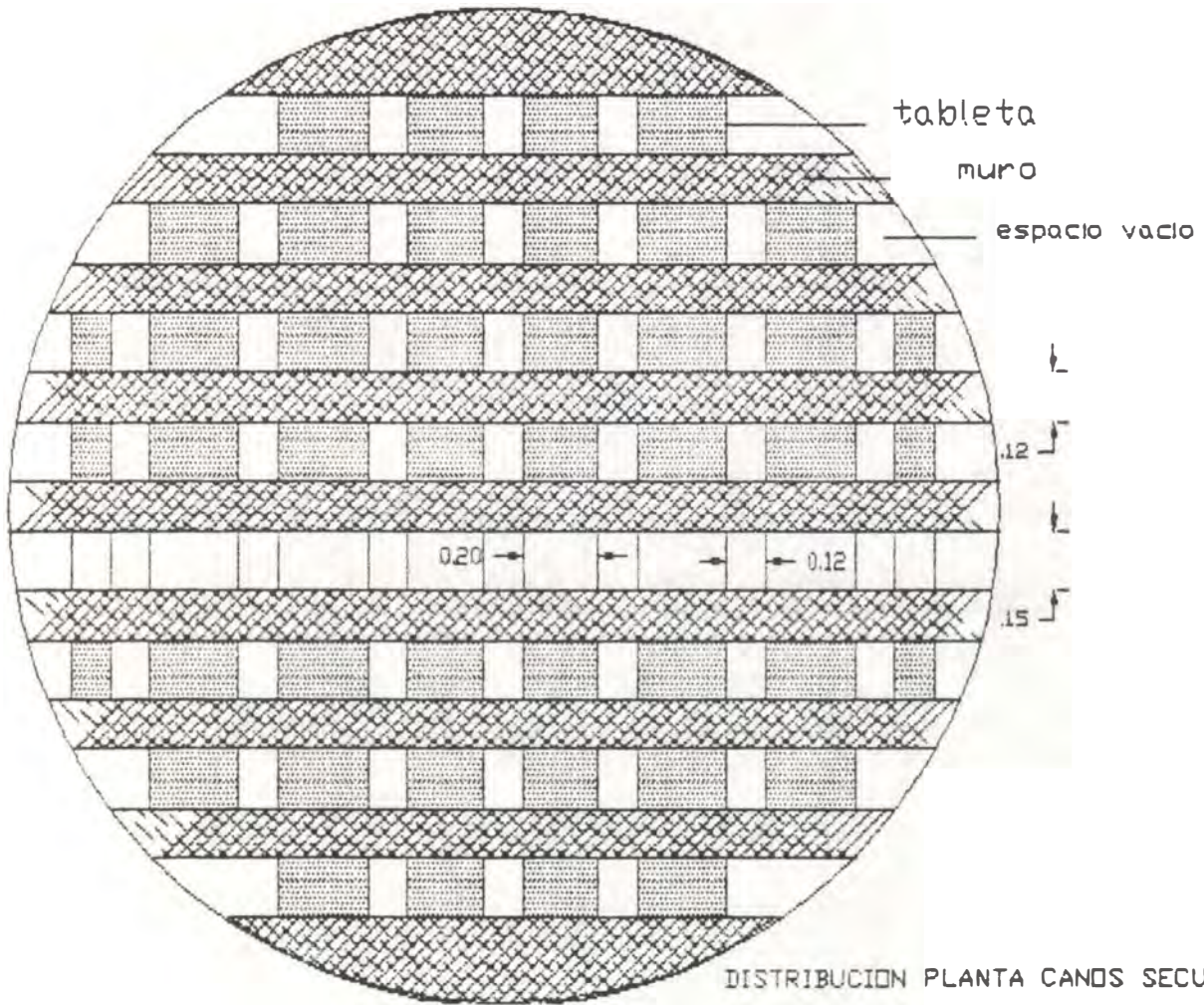


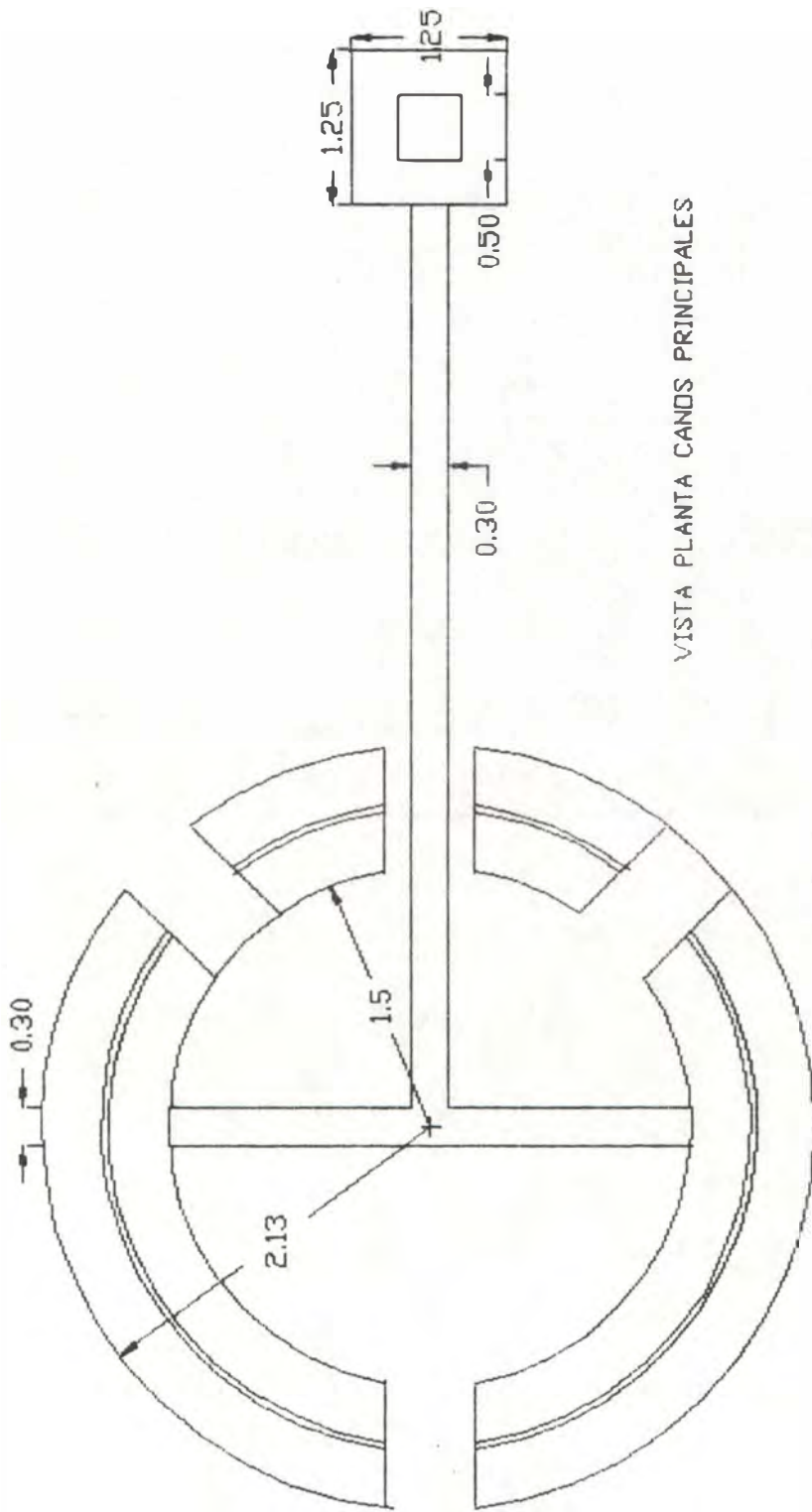
0.12



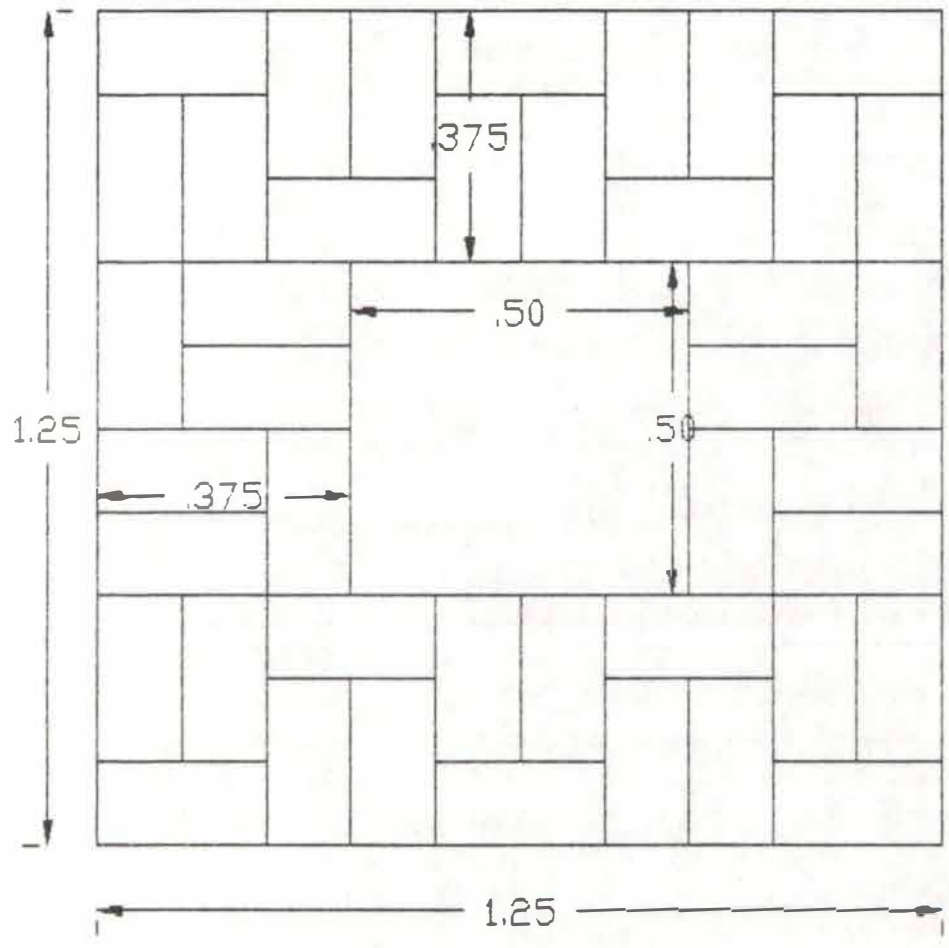
0.15

CORTE CANOS SECUNDARIOS



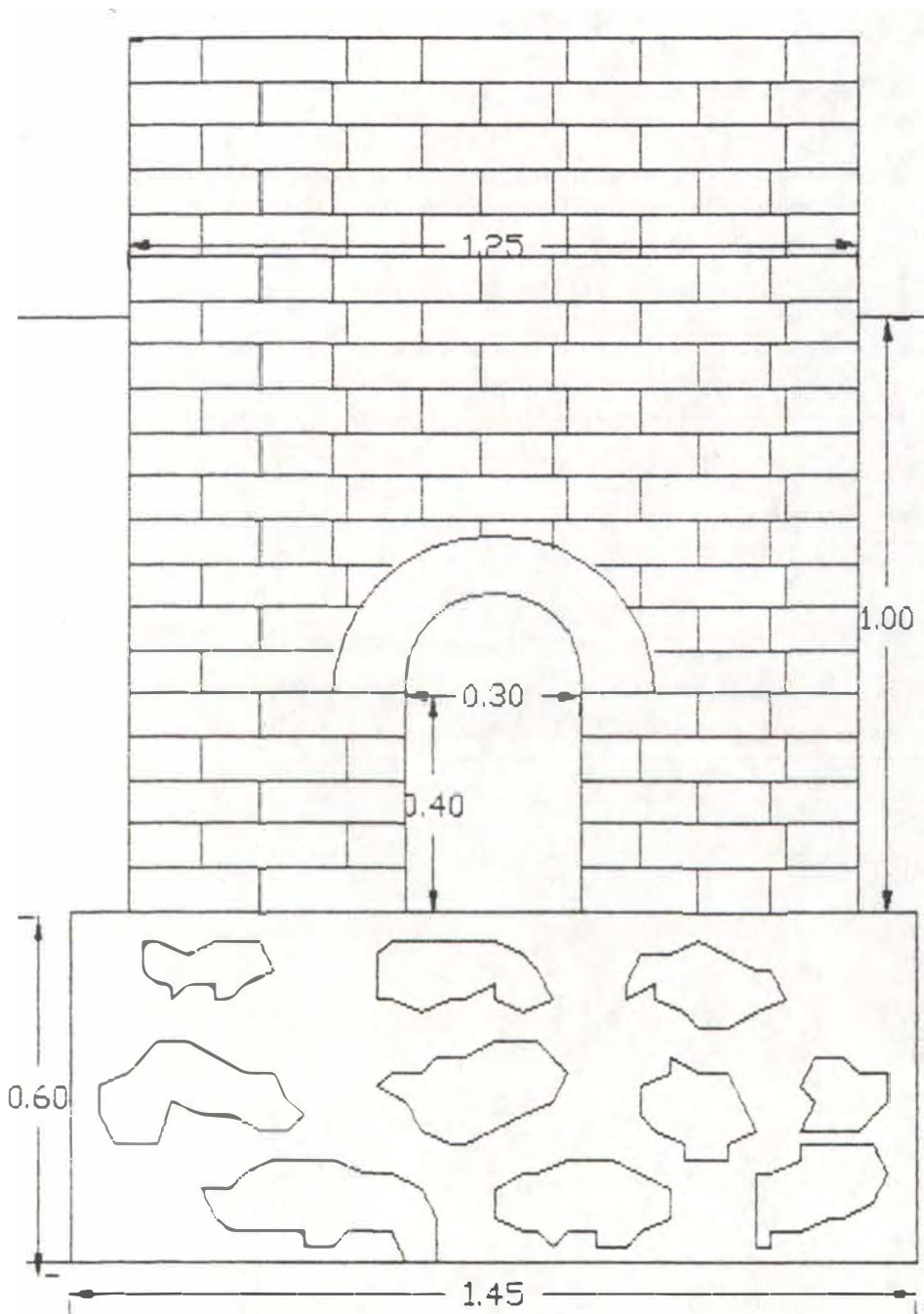


VISTA PLANTA CANDOS PRINCIPALES



PLANTA CHIMENEA





CORTE CHIMENEA

ALTURA APROX. 15.00



## 2. ESTUDIO DE CARBONES Y ARCILLAS DE LA REGION UTILIZADOS EN EL PROCESO CERAMICO ARTESANAL

### 2.1. Análisis próximo de carbones.

Se reporta a continuación el resultado del análisis de 10 muestras de carbón utilizado en algunos talleres visitados.

Muestra: Carbón Tópaga - Encuesta # 11

% Humedad:.....	1.36
% Materia Volátil .....	37.36
% Cenizas .....	13.40
Poder Calorífico ( Cal./g).....	7101
% Azufre total .....	2.98
Indice de Inchamiento .....	3.50

Muestra: Carbón Tópaga - Encuesta # 34

% Humedad .....	1.49
% Materia Volátil .....	37.38
% Cenizas .....	12.15
Poder Calorífico (Cal/g).....	7281
% Azufre total .....	1.55
Indice de Inchamiento .....	3.00

Muestra: Carbón Lenguaque - Encuesta # 31

% Humedad .....	2.59
% Materia Volátil .....	38.75
% Cenizas .....	8.96
Poder Calorífico (Cal/g).....	7358
% Azufre total .....	0.64
Indice de Inchamiento .....	3.00

Muestra: Carbón Lenguaque - Encuesta # 38

% Humedad .....	2.57
% Materia Volátil .....	38.98
% Cenizas .....	6.74
Poder Calorífico (Cal/g).....	7500
% Azufre total .....	0.56
Indice de Inchamiento .....	2.00

## Muestra: Carbón Paipa - Encuesta # 15

% Humedad .....	8.54
% Materia Volátil .....	41.10
% Cenizas .....	5.65
Poder Calorífico (Cal/g).....	6826
% Azufre total .....	1.34
Indice de Inchamiento .....	0.5

## Muestra: Carbón Lenguaque - Encuesta # 14

% Humedad .....	2.50
% Materia Volátil .....	38.38
% Cenizas .....	9.60
Poder Calorífico (Cal/g).....	7345
% Azufre Total .....	0.51
Indice de Inchamiento .....	2.00

