

AUTOGOBIERNO

- **Antonio Jiménez Jáuregui**
- **Marco Antonio Castro Fragoso**
- **Rafael Miranda Rodríguez**

TESIS PROFESIONAL

Potencialidad del

eso en el Campo de

de la Construcción



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

facultad de arquitectura

autogobierno

2
TALLER

P

Proyecto: unidad habitacional

Tlaxcala Tlax.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE ARQUITECTOS PRESENTAN

antonio jiménez jáuregui
marco antonio castro fragoso
rafael miranda rodríguez



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

En la época actual el arquitecto se enfrenta a una serie de necesidades de tipo profesional sin precedentes en épocas anteriores, ya que los incrementos constantes en los materiales industrializados de construcción, el deterioro del poder adquisitivo de un gran sector de la población y la mayor demanda de vivienda, ha originado que los grupos dedicados a la investigación inicien un movimiento cuyo principal objetivo es hallar soluciones razonables y económicas.

Esta situación trae consigo la necesidad de investigar en torno a los nuevos materiales y procedimientos constructivos, tendientes a facilitar nuestro diario quehacer, así como un intento de reducir los costos y aliviar uno de los principales problemas que es el que ahora nos ocupa, la demanda de vivienda.

Una parte de los investigadores se ha dedicado al desarrollo de técnicas constructivas simples y con posibilidades de aplicar métodos simples de prefabricación a pie de obra, apoyados tanto en el uso de la mano de obra no especializada, generalmente aportada por el futuro usuario de la vivienda y en los materiales tradicionales.

Otro grupo a preferido investigar las posibilidades de disminuir los costos de la construcción de vivienda, con el empleo tanto de materiales regionales como el desarrollo de otros que reúnan las características adecuadas.

Partiendo de lo anterior el tema la "POTENCIALIDAD DEL YESO EN EL CAMPO DE LA CONSTRUCCION", pretende ser una investigación que nos de a conocer las aptitudes así como las limitaciones del yeso, material que hasta la fecha ha sido utilizado como auxiliar en la construcción, esto debido al gran auge que han tenido los cementos y los concretos y a la baja resistencia que presenta a los efectos de la humedad, pero es sabido por nosotros que este material esta siendo utilizado en otros países como son: Estados Unidos, Italia, España, entre otros con gran éxito, de ahí que -- consideramos que la recopilación de esta información, así como su ajuste al sistema de producción Nacional en materia de construcción lo hace interesante y digno de ser estudiado.

Por otro lado, proponemos en caso de obtener resultados positivos, desarrollar un sistema constructivo con la máxima utilización de este material y su aplicación a manera de conclusión en una vivienda de las denominadas de interés social, la cual ubicaremos en la zona conurbana de Tlaxcala, como componente de un conjunto habitacional formado por 30 viviendas, todo esto congruente con el plan de Desarrollo Urbano para esta zona.

OBJETIVOS ESPECIFICOS :

- 1.- Basándonos en exámenes, estudios y ensayos tanto químicos, como físicos y geológicos, lograremos definir, clasificar y conocer la calidad y composición del yeso que nos ocupa.
- 2.- Sabremos como la acción del calor, sobre la piedra de yeso produce una serie de transformaciones que da lugar a diversos tipos de yeso cocido (comercial) con propiedades diferentes, conociendo estas, trataremos de aprovecharlas dándoles su mejor aplicación en el campo de la construcción así mismo se hará un reconocimiento a los distintos sistemas de fabricación empleados en la actualidad, tratando de aportar las "ventajas" arrojadas por esta investigación y cuyo objetivo será el de definir ó implementar el sistema que muestre mayor eficiencia en la fabricación de yeso aplicable a la construcción.
- 3.- Recurriremos a laboratorios de Ingeniería Experimental con el fin de recaudar información y realizar experimentos y/o ensayos pertinentes para efectos de este estudio, obteniendo así, resultados que justifiquen y permitan continuar con los objetivos, cabe mencionar que se anexarán a ésta investigación todas las memorias, procedimientos y resultados obtenidos.
- 4.- Congruentemente a los resultados obtenidos nos abocaremos directamente a los

procedimientos específicos de la aplicación del yeso a la construcción, donde de igual modo realizaremos experimentos y/o ensayos cuyas memorias y resultados anexaremos a ésta investigación.

5.- Desarrollaremos un sistema de construcción mediante la máxima utilización del yeso dosificado en los diferentes elementos que componen una vivienda, y la integración de todos ellos en la construcción de viviendas de tipo unifamiliar, - cabe precisar que esta etapa irá acompañada de cálculo para efectos de proyecto estructural, así como proyecto de instalaciones en general considerando los - - efectos y compatibilidad de los diferentes materiales con el yeso, y todos los elementos que se consideren necesarios para la realización de dicho proyecto.

6.- Intentaremos integrar el apoyo financiero institucional, el empleo de la mano de obra del futuro usuario y el abatimiento del costo de construcción logrando así un proyecto que satisfaga la relación de costo-beneficio, dirigida al sector de población que tenga posibilidades de adquisición comprendidas en el rango de 1 a 2 veces salario mínimo de acuerdo a los cajones de financiamiento INFONAVIT.

7.- Por último y lo que consideramos como nuestro objetivo de ésta tesis es de lograr el abatimiento del costo de construcción en el sector vivienda, ofreciendo así la posibilidad de adquisición a la población que no cuenta con vivienda o -

las tienen pero en condiciones precarias, de este modo participaremos de manera real y efectiva ante un problema a nivel Nacional, con los objetivos y lineamientos de la Facultad de Arquitectura UNAM Autogobierno.