## Muestra: Carbón Tópaga - Encuesta # 62

% Humedad .....	9.20
% Materia Volátil .....	41.73
% Cenizas .....	9.57
Poder Calorífico (Cal/g) .....	6405
% Azufre total .....	1.03
Indice de Inchamiento .....	0.5

## Muestra: Carbón Morca - Encuesta # 13

% Humedad .....	1.52
% Materia Volátil .....	38.72
% Cenizas .....	10.08
Poder Calorífico (Cal/g).....	7481
% Azufre Total .....	2.50
Indice de Inchamiento .....	3.50

## Muestra: Carbón Tópaga - Encuesta # 41

% Humedad .....	1.53
% Materia Volátil .....	37.94
% Cenizas .....	13.13
Poder Calorífico (Cal/g).....	7236
% Azufre Total .....	1.31
Indice de Inchamiento .....	2.00

Muestra: Carbón Paipa

% Humedad .....	6.18
% Materia Volátil .....	38.69
% Cenizas .....	14.05
Poder Calorífico (Cal/g) .....	6390
% Azufre Total .....	0.92
Indice de Inchamiento .....	0.5

### OBSERVACIONES:

De acuerdo a estos resultados el carbón utilizado en Ráquira se clasifica como Carbón Industrial del tipo Térmico, alto en Volátiles y de llama larga por lo que es apropiado para transmisión de calor en el horno para la quema de objetos cerámicos.

Sin embargo a pesar de presentar buen poder calorífico no tiene la granulometría adecuada para una combustión completa.

Por otra parte las muestras que presentan un alto contenido de humedad son desfavorecidas en su poder calorífico como se puede observar en los valores obtenidos, además tienen menor capacidad de formar botón o índice de inchamiento, lo que desfavorece la formación de coque después de la combustión inicial desperdiciándose calorías. Este contenido de humedad perjudicial hace pensar que se requiere un mejor almacenamiento del carbón o la creación de centros de acopio para controlar mejor la calidad del carbón.

Sobre las condiciones de quema del carbón, en la parte experimental o de ensayo del horno piloto se dejaron por escrito la mejores recomendaciones del uso adecuado del carbón.

### 2.2. Evaluación de la eficiencia en la combustión.

Para hacer una evaluación de las condiciones actuales de combustión se tomaron muestras de residuos en varios hornos, se determinó el contenido en cenizas por método de laboratorio y se calcula la cantidad de Carbón sin combustir, así:

Muestra	% Cenizas	% Carbono fijo sin combustir
Paipa - Encuesta # 11	36.66	63.34
Tunja - Encuesta # 10	35.89	64.34
Tópaga - Encuesta # 64	30.90	69.10
Morca - Encuesta # 13	47.74	52.26
Tópaga - Encuesta # 35	53.68	46.32
Tópaga - Encuesta # 32	33.52	66.48
Tópaga - Encuesta # 42	55.18	44.82
Tópaga - Encuesta # 34	62.89	37.11
Lenguazaque - Enc. # 31	40.15	59.85
Mezcla - Encuesta # 11	25.94	74.06

Como se puede ver el % de Carbono fijo sin reaccionar se encuentra generalmente por encima del 50 % lo que indica que esta una parte crítica en proceso de quemar pues se

pierde gran cantidad de Calorías que representan costos para el artesano. Esta evaluación se repetirá con los residuos en el horno piloto para hacer la respectiva comparación con este análisis preliminar.

### 2.3. Análisis físico-mecánico de las arcillas.

Este análisis por el método de Bouyoucos determina la granulometría de las muestras expresada como:

- % arenas: tamaño de partícula entre 2 - 0.02 mm.
- % limos: tamaño de partícula entre 0.02 - 0.002 mm
- % fracción arcilla: tamaño menor a 0.002 mm

Las muestras escogidas corresponden a las de las minas más representativas de Ráquira y se enumeran así:

Muestra N<sup>o</sup> 1: Alto de los Venados - Finca Juan Avila - Vereda Farfan.

Muestra N<sup>o</sup> 3: Finca Felix Salinas - Vereda Pueblo Viejo.

Muestra N<sup>o</sup> 4: Finca Misael Roncancio - Vereda Pueblo Viejo.

Muestra N<sup>o</sup> 5: Finca Rubén Antonio Albañil - Vereda Pueblo Viejo.

Muestra N<sup>o</sup> 6: Finca Gabriel Castillo - Vereda Resguardo Occidente.

Muestra N<sup>o</sup> 7: Finca José Cárdenas - Vereda Resguardo Occidente.

Muestra N<sup>o</sup> 8: Finca Pascual Buitrago - Vereda Resguardo Occidente.

Muestra N<sup>o</sup> 10: Finca Evaristo Rodríguez - Vereda Roa.

Muestra N<sup>o</sup> 11: Finca Evaristo Rodríguez - Vereda Roa.

Muestra N<sup>o</sup> 12: El Tablón - Vereda Mirque.

Los resultados del análisis físico-mecánico son:

Muestra	% Arenas	% Limos	% Arcilla	Clasificación
1	26	30	44	Arcilloso-liviano
3	10	32	58	Arcilloso.
4	4	40	56	Arcilloso-limoso.
5	20	16	64	Arcilloso.
6	10	40	50	Arcilloso-liviano.
7	8	32	58	Arcilloso-liviano.
8	18	36	46	Arcilloso-liviano.
10	26	40	34	Franco-arcilloso.
11	24	28	48	Arcilloso-liviano.
12	12	24	64	Arcilloso.

La ubicación en el Diagrama de Textura se muestra en las gráficas presentadas en las páginas siguientes.

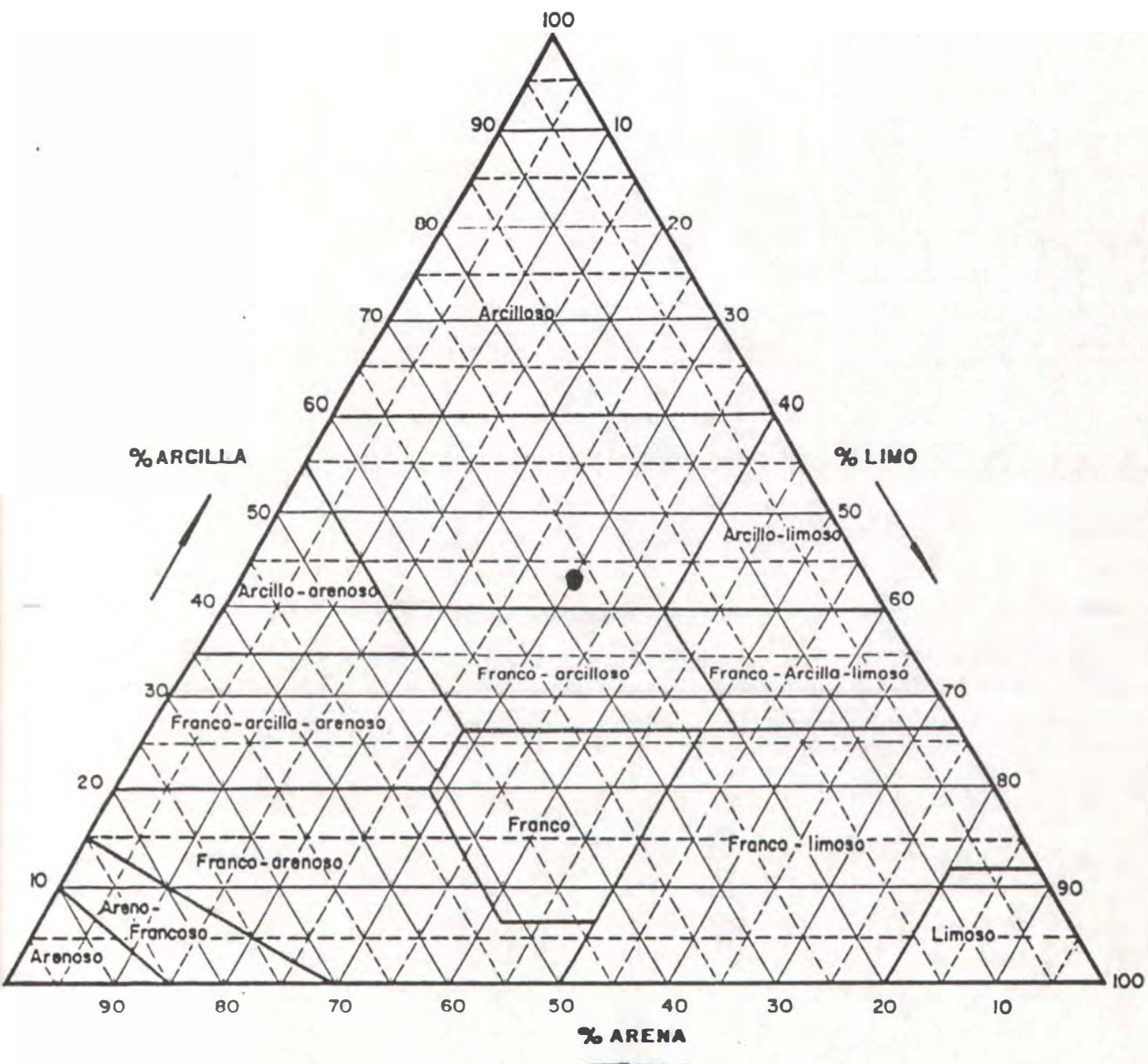


DIAGRAMA DE TEXTURA

LABORATORIO DE CONTROL  
DE CALIDAD

FECHA: 2-3-92

REALIZO: *[Signature]*

MUESTRA	%ARENAS	% LIMOS	%ARCILLAS
● 1	26	30	44
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____



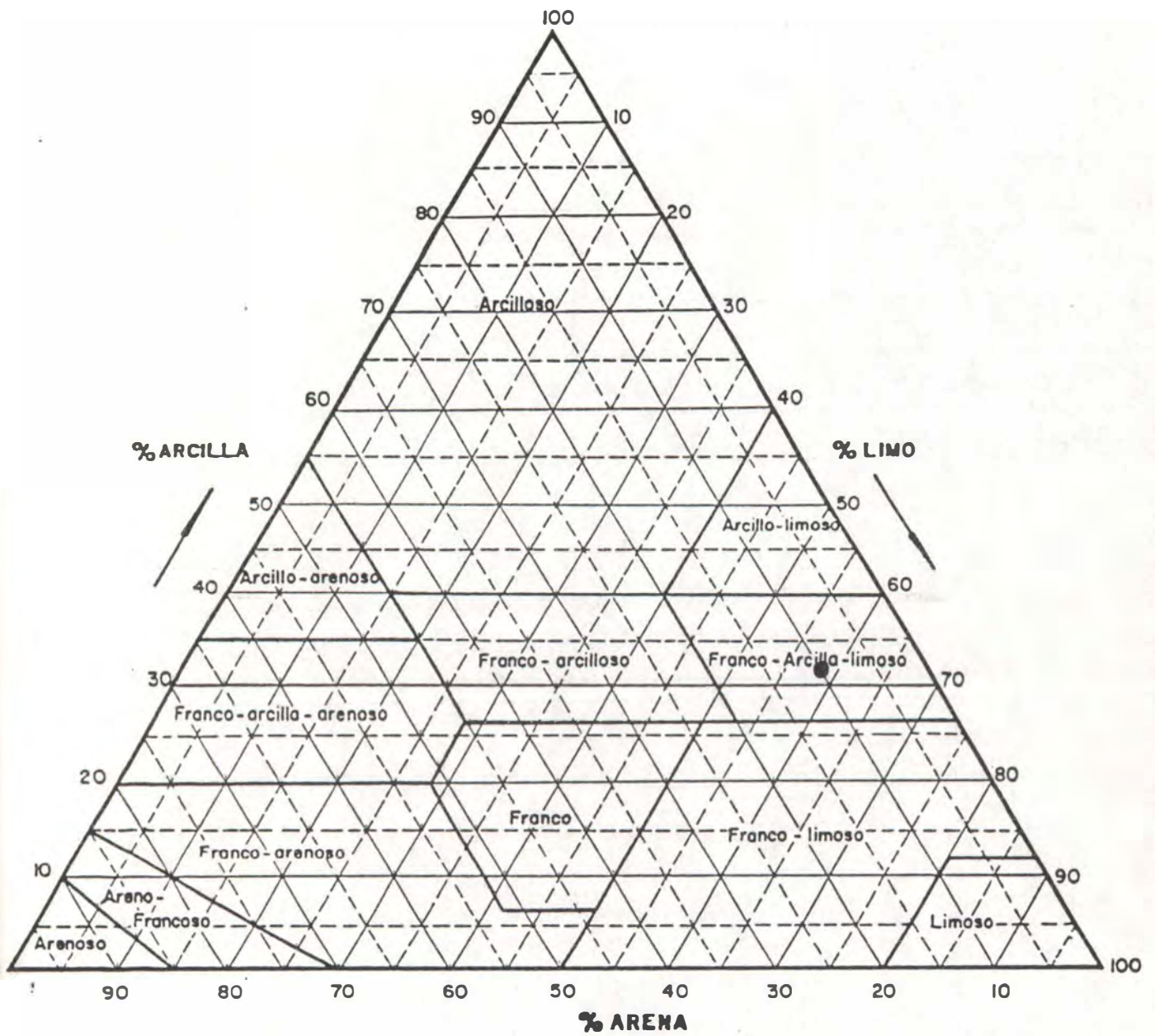


DIAGRAMA DE TEXTURA

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	MUESTRA	%ARENAS	% LIMOS	%ARCILLAS
FECHA: 2-3-92	● 3	10	32	58
REALIZO: <i>muf.</i>				