MARCO TEORICO:

Se recurrirán a métodos modernos de análisis instrumental con los que se podrán definir y determinar las características y aptitudes tanto físicas, químicas, mecánicas y de micro-estructura del material en cuestión, y con estos conocimientos será posible modificar el material para que adquiera las propiedades deseables para su aplicación en el campo de la construcción.

I N D I C E

P R E S E N T A C I O N .

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

O B J E T I V O S E S P E C I F I C O S .

M A R C O T E O R I C O .

	Pag.
1.0. Generalidades.	1
1.1. Antecedentes.	1
1.2. Estado Natural	2
1.3. Origen y Yacimientos.	3
1.4. Variedades Mineralógicas.	4
1.4.1. Anhidrita o Karestenita.	5
1.4.2. Piedra de Yeso o Algez.	6
1.4.2.1. Alabastro o Yeso Sacarino	7
1.4.2.2. Yeso Fibroso o Piedra de Yeso Fibrosa.	8
1.4.2.3. Yeso Calizo o Piedra de Yeso Ordinaria y Común.	8
1.4.2.4. Yeso Espejuelo o Selenita.	9
1.4.2.5. Yeso Flecha o Cristal de Lanza.	9
1.4.3. Sulfato de Calcio Semihidratado o Hemihidratado.	9
1.5. Acción del Agua Sobre el Anhidro y Sobre la Piedra de Yeso.	10
2.0. Fabricación del Yeso	12
2.1. Aspectos Generales	12
2.2. Selección de la Piedra o Calidad y Composición de la Piedra- de Cantera.	13

	Pag.	
2.3.	Examen de las Impurezas de la Piedra de Yeso.	13
2.4.	Acción del calor sobre la piedra de Yeso.	15
2.4.1.	Bihidrato.	18
2.4.2.	Semihidrato.	18
2.4.3.	Anhidrita Soluble.	19
2.4.4.	Anhidrita Insoluble.	19
2.4.5.	Yeso de Pavimento.	19
2.4.6.	Yeso Hidraulico.	20
2.5.	Métodos de Cocción en la fabricación de Yeso.	20
2.6.	Etapas del Proceso de Fabricación de Yeso.	23
2.6.1.	Extracción de la piedra de cantera.	24
2.6.2.	Trituración.	25
2.6.3.	Hornos empleados para la Cocción de Yeso.	25
2.6.4.	Molido, Cernido y Envasado.	40
2.7.	Denominaciones Comerciales del Yeso.	41
3.0.	Características y propiedades del Yeso.	51
3.1.	Resistencias.	51
3.2.	Adherencia.	54
3.3.	Aumento de Volumen.	55
3.4.	Conservación o Durabilidad.	56
3.5.	Fraguado.	56
3.6.	Ensayos de Yeso.	60
3.6.1.	Reconocimiento.	60

	Pag.	
3.6.2.	Cantidad de agua Absorbida	61
3.6.3.	Calor Desarrollado en el Proceso de Fraguado.	62
3.6.4.	Grado de Finura.	62
3.7.	Proceso Experimental de un Yeso en Particular.	63
3.7.1.	Obtención de Muestras.	64
3.7.2.	Molienda.	66
3.7.3.	Análisis Químico.	66
3.7.4.	Difracción de Rayos X	68
3.7.5.	Análisis Térmico.	69
3.7.6.	Determinación de Densidad del Yeso.	71
3.7.6.1.	Descripción del equipo necesario para determinar la- densidad del Yeso.	72
3.7.7.	Descripción del ensayo para la deshidratación del Yeso.	73
3.7.8.	Obtención de la Densidad del Yeso Deshidratado a diferentes- tiempos y temperaturas.	73
3.7.9.	Agua de Amasado.	82
3.7.10.	Características Tecnológicas del Yeso.	84
3.7.11.	Comportamiento ante el Fuego.	84
3.7.12.	Acción del Yeso sobre otros materiales.	84
3.7.13.	Pruebas de Permeabilidad.	86
3.7.13.1.	Festerbond y Cemento.	89
3.7.13.2.	Festerbond y Cal.	90
3.7.13.3.	Micriprimer, Festerbond y Cemento.	90
3.7.13.4.	Festerbond, Cemento y Cal.	90

	Pag.	
3.7.13.5.	Jabón y Alumbre.	91
3.7.13.6.	Pintura de Cal y Sal.	92
3.7.13.7.	Desperdicio de Plátano y Alumbre.	92
3.7.14.	Expansión y contracciones diferenciales del Yeso.	94
4.0.	Generalidades sobre el empleo del Yeso.	96
4.1.	Trabajos comunes y amasado del Yeso.	96
4.1.1.	Amasado a máquina.	100
4.1.2.	Máquina amasadora proyectora.	100
4.2.	Morteros de Yeso.	102
4.3.	Hormigones de Yeso.	104
4.4.	Procedimientos para aumentar la Resistencia del Yeso.	104
4.5.	Procedimientos para modificar el tiempo de fraguado.	112
4.5.	Procedimientos para aumentar la resistencia del Yeso.	114
4.6.	Materiales a base de Yeso.	115
4.6.1.	Baldosines.	115
4.6.2.	Planc has de Yeso.	115
4.6.3.	Pasta para moldear al Serrín.	116
4.6.4.	Ladrillos.	117
4.6.5.	Bloques de Yeso.	120
4.6.6.	Baldosas de Yeso.	121
4.6.7.	Placas imitando al Marmol.	121
4.6.8.	Placas Machihembradas.	122
4.6.9.	Placas para cielo raso.	123