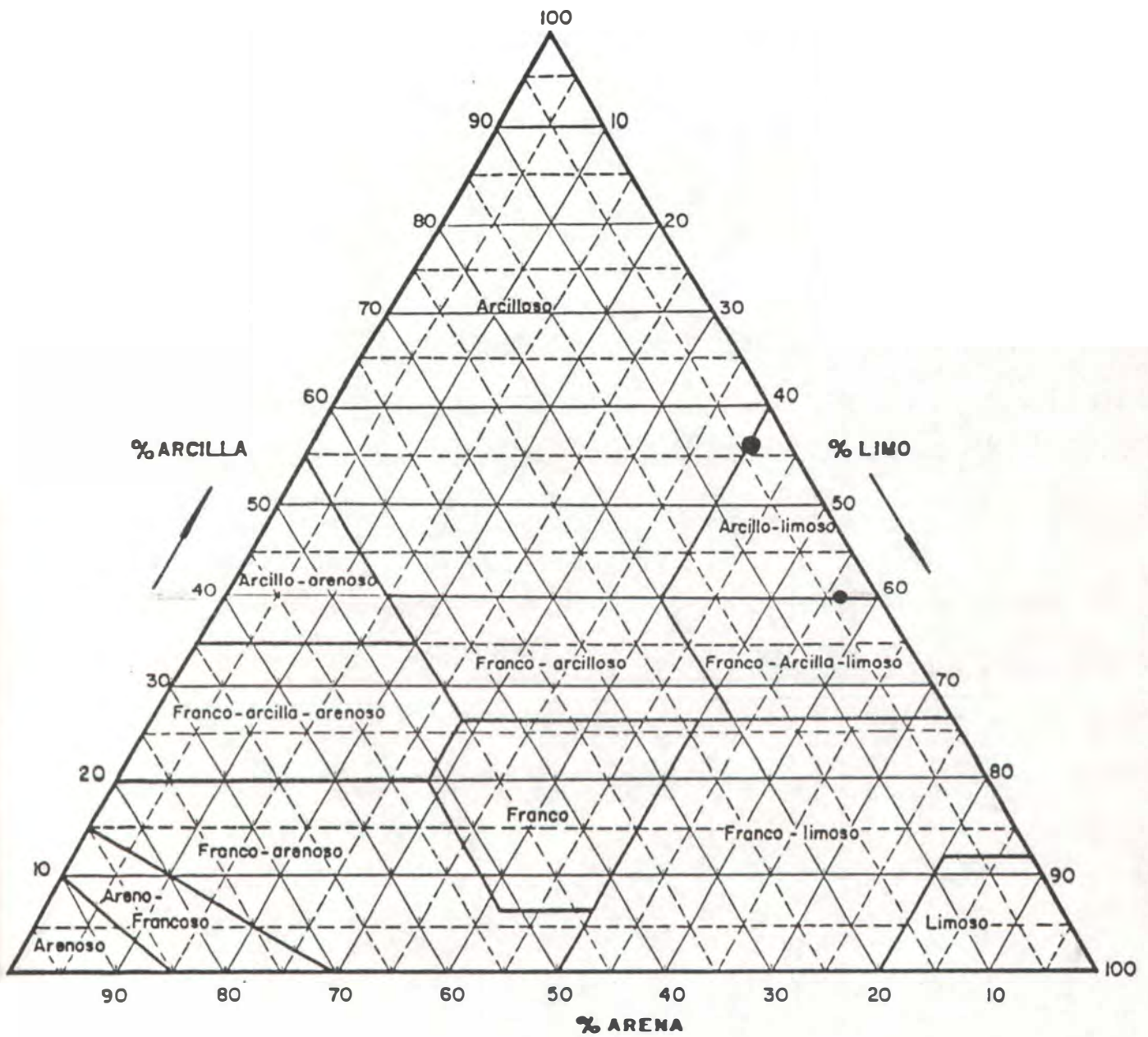


DIAGRAMA DE TEXTURA

LABORATORIO DE CONTROL  
DE CALIDAD

FECHA: 2-3-92

REALIZO: *[Signature]*

MUESTRA	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS
● 4	4	40	56



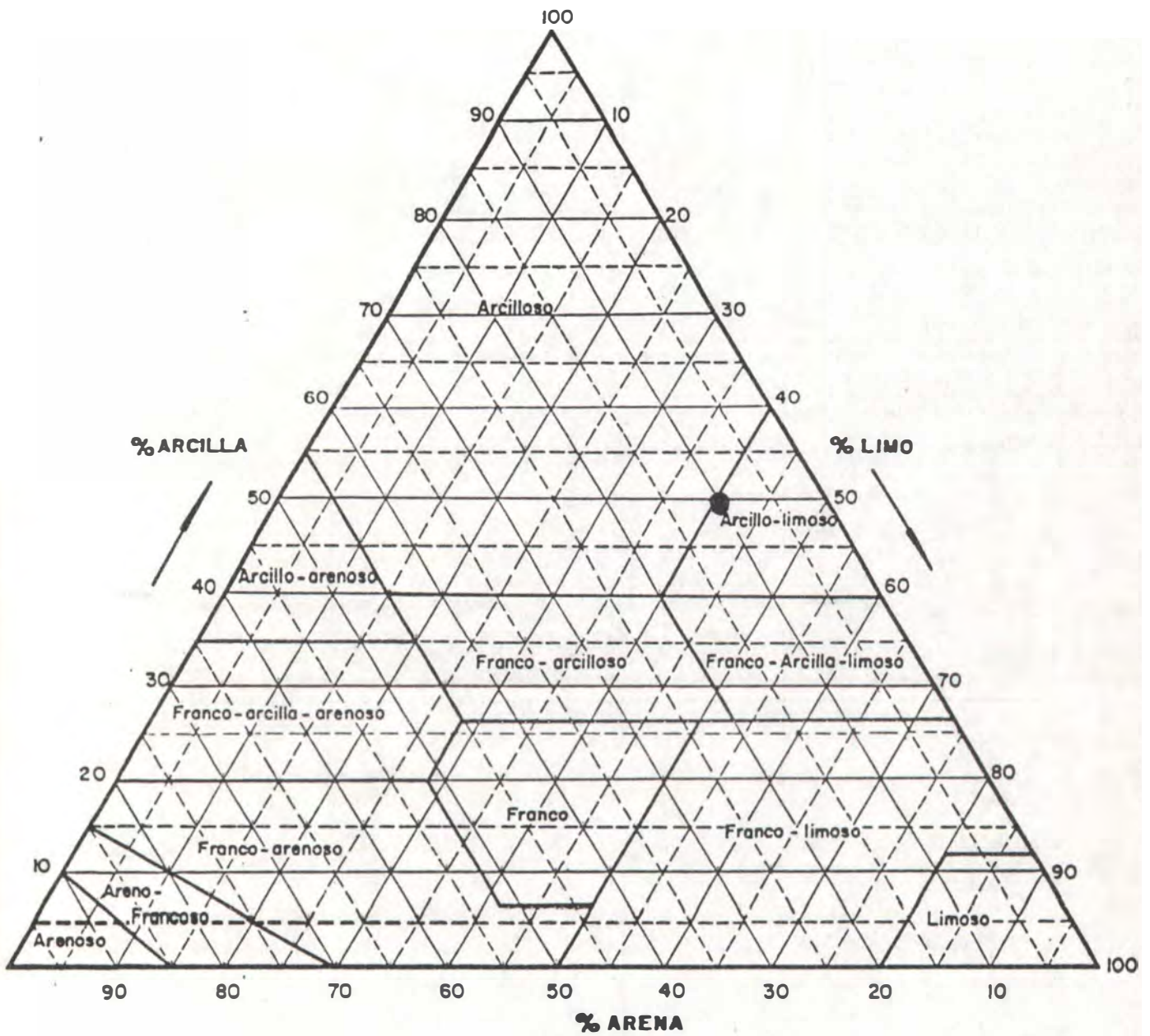


DIAGRAMA DE TEXTURA

LABORATORIO DE CONTROL  
DE CALIDAD

FECHA: 2-3-92

REALIZO: [Signature]

MUESTRA % ARENAS % LIMOS % ARCILLAS

• 6 10 40 50

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

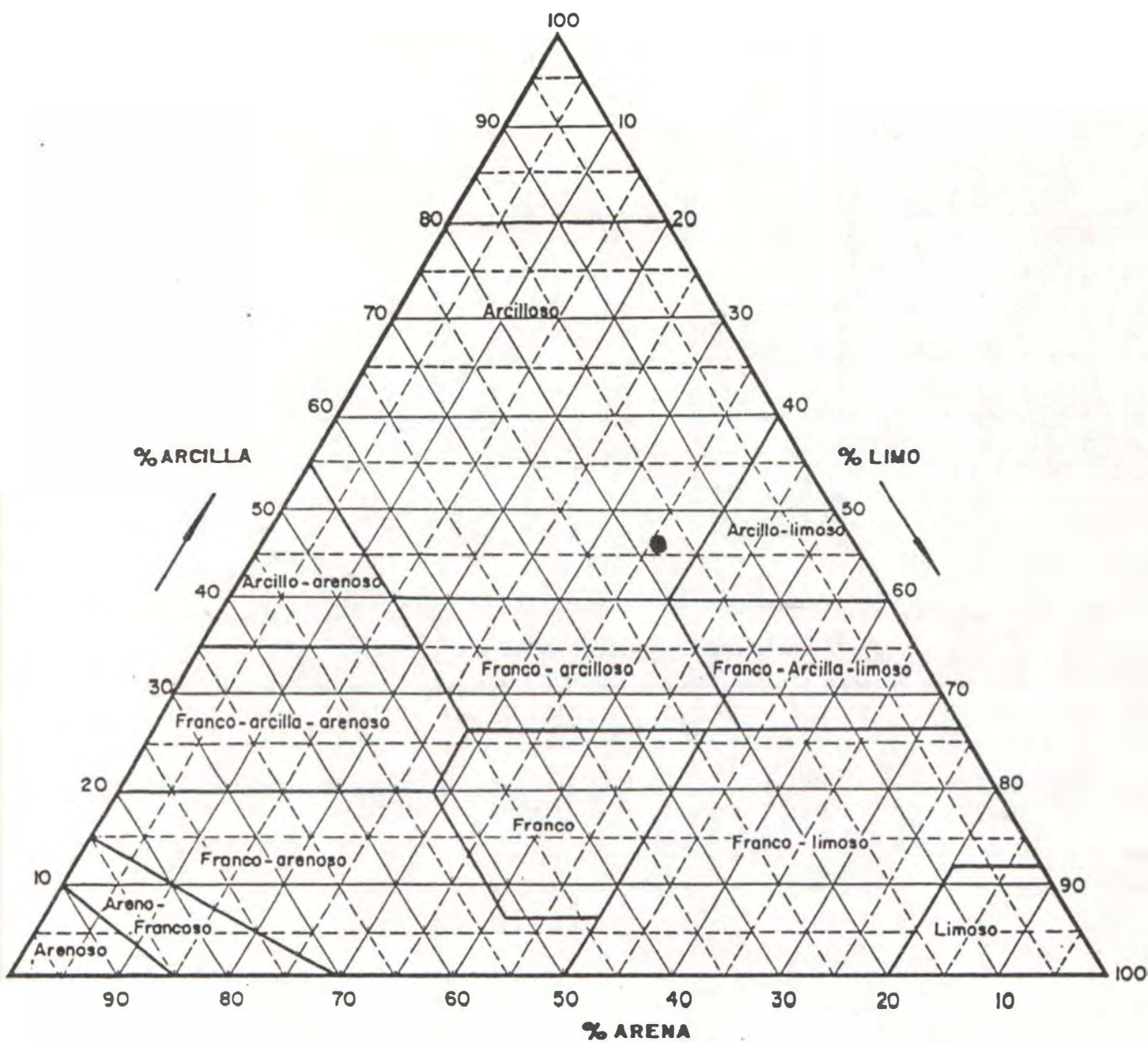


DIAGRAMA DE TEXTURA

LABORATORIO DE CONTROL  
DE CALIDAD

FECHA: 2-3-92

REALIZO: [Signature]

MUESTRA	%ARENAS	% LIMOS	%ARCILLAS
● 8	18	36	46



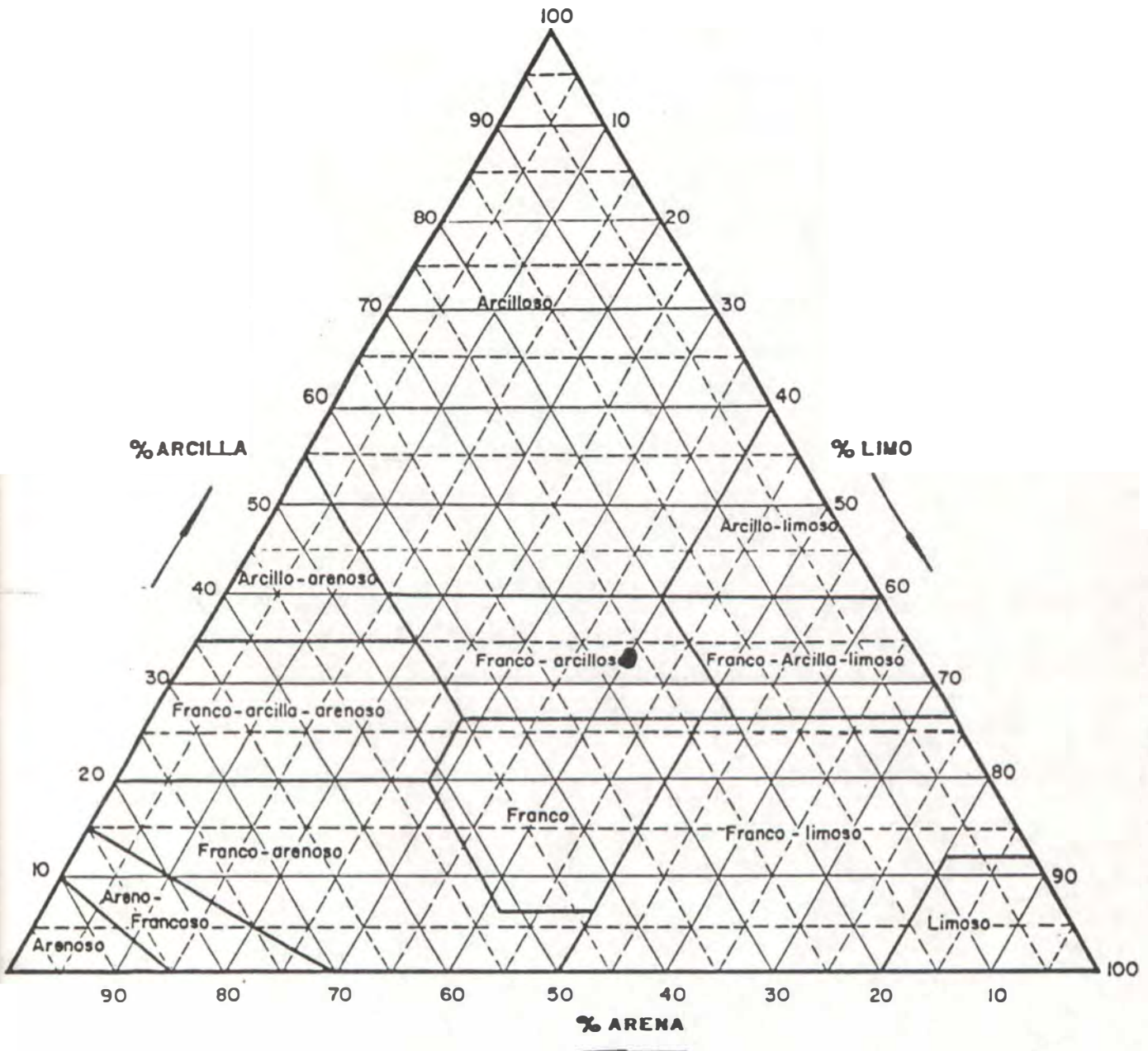


DIAGRAMA DE TEXTURA

<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD</b> FECHA: <u>2-3-92</u> REALIZO: <u>[Signature]</u>	MUESTRA <u>● 10</u>	%ARENAS <u>26</u>	% LIMOS <u>40</u>	%ARCILLAS <u>34</u>
	_____	_____	_____	_____

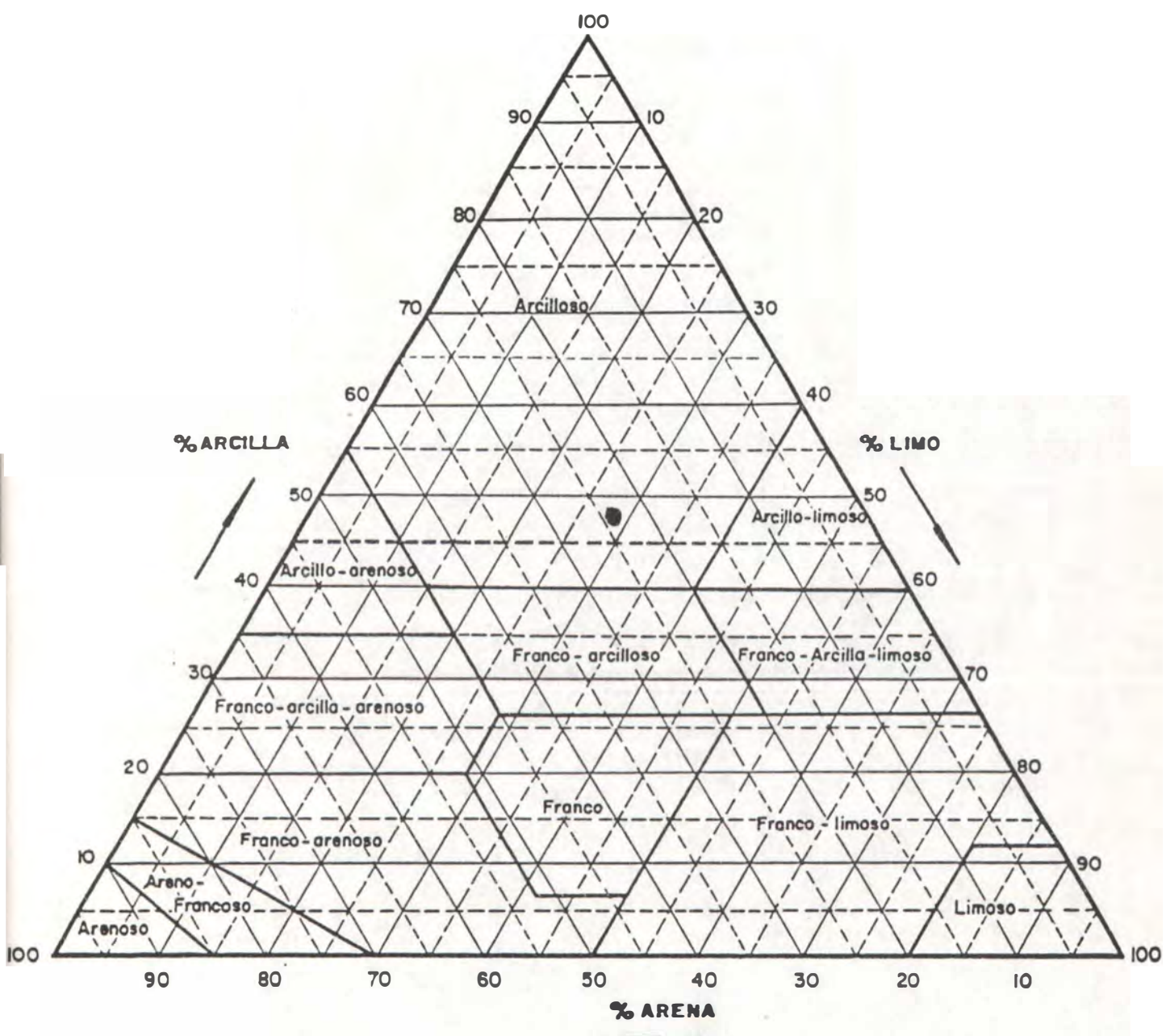


DIAGRAMA DE TEXTURA

<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD</b> FECHA: <u>2-3-92</u> REALIZO: <u>[Signature]</u>	MUESTRA <u>● 11</u>	%ARENAS <u>24</u>	% LIMOS <u>28</u>	%ARCILLAS <u>48</u>
	_____	_____	_____	_____