	Pag.	
4.6.10.	Paneles de Nido de Abejas.	124
4.6.11.	Bovedillas.	124
4.7.	Impermeabilización del Yeso.	125
4.7.1.	Apresto Impermeable.	128
4.7.2.	Baño de Estearina.	128
4.7.3.	Enlucido de Parafina.	129
4.7.4.	Barniz al oleo.	129
4.7.5.	Capa arenosa.	129
4.7.6.	Baño Resinoso.	130
4.8.	Diferentes aplicaciones del Yeso en los elementos - Arquitectónicos.	132
4.8.1.	Pilastras y Columnas.	132
4.9.	Yesos compuestos o Artificiales.	134
4.9.1.	Yeso armado.	135
4.9.2.	Staff.	135
4.9.3.	Pasta fuerte.	137
4.9.4.	Yeso mármol.	137
4.9.5.	Dumarmol.	137
4.9.6.	Yeso impermeable.	138
4.9.7.	Yeso Boratado.	139
4.9.8.	Yeso Estuco.	139
4.9.9.	Cemento de Yeso Wylde.	140
4.9.10.	Yeso Sulfatado.	140
4.9.11.	Hidrogips.	141

		Pag.
4.9.12.	Yesolit.	141
4.9.13.	Yeso Alumbreado.	142
4.9.14.	Yeso Keene.	143
4.9.15	Cemento Scot o Schott	143
4.9.16.	El Plasterboard.	144
4.10.	Acabados diversos sobre Yeso.	145
4.10.1.	Procedimientos para colorear el Yeso.	145
4.10.2.	Bloqueo a la Cal.	146
4.10.3.	Pinturas al fresco.	147
4.10.4.	Pinturas al templeo a a la cola.	148
4.10.5.	Pintura de Caseina.	150
4.10.6.	Pinturas de Aceite.	151
4.10.7.	Barnices para Yeso.	152
4.10.8.	Pinturas al Esmalte.	154
4.10.9.	Patinado.	155
4.10.10.	Brillo.	156
4.10.11.	Pulimento.	157
4.10.12.	Dorado, Plateado y Bronceado.	157
4.11.	Apariencias que pueden darse al Yeso.	158
4.11.1.	Plateado.	158
4.11.2.	Mármol.	158
4.11.3.	Tierra Cocida.	159
4.11.4.	Marfil.	160
4.11.5.	Bronceado.	161

		pag.
4.11.6	Madera	163
4.11.7	Hierro Colado	163
4.11.8	Hierro Viejo	164
4.11.9	Elementos Prefabricados (Bloques de yeso, Bovedilla, Piezas de yeso Machiembradas, Célocías, Tejas, Adoquines.)	165
5.0	Pruebas de Laboratorio	178
5.1	Concepción del Sistema Constructivo.	195
5.2	Condicionantes de Diseño.	196
5.3	Desarrollo del Sistema.	197
5.4	Observaciones a la Primera Experiencia.	198
5.5	Comentarios.	200
5.6	Creación del Sistema Constructivo ALGEZ.	201
5.7	Aspecto Gráfico.	
6.0	Análisis Urbano de Tlaxcala, Tlaxcala y Proyecto de Vivienda	222
6.1	Grado de Desarrollo y Crecimiento Urbano de la Localidad.	229
6.2	Planteamiento y Defición del Proyecto.	231
6.3	Anteproyecto Urbano.	232
6.3.1	Créditos para la vivienda de Interés Social (Banco de México)	234
6.3.2	Análisis de los Programas de Financiamiento Infonavit.	237
6.4	Normas Adoptadas de Diseño Urbano.	240
6.4.1	Donaciones.	240
6.4.2	Estacionamientos.	240
6.4.3	Espacios Abiertos.	241

D-3	Equipamiento.	253
D-4	Uso del Suelo.	254
D-5	Ocupación del Suelo.	255
D-6	Equipamiento e Infraestructura.	256
D-7	Estudio Socio-Económico.	257
L-1	Montea Solar.	258
L-2	Poligonal.	259
L-3	Colindancias y Orientaciones.	260
	Conjunto Habitacional.	

DESARROLLO DE PROYECTO ARQUITECTONICO

A-1	Planta de Amueblado.	262
A-2	Planta Arquitectónica.	263
A-3	Corte y Fachada Principal.	264
A-4	Corte y Fachada Posterior.	265
A-5	Planta de Azotea.	266
A-6	Corte C-C	267
E-1	Planta de Cimentación.	268
E-2	Tipos de Cimentación.	269
E-3	Estructural Losa de Azotea.	270
E-4	Tabla de Aplicación de Viguetas.	271
E-5	Distribución de Viguetas.	272
E-6	Vigueta y Bovedilla.	273

	pag	
E-7	Diseño de Bovedilla.	274
E-8	Cimentación.	275
IH-1	Instalación Hidráulica.	276
IH-2	Isométrico Instalación Hidráulica.	277
IE-1	Instalación Eléctrica.	278
IE-2	Cuadro de Cargas.	279
IS-1	Instalación Sanitaria.	280
IS-2	Detalle Sanitario Baño.	281
IS-3	Detalle Sanitario Cocina.	282
CF-1	Cortes por Fachada.	283
D-1	Detalles Constructivos.	284
D-2	Detalles Constructivos.	285
D-3	Detalles Constructivos.	286

Conclusiones :

Referencias Bibliográficas.

1. - GENERALIDADES :

1.1. ANTECEDENTES

El empleo del yeso data desde tiempos muy remotos o más que el uso de la cal, según se ha podido constatar en algunas ruinas, obras que fueron ejecutadas por las civilizaciones más antiguas desde Siria, Babilonia, hace ocho o diez mil años.

En épocas menos lejanas, hace cuatro mil quinientos años se empleó en Egipto, en la construcción de las Pirámides y en diversos monumentos funerarios. También lo utilizaron los Griegos, unas veces como material aglomerante, y otras, como elementos de decoración. Asimismo los Romanos emplearon el yeso con diferentes fines, especialmente en la decoración de interiores y en las villas y palacios de su época.

Y, en todos los tiempos, ha seguido siendo un excelente auxiliar de la construcción, utilizándose tanto en piedra natural, como transformado en yeso cocido, y se le ha dado más importancia a medida que se ha ido desarrollando la industria de la construcción, aunque sin alcanzar exagerada preponderancia, debido a su poca resistencia que ofrece a la acción de la humedad y al gran incremento que fueron adquiriendo los cementos y el concreto armado.

A partir de la Primera Guerra Mundial (1914-1919) adquirió un gran desarrollo la industria yesera, al irse perfeccionando los métodos empleados en su fabricación, y aumentar el número y calidad de los productos obtenidos. Desde entonces se ha selec-

cionado el material con mayor esmero, se han construido nuevos modelos de hornos y se han estudiado las particularidades de cada tipo, la relación y su aplicación.

También se han ido buscando nuevas aplicaciones para cada producto, atendiendo a -- sus características particulares.

Estos progresos técnicos se han realizado principalmente en los Estados Unidos, - - Francia, Alemania, Italia, España e Inglaterra. En México también ha progresado la industria del yeso aunque no tanto como se desearía, y por ello creemos cabe esperar nuevos adelantos, en el gran campo que ofrece este producto, con nuevos estu- - dios y experiencias.

1.2. ESTADO NATURAL:

Los mayores yacimientos de yeso se encuentran en terrenos sedimentarios, por evapori- zación de los lagos y mares que antes estuvieron cubiertos por las aguas y casi - - siempre asociados con capas de sal gema.

Se halla también disuelto en las aguas selenitosas y en pequeña cantidad en el agua del mar. Los yesos procedentes generalmente de los díapiros pueden contener canti- dades importantes de cloruros u otras sales, por cuya razón son desestimados.

DESDE EL PUNTO DE VISTA TECNICO: La única limitación para obtener yeso aglomerante - es su pureza, la cual debe estar cerca del 90% de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (sulfato de calcio dihi- drato), y en caso de contener anhidrita, se puede admitir hasta un límite no infe- rior al 80% de sulfato de calcio.

1.3. ORIGEN Y YACIMIENTOS :

En las condiciones naturales, el yeso se forma por distintas vías.

En masas considerables se deposita por vía sedimentaria, en el fondo de los lagos salados, y de los mares que se van secando.

a) El yeso a la par con el cloruro de Sodio (NaCl), sólo puede desprenderse en las faces iniciales de la evaporización, cuando dicha concentración llega a un nivel de terminado, en particular tratándose de NaCl, y sobre todo de MgCl₂, en lugar del yeso se forman cristales de anhidrita, luego otras más solubles.

Por lo consiguiente el yeso debe permanecer en dichos depósitos, a las precipitaciones químicas más tempranas. En muchos yacimientos de sal, los estratos de yeso se alteran con estratos de sal gema, y se dispone en las partes inferiores, teniendo como fondo en ocasiones sedimentaciones de caliza.

b) Masas muy considerables de yeso, se forman como consecuencia de la hidratación de la anhidrita en los depósitos sedimentarios bajo el efecto de las aguas superficiales, o en un ambiente de baja presión exterior, conforme a la siguiente relación:
$$\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \text{ ---- } \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$
, cuando los depósitos se forman por este proceso, se produce un gran aumento de volumen, y en consecuencia, existen múltiples y complejos trastornos de la situación, y posición de los estratos. Por esta vía se han formado la mayor parte de los grandes yacimientos de yeso en el globo terrestre.

c) En las regiones desérticas y semidesérticas el yeso se encuentra en filones o nó

dulos de la corteza de meteorización de las rocas de composiciones más distintas. - Suele formarse también en las zonas de calizas el efecto de las rocas enriquecidas con ácido sulfúrico o sulfatos disueltos en ellas.

Se encuentran también en las zonas de oxidación de los yacimientos de sulfuro, aunque en masas no muy grandes.

d) El yeso es muy raro como material hidrotermal típico en los yacimientos de sulfuros, formados a bajas temperaturas y presiones. En dichos yacimientos se observa - a veces, grandes cristales en las cavidades y contiene inclusiones de calcopirita, pirita, y esfalerita.

1.4. VARIEDADES MINEROLOGICAS:

También al yeso se le conoce como, Sulfato de Calcio, Roca Yesosa o Yeso Crudo.

Cuando la piedra es recién extraída de la cantera muestra en la superficie de fractura particulares propiedades las cuales varían según el yacimiento, estas rocas -- que nos ofrece la naturaleza, presentan numerosas variedades y como según queda dicho aparecen bajo diversas formas y aspectos.

Con arreglo a su estructura aparece el yeso crudo, unas veces cristalizado, estratificado o aglomerado y otras en forma lenticular o fibrosa, dando lugar a diversos tipos más o menos puros, no obstante solo son tres las especies principales y perfectamente definidas:

- La anhidrita o Karestina (SO_4Ca).

- Piedra de Yeso o Algez ($\text{SO}_4\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O}$).
- Sulfato de Calcio semihidratado ($\text{SO}_4\text{Ca} + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$).

1.4.1. ANHIDRITA O KARESTENITA :

Está constituida por Sulfato de Calcio Anhidro desprovisto de agua de cristalización, se encuentra en capas finísimas en los yacimientos de sal gema y en grandes masas rocosas y raramente en estado de total cristalización, es más duro que la piedra de yeso y es además más pesado que ésta, es de aspecto blanco e incoloro cuando está pura y coloreada en azul, gris, amarilla o rojiza cuando contiene arcillas, óxido de hierro o sílice, la variedad gris azulada contiene 18% aproximadamente de sílice y por ésto resulta más dura que las otras.