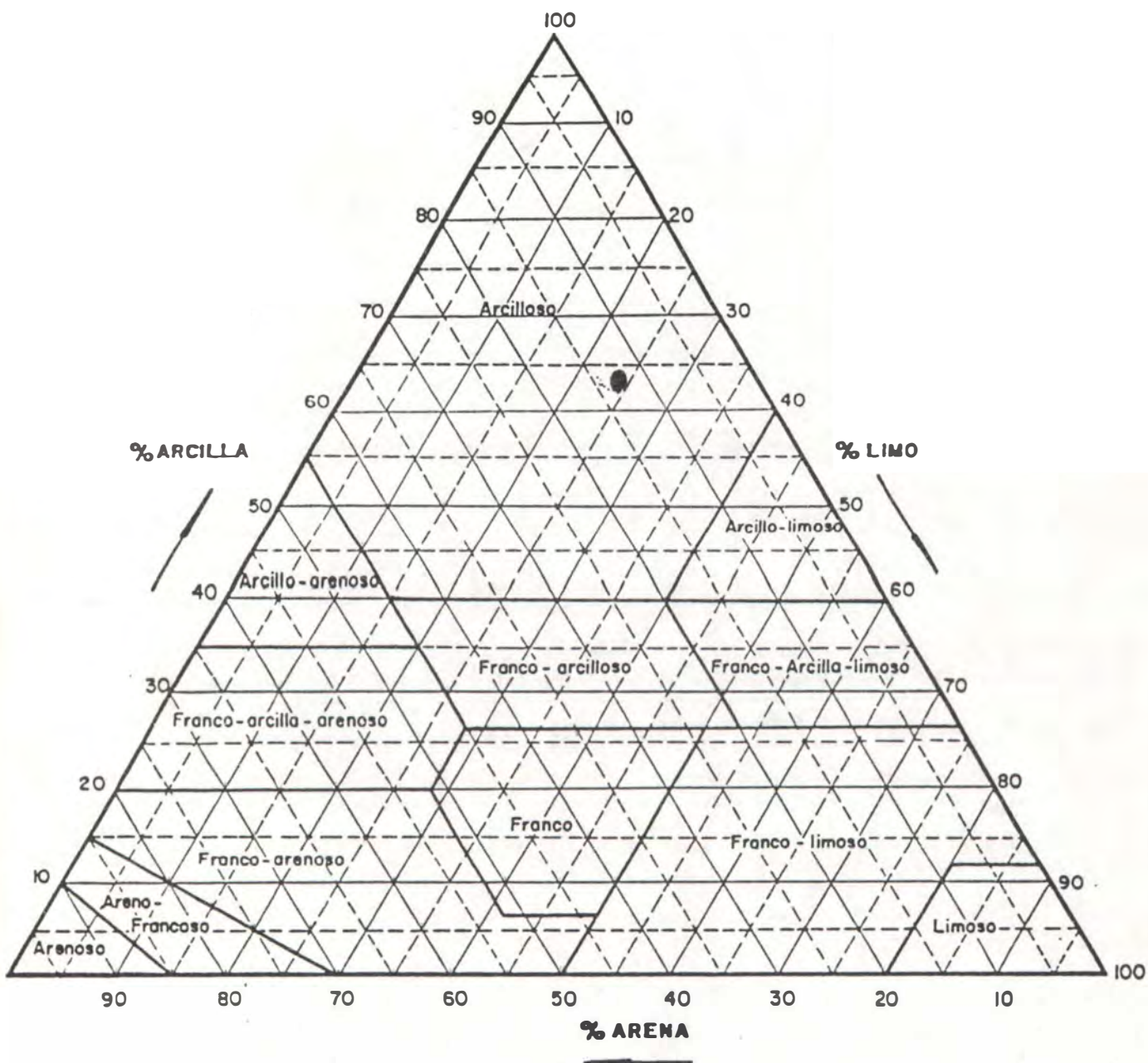


DIAGRAMA DE TEXTURA

<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD</b> FECHA: <u>2-3-92</u> REALIZO: <u>[Signature]</u>	MUESTRA	%ARENAS	% LIMOS	%ARCILLA
	● 12	12	24	64
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____

## 2.4. Análisis Químico de las arcillas.

Ver cuadro pag. siguiente.

## 2.5 Análisis físico cerámico de arcillas.

En este aparte se realizan las siguientes determinaciones:

- % de Contracción.
- % de Absorción de agua.
- Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>).

Estas determinaciones se efectuaron a las siguientes temperaturas: 950, 1025, 1100 y 1200 °C.

La metodología empleada fue: En una extrusora de laboratorio de cada una de las muestras se fabricaron 50 probetas: 10 se emplearon para medir la contracción en seco, 10 para medir contracción, % de absorción de agua según Norma Icontec 1216 y Módulo de Rotura o Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>) según la norma ASTM correspondiente en una prensa hidráulica, a 950 °C. Las anteriores determinaciones también se efectuaron a 1025, 1100 y 1200 °C.

En este informe se reportan los valores promedio de todas las determinaciones, su desviación estándar y el coeficiente de variación o varianza de los datos obtenidos.

A esta informe se adjunta una Ficha Técnica de cada una de las arcillas en donde se pueden apreciar los diferentes valores y el color que presentaron las arcillas quemadas a diferentes temperaturas. También se determinó la Curva de Vitrificación del material, datos necesarios para la parte experimental en la obtención de las temperaturas adecuadas en el Horno Piloto a construirse en el Centro Artesanal de Ráquira.

### 2.5.1. Determinaciones a 950 °C.

Para abreviar los subtítulos se sigue la siguiente nomenclatura:

- % C.P. = % de contracción promedio.
- % A = % de absorción de agua.
- M.R. = Módulo de Rotura o Resistencia a la flexión ( KG/cm<sup>2</sup>).
- d.E. = Desviación estándar.
- C.V. = Coeficiente de Variación.

2.4. Análisis Químico de las arcillas.

Muestra N <sup>o</sup>	1	3	4	5	6	7	8	10	11	12
Humedad a 105 °C	0.29	0.93	0.50	0.95	0.49	1.33	1.30	0.22	0.21	0.47
PII (1000°C)	4.63	9.76	7.18	5.83	6.13	6.47	6.52	4.87	5.67	8.08
Sílice, SiO <sub>2</sub>	78.30	60.56	66.06	74.40	69.48	68.20	67.00	77.20	70.54	65.50
Hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.46	12.72	9.58	1.43	7.15	3.57	7.15	0.73	9.01	2.43
Titanio, TiO <sub>2</sub>	0.50	0.10	0.17	0.33	0.31	0.33	0.32	0.30	0.10	0.32
Fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.04	0.02	0.06	0.02	0.06	0.05	0.06	0.14	0.06	0.12
Alúmina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.60	12.47	12.85	15.12	14.17	16.44	14.36	13.23	11.90	20.60
Manganeso, MnO <sub>2</sub>	0.12	0.23	0.17	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
Calcio, CaO	0.13	1.08	0.24	0.10	0.05	0.39	0.28	0.21	0.32	0.05
Magnesio, MgO	0.12	0.23	0.17	0.13	0.20	0.33	0.32	0.23	0.26	0.20
Azufre SO <sub>3</sub>	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.08	0.01	0.01
Sodio, Na <sub>2</sub> O	0.24	0.28	0.19	0.14	0.23	0.35	0.31	0.34	0.32	0.12
Potasio, K <sub>2</sub> O	0.76	0.86	1.07	0.49	1.04	1.57	1.51	2.17	1.04	1.11

Muestra N<sub>o</sub> 1:

% C.P. = 5.77	% A = 14.52	M.R. = 63.90
d.E. = 0.37	d.E. = 0.15	d.E. = 13.38
C.V. = 6.41	C.V. = 1.03	C.V. = 20.94

Muestra N<sub>o</sub> 3:

% C.P. = 7.20	% A = 18.18	M.R. = 342.13
d.E. = 0.60	d.E. = 1.26	d.E. = 31.87
C.V. = 8.33	C.V. = 6.93	C.V. = 9.32

Muestra N<sub>o</sub> 4:

% C.P. = 5.16	% A = 17.90	M.R. = 108.38
d.E. = 0.45	d.E. = 0.79	d.E. = 46.97
C.V. = 8.72	C.V. = 4.41	C.V. = 43.34

Muestra N<sub>o</sub> 6:

% C.P. = 6.15	% A = 12.52	M.R. = 170.83
d.E. = 0.24	d.E. = 0.44	d.E. = 13.44
C.V. = 3.90	C.V. = 3.51	C.V. = 7.87

Muestra N<sub>o</sub> 8:

% C.P. = 5.99	% A = 12.14	M.R. = 147.76
d.E. = 0.40	d.E. = 0.41	d.E. = 33.17
C.V. = 6.67	C.V. = 3.38	C.V. = 22.45

Muestra N<sub>o</sub> 10:

% C.P. = 6.02	% A = 13.64	M.R. = 106.90
d.E. = 0.29	d.E. = 0.31	d.E. = 8.15
C.V. = 4.82	C.V. = 2.27	C.V. = 7.62

Muestra N<sub>o</sub> 11:

% C.P. = 7.09	% A = 12.66	M.R. = 149.26
d.E. = 0.35	d.E. = 0.54	d.E. = 19.71
C.V. = 4.93	C.V. = 4.27	C.V. = 13.21

Muestra N<sub>o</sub> 12:

% C.P. = 6.26	% A = 16.70	M.R. = 108.03
d.E. = 0.27	d.E. = 0.30	d.E. = 13.90
C.V. = 4.31	C.V. = 1.80	C.V. = 12.87

2.5.2. Determinaciones a 1025  $\mu$ C.Muestra N $^{\circ}$  1:

% C.P. = 6.60	% A = 13.86
d.E. = 0.20	d.E. = 0.90
C.V. = 3.03	C.V. = 6.49

Muestra N $^{\circ}$  3:

% C.P. = 11.25	% A = 15.50
d.E. = 0.83	d.E. = 0.50
C.V. = 7.37	C.V. = 3.22

Muestra N $^{\circ}$  4:

% C.P. = 8.32	% A = 13.70
d.E. = 1.04	d.E. = 1.26
C.V. = 12.50	C.V. = 9.19

Muestra N $^{\circ}$  6:

% C.P. = 9.15	% A = 7.58
d.E. = 0.49	d.E. = 0.45
C.V. = 5.35	C.V. = 5.93

Muestra N $^{\circ}$  8:

% C.P. = 6.54	% A = 11.22
d.E. = 0.42	d.E. = 1.12
C.V. = 6.42	C.V. = 9.98

Muestra N $^{\circ}$  10:

% C.P. = 8.57	% A = 13.00
d.E. = 0.59	d.E. = 1.60
C.V. = 8.57	C.V. = 12.30

Muestra N $^{\circ}$  11:

% C.P. = 7.42	% A = 12.20
d.E. = 0.82	d.E. = 1.10
C.V. = 11.05	C.V. = 9.01

Muestra N $^{\circ}$  12:

% C.P. = 6.44	% A = 16.58
d.E. = 0.25	d.E. = 0.88
C.V. = 3.88	C.V. = 5.30

## 2.5.3. Determinaciones a 1100 °C.

Muestra N<sup>o</sup> 1:

% C.P. = 7.50	% A = 13.40	M.R. = 119.46
d.E. = 0.28	d.E.= 0.22	d.E. = 11.86
C.V. = 3.73	C.V.= 1.64	C.V. = 9.93

Muestra N<sup>o</sup> 3:

% C.P. = 9.86	% A = 13.34	M.R. = 55.87
d.E. = 0.69	d.E.= 1.11	d.E. = 9.97
C.V. = 7.00	C.V.= 8.32	C.V. = 17.84

Muestra N<sup>o</sup> 4:

% C.P. = 8.98	% A = 10.90	M.R. = 213.56
d.E. = 0.32	d.E.= 0.46	d.E. = 36.11
C.V. = 3.56	C.V.= 4.22	C.V. = 16.90

Muestra N<sup>o</sup> 6:

% C.P. = 9.25	% A = 7.28	M.R. = 259.50
d.E. = 0.29	d.E.= 0.20	d.E. = 62.41
C.V. = 3.14	C.V.= 9.45	C.V. = 24.05

Muestra N<sup>o</sup> 8:

% C.P. = 9.66	% A = 5.85	M.R. = 314.70
d.E. = 0.51	d.E.= 0.09	d.E. = 30.70
C.V. = 5.28	C.V.= 1.54	C.V. = 9.76

Muestra N<sup>o</sup> 10:

% C.P. = 8.70	% A = 10.06	M.R. = 237.36
d.E. = 0.12	d.E.= 0.17	d.E. = 19.78
C.V. = 1.38	C.V.= 1.69	C.V. = 8.33

Muestra N<sup>o</sup> 11:

% C.P. = 10.71	% A = 6.38	M.R. = 212.38
d.E. = 0.40	d.E.= 0.32	d.E. = 10.41
C.V. = 3.73	C.V.= 5.02	C.V. = 4.90

Muestra N<sup>o</sup> 12:

% C.P. = 9.93	% A = 10.78	M.R. = 254.10
d.E. = 0.44	d.E.= 0.21	d.E. = 65.46
C.V. = 4.43	C.V.= 1.95	C.V. = 25.76



2.5.4. Determinaciones a 1200  $\mu$ C.Muestra N $^{\circ}$  1:

% C.P. = 9.89	% A = 7.68	M.R. = 107.98
d.E. = 0.58	d.E.= 0.47	d.E. = 4.58
C.V. = 5.86	C.V.= 6.12	C.V. = 4.24

Muestra N $^{\circ}$  3:

% C.P. = 13.93	% A = 0.14	M.R. = 400.46
d.E. = 1.00	d.E.= 0.09	d.E. = 8.85
C.V. = 7.18		C.V. = 22.10

Muestra N $^{\circ}$  4:

% C.P. = 11.81	% A = 0.34	M.R. = 262.86
d.E. = 0.62	d.E = 0.17	d.E. = 65.75
C.V. = 5.25		C.V. = 25.01

Muestra N $^{\circ}$  6:

% C.P. = 10.50	% A = 0.84	M.R. = 353.90
d.E. = 0.62	d.E.= 0.42	d.E. = 34.10
C.V. = 5.90		C.V. = 9.64

Muestra N $^{\circ}$  8:

% C.P. = 9.59	% A = 2.58	M.R. = 197.43
d.E. = 0.56	d.E.= 0.53	d.E. = 10.94
C.V. = 5.84	C.V.= 20.54	C.V. = 5.54

Muestra N $^{\circ}$  10:

% C.P. = 10.79	% A = 1.42	M.R. = 283.60
d.E. = 0.34	d.E.= 0.20	d.E. = 59.03
C.V. = 3.15	C.V.=14.08	C.V. = 20.81

Muestra N $^{\circ}$  11:

% C.P. = 11.30	% A = 2.20	M.R. = 198.08
d.E. = 0.44	d.E.= 0.06	d.E. = 25.11
C.V. = 3.89	C.V.= 2.73	C.V. = 12.68

Muestra N $^{\circ}$  12:

% C.P. = 12.99	% A = 1.34	M.R. = 195.10
d.E. = 0.44	d.E.= 0.28	d.E. = 29.60
c.V. = 3.89	C.V.= 20.90	C.V. = 15.17

Esta información obtenida se relaciona en las fichas técnicas como ya se dijo. La información sirve de base para los ensayos que se van a realizar en el Centro Artesanal y que están relacionados con el programa que se adelanta actualmente en Ráquira sobre Pastas y Esmaltes a cargo del Señor Junji Tsuboi. Las sugerencias técnicas adecuadas para optimizar el proceso cerámico de Ráquira serán presentadas en el informe final de este proyecto y se estudiarán las posibilidades alternas o similares a las propuestas por el Técnico Japonés y que se muestran de una forma general en la siguiente página.