Cuando la anhidrita está en masas compactas al quebrarlas muestra un grano pequeño como el mármol, de superficie vitrea, con estas condiciones su trama cristalina puede ser vista con la ayuda del microscopio, cristalizando casi generalmente en el sistema rómbico, tiene una densidad de 2.96 y de dureza 3 en la escala de Mhos. (ver tabla 1)

Es compacta y de aspecto sacaroide y se parece al mármol estatuuario.

En su estado puro tiene una composición centesimal de:

SO_3	58.82%
CaO	41.18%

Ahora bien, la acción del agua tiene lugar en la superficie de la roca, es evidente que el hidrato se forma en la superficie, si en cambio el agua proviene de corrien-

tes subterráneas, en la superficie se encuentra el anhídrido.

1.4.2. PIEDRA DE YESO O ALGEZ :

La piedra de yeso se denomina químicamente sulfato de calcio hidratado, lo que equivale a la fórmula $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, es decir, está formada por dos grupos de los cuales el primero SO_4Ca contiene Ca = Calcio; S = Azufre; O = Oxígeno dando así el sulfato de calcio, y el segundo grupo $2\text{H}_2\text{O}$, contiene H = Hidrógeno; O = Oxígeno, dando así agua, en este grupo como lo indica el número 2 que le precede entra 2 veces en la fórmula citada y su composición centesimal es:

Sulfato de Calcio79%

H_2O de cristalización21%

La piedra de yeso a veces contiene impurezas como: Carbonato de Cal, Arcilla, Betún, Oxido Ferroso, Hierro y Sílice que pueden conferirle color amarillento, rojizo, verdoso, azulado y obscuro. (ver impurezas de yeso en el capítulo dos de este trabajo)

Se halla en forma de rocas más o menos compactas de gran espesor y es un mineral --blando y fácilmente desmenuzable, poco soluble en el agua, alcanzando mayor solubilidad a los 37°C obedeciendo al siguiente comportamiento:

CANTIDAD DE AGUA	HIDRATO DISUELTO EN GRAMOS	TEMPERATURA
1 LT.	1.76 a 2.22	0°C
1 LT.	2.12 a 2.65	37°C
1 LT.	1.62 a 2.50	100°C

Esto es, aumenta su solubilidad a medida que lo hace la temperatura desde 0°C a 37°C y después disminuye hasta 100°C.

Cristaliza en el sistema monoclinico y presenta una densidad de 2.28 y su dureza es de 2 en la escala de Mohs (ver tabla 1), siendo su composición centesimal de:

SO ₃	46.51%
CaO	32.56%
H ₂ O	20.43%

Su peso específico (peso de un volumen dado de mineral a un volumen igual de agua - tomada como unidad de medida) de los cristales de yeso es de 2.3 pesando menos que el anhídrido ordinario ya que ésta pesa 2.9.

Las numerosas variedades de piedra de yeso crudo deben agruparse según su estructura de cristalización de la siguiente manera:

- Yeso Alabastro y Yeso Sacarino
- Yeso Fibroso o Piedra de Yeso Fibrosa
- Yeso Calizo o Piedra de Yeso Ordinaria y Común
- Yeso Espejuelo o la Selenita
- Yeso en Flecha o Cristal de Lanza

1.4.2.1. ALABASTRO Y YESO SACARINO :

Es una piedra compuesta de grano fino, de estructura muy parecida al alabastro común o calizo, compuesta de cristales pequeños y uniformes que le dan un aspecto ca-

si transparente aún cuando sea bastante espesor, quebrándolo y exponiendo el fragmento a la luz, se notan colores brillantes y madresperláceos debido a los reflejos de los cristales.

Generalmente el alabastro es de color blanco y muy parecido al mármol de carrera. - También lo hay de color amarillo, gris a causa de las impurezas como son óxido de hierro, betún, etc.

Por su calidad y rendimiento es muy superior a todas las otras piedras.

Se utiliza al natural en decoración y esculturas para tallar figuras y objetos de adorno.

1.4.2.2. YESO FIBROSO O PIEDRA DE YESO FIBROSA :

Encontrándose en delicadas capas en las rocas de yeso o en formas de venas de la marga y en la arcilla.

Está formado por $SO_4 Ca + 2H_2O$ puro se encuentra compuesta de largas fibras cristalinas que se presentan bajo el aspecto de madejas de seda blanca, irradiando de un punto en forma de pequeños penachos, se emplea en algunas ocasiones para obtener es cayola y con él también se obtiene un buen yeso para mezclas.

1.4.2.3. YESO CALIZO O PIEDRA DE YESO ORDINARIA Y COMUN :

Es difícilmente reconocible la cristalización y en su superficie de ruptura no se aprecia aspectos característicos, unas veces se encuentra en grandes cantidades de color blanco, a veces está coloreada de amarillo, de rojo (óxido ferroso) o de gris

(betún); de la pureza de su color depende la calidad del producto, debido a la - - cantidad con que se encuentran sus yacimientos, es la más usada para la fabricación del yeso común y del yeso de estuco, es decir de las calidades que más se consumen.

También en algunas ocasiones contiene hasta un 12% de carbonato de calcio, dando un buen yeso, endureciéndose mucho después del fraguado, y algunas veces aparece en forma terrosa o en laminillas aisladas.

1.4.2.4. YESO ESPEJUELO O LA SELENITA :

Es un sulfato de calcio hidratado con dos moléculas de agua, se presenta en grandes cristales planos y transversales que se axfolian fácilmente en laminillas delgadas, brillantes y translucidas que en ciertas aplicaciones pueden sustituir al vidrio. - Tiene una densidad de 2.3, su principal aplicación es la fabricación de yeso cocido y de la mejor escayola para escultores o dicho de otro modo proporciona un buen yeso para estucos y modelados.

1.4.2.5. YESO EN FLECHA O CRISTAL DE LANZA :

En la cantera se encuentra en placas aisladas, de no pequeñas dimensiones, aparente_{mente} como un único cristal incoloro, transparente, en forma de punta de lanza formando macla, esta es la piedra que tiene más fuerte y definitiva cristalización, - con ella se obtiene un excelente yeso para el vaciado de objetos muy delicados.

1.4.3. SULFATO DE CALCIO SEMIHDRATO O HEMIHDRATO:

Difícilmente se encuentra en la naturaleza como mineral, pero se forma en numerosos

procesos físicos y constituye la mayor parte de las incrustaciones de las calderas. Es más soluble en el agua que la piedra de yeso y constituye la base del yeso cocido que se emplea como mortero. Un buen tipo de yeso, por ejemplo la escayola que presenta una composición centesimal de:

CaSO ₄	Sulfato de Calcio	92 a 94%
H ₂ O	Agua	8 a 6%

NOTA: Para ampliar en este punto consultar el capítulo referente a la fabricación de yeso en esta misma investigación.

1.5. ACCION DEL AGUA SOBRE EL ANHIDRO Y SOBRE LA PIEDRA DE YESO :

El agua que llega a infiltrarse en la piedra siguiendo las pequeñas grietas casi invisibles a simple vista, se fija como agua de cristalización en cantidad suficiente para producir la antedicha transformación; y puesto que al mismo tiempo, si hay en la piedra un notable aumento de volumen que llegue a provocar la rotura, el agua -- puede llegar a ponerse fácilmente en contacto con las restantes partes del anhidro, dando así la total transformación en hidrato.

Los ensayos han demostrado que cada m³ de anhidrido da lugar a la formación de -- 1.577 m³ de piedra de yeso. El proceso puede acelerarse sumergiendo las piedras de anhidro en agua corriente.

Si la acción del agua sobre la piedra de yeso, especialmente es prolongada es favorable ya que determina la extensión de los cristales de yeso y completa la hidrata-

ción de las partes que se encuentran en estado de anhídrido.

ESCALA DE DUREZA DE MOHS

1.- TALCO LAMINAR	
2.- YESO CRISTALIZADO	SE RAYAN CON LA UÑA
3.- CALCITA	
4.- FLUORITA	
5.- APATITA O FOSFORITA	SE RAYAN CON LA NAVAJA
6.- ORTOCLASA O FELDESPATO	SE RAYA CON LA LIMA
7.- CUARZO	
8.- TOPACIO	NO SE RAYAN CON EL ACERO
9.- CORINDON	Y DAN CHISPAS CON EL
10.- DIAMANTE	ESLABON

2. FABRICACION DE YESO :

2.1 ASPECTOS GENERALES :

La obtención industrial del yeso se basa en el sulfato de calcio, sometido a un calentamiento o deshidratación, donde se transforma y posteriormente molido da un polvo fino blanco llamado yeso cocido que se emplea en construcción como aglomerante - por la propiedad de que amasado con agua forma una pasta que al hidratarse de nuevo cristaliza, formando una masa dura y resistente al fraguar.

La fabricación del yeso, con los métodos rústicos que se emplean en las yeserías, - resulta sumamente sencilla; pero cuando se quieren obtener clases escogidas, no - - existe más remedio que poner cuidado en la elección del método, grado de cocción, - temperatura y duración, tipo de horno empleado para el efecto, naturaleza del combustible, calidad de la materia prima y preparación de la misma.

La calidad y composición así como las propiedades particulares de cada yeso fabricado dependen de numerosas causas siendo las principales las siguientes:

- 1.- La calidad y composición de la piedra de cantera.
- 2.- El mayor o menor grado de selección practicado.
- 3.- El método empleado para la cocción.
- 4.- La temperatura y tiempo empleado para la cocción.

5.- La perfección del molido, cernido y envasado del yeso obtenido.

2.2. SELECCION DE LA PIEDRA O CALIDAD Y COMPOSICION DE LA PIEDRA DE CANTERA:

Operación de suma importancia es la de seleccionar cuidadosamente la clase de piedra para la fabricación de las diversas variedades de yeso, esta es la primera y principal operación y forma la base del complejo de operaciones que constituyen la fabricación del yeso.

Sabemos que no todas las fábricas pueden estar en situación de sacar todas las ventajas que puede dar una cuidadosa selección de la piedra de yeso. Por eso es de recomendar que por pequeña que sea la industria yesera se deba recurrir a pruebas analíticas sobre el material, las cuales han de realizarse en laboratorios especializados, incluyendo los hornos y la maquinaria con que se dispone, y así establecer exactamente la composición de la piedra a tratar, la calidad y homogenización del producto a obtener.

2.3. EXAMEN DE LAS IMPUREZAS DE LA PIEDRA DE YESO :

La piedra de yeso que contenga arcillas y arena en pequeñas cantidades, puede también usarse para obtener un producto para morteros en albañilería; la arena y la arcilla quitan, en cambio, buena parte de la facultad del fraguado al yeso de estuco y de moldear y no convienen en absoluto para el yeso de pavimento; para este último

se deben alcanzar altas temperaturas de cocción como veremos mas adelante.

El betún cualquiera que sea la cantidad incorporada en la piedra de yeso, es perjudicial mientras se desarrolla el proceso de cocción ya que se desprende sulfuro de calcio, el cual, si está en cantidades algo elevadas, le produce al yeso expansión después de fraguado. El sulfuro de calcio manifiesta su existencia incluso antes del fraguado y esto ocurre cuando se disemina la harina de yeso en el agua, por el olor a "huevo podrido". Además el betún altera el color blanco del yeso haciéndolo gris.

Los óxidos de hierro, aún en pequeñas cantidades, se manifiestan en la tenue alteración del color de la harina y mejor aún, en los trabajos de estuco, a los cuales dan un color de marfíl más o menos intenso. Si están en cantidad mínima, resultan menos perjudiciales para el fraguado. Si el material contiene además un poco de betún, la colorización dada por el óxido de hierro, se une con la grisácea de betún, dando en definitiva un color blanco sucio.

El carbonato de calcio es la impureza mejor tolerada para la producción de yeso de estuco y de construcción, porque permanece inalterado por el hecho de que no se transforma sino a la temperatura de 800°C aproximadamente.

La anhidrita natural, es uno de los productos que perjudican al fraguado del yeso; durante la cocción no sufre alteraciones, y luego, por efecto de una lenta hidratación con el consiguiente aumento de volumen, resulta perjudicial, más aún teniendo en cuenta que tal expansión se manifiesta después del fraguado.

2.4. ACCION DEL CALOR SOBRE LA PIEDRA DE YESO :

El estudio de los efectos de la acción del calor sobre la piedra de yeso se deben al químico francés Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), el cual determinó que la piedra de yeso cristaliza con dos moléculas de agua (bihidrato), donde una y media moléculas están combinadas debilmente (75%) y la otra media molécula fuertemente (25%). Según Van T'Hoff cien partes en peso de este bihidrato contienen:

79.07% de CaSO_4

15.70% de H_2O debilmente combinada $1\frac{1}{2}$ Mol.

5.23% de H_2O fuertemente combinada $\frac{1}{2}$ Mol.

Si después de haber sacado esta agua de cristalización mediante la acción del calor y se restituye está, ésta al amasarlo con agua, la toma con avidez volviendo a cristalizar endureciéndose con rapidéz y esta propiedad puede serle dada o quitada al yeso, según se le quite más o menos agua de cristalización. De ahí que la deshidratación de la piedra de yeso por medio del calor, se ha estudiado por muchos otros químicos, los cuales no han llegado a resultados convergentes, especialmente por lo que se refiere a la temperatura más conveniente para la deshidratación del yeso, es por eso que para cada caso específico, se recomienda recurrir a pruebas de calorimetría o análisis térmico diferencial (DTA) con el fin de determinar las temperaturas a las cuales se deberá someter la piedra de yeso dependiendo del producto que se desee obtener.

La deshidratación de la piedra de yeso sometida a la acción del calor se realiza en

dos fases:

En la primera pierde tres cuartas partes de agua de cristalización (75%), y tiene lugar entre los 107°C y los 200°C. El producto que se obtiene y que, como se ha dicho, contiene todavía un cuarto de agua de cristalización, se llama semihidrato porque no tiene más que media molécula de agua, correspondiendo a la fórmula:

En su forma Simplificada:



Este mezclado con agua, fragua rápidamente y constituye el elemento esencial del yeso de construcción de estuco y de moldeo.

En la segunda fase se desprende la media molécula de agua fuertemente combinada (el 25%), obteniéndose así distintos yesos de construcción según la temperatura creciente.

Como según se mencionó las temperaturas a las que se somete el yeso para lograr su deshidratación no han quedado determinadas, recordando que dichas temperaturas de transformación se deberán determinar en base a los estudios, pruebas y análisis que se practiquen sobre cada caso particular de yeso que se trate.

Con base en lo anterior y apoyados en reportes bibliográficos sobre el tema es como formamos un esquema síntesis que nos servirá para realizar los análisis térmico diferenciales y así encontrar las temperaturas del dihidrato bajo la acción del calor poniendo de relieve las principales fases y estados alotropicos de interés técnico del yeso que nos ocupa (yeso MIMSA fabricado por Minerales Inmet, S.A.) y que es el siguiente:

TEMPERATURA	VARIEDAD ALOTROPICA
AMBIENTE	BIHIDRATO O ALGEZ
107 a 200°C	SEMIHIDRATO
200 a 250°C	ANHIDRITA SOLUBLE
250 a 700°C	ANHIDRITA INSOLUBLE
700 a 1000°C	YESO DE PAVIMENTO
1000 a 1400°C	YESO HIDRAULICO CON MAYOR PROPORCION DE CAL LIBRE
1450°C	TEMPERATURA DE FUSION DEL YESO

Por otra parte señalaremos que la temperatura a que tiene lugar la cocción del yeso depende de la velocidad de calentamiento, de la presión externa, de la granulometría del yeso empleado, de la agitación de la masa y también de las diferentes densidades de la piedra de yeso ya que ejercen una mayor influencia sobre la velocidad de deshidratación, cuando se trabaja con granos gruesos que con finos debido a la pésima conductividad térmica del yeso.

En la práctica para obtener el semihidrato se alcanzan temperaturas más elevadas a las citadas anteriormente, a fin de conseguir la separación del agua de cristalización lo más rápidamente posible. Pero con la elevación de la temperatura se corre el riesgo de obtener un producto que ya no tenga las propiedades del semihidrato. Como se puede observar en la tabla anterior si se incrementa la temperatura de cocción o deshidratación en forma gradual se obtienen variedades alotrópicas que presentan diversas características de tipo técnico, dichas variedades son las que van

desde: El Bihidrato, Semihidrato, Anhidrita soluble, Anhidrita insoluble, Yeso de Pavimento y Yeso Hidráulico.

2.4.1.- BIHIDRATO:

También se llama piedra de yeso o sulfato de calcio, compuesto con dos moléculas de agua.

2.4.2.- SEMIHIDRATO:

El sulfato de calcio con dos moléculas de agua, por la acción del calor, se transforma en semihidrato.

De 107 a 200°C, se transforma en sulfato de calcio semihidratado ($\text{CaSO}_4 + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), por haber perdido tres cuartas partes de agua de cristalización o sea, molécula y media de agua.

El semihidrato es un polvo blanco que tiene la propiedad de fraguar y endurecerse si se amasa con agua y por ello puede ser utilizado como mortero para su empleo en construcción.

Esta variedad es bastante soluble en el agua, pues un litro de agua disuelve 10.5 gr. de este transformándose inmediatamente en doble hidrato, restituyéndose la piedra original de que fué obtenido.

2.4.3.- ANHIDRITA SOLUBLE:

Es obtenida por deshidratación a temperaturas entre 200°C a 250°C, donde se elimina la mayor parte de la media molécula de agua de cristalización, es un producto inestable que absorbe agua del ambiente con gran rapidez transformándose en semihidrato. Mezclada con el agua tiene la propiedad de dar un fraguado muy rápido, de modo que su presencia en los yesos recién obtenidos a variación en sus tiempos de fraguado y se requiere, para evitar este efecto, el reposo del material en silos para conseguir una calidad homogénea. Con su presencia en cantidades importantes puede incluso recurrirse a la adición de productos retardantes de fraguado.

2.4.4.- ANHIDRITA INSOLUBLE:

Obtenida por deshidratación de hemidratos a temperaturas que van de 240 a 700°C, reacciona con el agua muy lentamente, se le llama también yeso cocido a muerte de fraguado lento o casi nulo, también se dice que está quemado o muerto porque pierde la propiedad de endurecer.

2.4.5.- YESO DE PAVIMENTO:

De igual forma que las otras variedades, se obtiene por deshidratación de semihidratos a temperaturas que van de 700° a 1000°C. Denominado así por ser ésta su princi-

pal aplicación, da un producto que posee la capacidad de fraguar al cabo de varias horas dependiendo del eventual contenido de óxido de calcio procedente de la des--carbonatación a la temperatura de los 900°C y de las impurezas del CaCO_3 que acompaña al yeso y cuyo hidróxido actúa como acelerante de fraguado. Admite proporción de agua, y la combinación tiene lugar sin producción de calor. Ofrece más dureza, más cohesión, más densidad y presenta mayor resistencia a la intemperie. También se emplea en la fabricación de piedras artificiales. Si una vez endurecido se vuelve a deshidratar a 150°C aproximadamente, se comporta como yeso ordinario.

2.4.6.- YESO HIDRAULICO:

Este producto es obtenido por calcinación a altas temperaturas de 1000 a 1400°C, - ofrece la particularidad de resistir algo más la acción del agua, sin llegar al - grado de impermeabilidad y resistencia que serían de desear.

Este tipo de yeso se denomina hidráulico porque experimenta un fraguado bajo el -- agua, es completamente anhidro, es decir, ha perdido toda el agua de cristaliza--ción, esto tiene notable importancia, y veremos luego de cuanta utilidad puede ser en las aplicaciones prácticas.

2.5. METODOS DE COCCION EN LA FABRICACION DE YESO :

Los sistemas de fabricación que se siguen empleando en algunas de las fábricas de

yeso del país, nos llevan a encontrar que se siguen utilizando métodos rudimentarios y primitivos como son la cocción de piedra en grandes piezas, bajo cobertizos con o sin paredes y en contacto con el combustible; esto ha ocasionado que el producto no pueda cocerse uniformemente y que la temperatura conveniente no pueda resultar constante, de ahí que resulta un producto de calidad variable y de pocas garantías para el buen resultado de su empleo.

Como resultado de la investigación que se realiza, señalaremos a continuación algunos de los métodos que se siguen en la fabricación de yeso, recomendables para ser aplicados en cada caso, según la calidad de la piedra de que se dispone, el grado de perfeccionamiento que se desea alcanzar, así como el tipo de maquinaria y recursos disponibles.

a).- Se parte de piedra yesosa cruda, en trozos de 3 a 6 centímetros, se cuecen en hornos de diferentes tipos y se pulveriza después, para obtener yeso más o menos fi
no.

b).- La piedra procedente de la cantera se quiebra y se muele hasta obtener un polvo finísimo y luego se cuece en caldera u hornos de hierro, provistos de agitador mecánico, obteniendo así escayolas de excelente calidad.

c).- El sulfato de calcio de cantera se reduce a polvo, luego se cuece en el horno, dependiendo de la clase que queremos obtener, y después se muele finamente; este mé
todo se denomina "de doble molturación".

d).- La piedra de la cantera se somete a una desecación previa; o dicho de otro modo deshidratándola a medias, se pulveriza después, y finalmente se cuece nuevamente

hasta el grado preciso; este método se denomina "de doble cocción".

Con yeso obtenido por el primer método se fabrican los mejores yesos de estucos y de moldeo, ya que son de una calidad más fina, ya que el material debe ser sometido a un cuidado especial apenas es extraído de la cantera, a fin de excluir las partes que presentan impurezas y las de dimensiones demasiado pequeñas, cabe señalar que una vez realizado todo el proceso para la obtención de este producto se debe tamizar para uniformizar el grano.

El segundo método es el que más se practica, sobre todo cuando se dispone de piedra de yeso de buena calidad, pero no demasiado compacta y dura y que no se pegue durante la molienda.

El tercer método es indicado para piedra de yeso compacta y que contenga agregados durísimos, en este caso el molido después de la cocción dá magníficos resultados, mejorando la calidad del producto; en efecto, el yeso cocido se muele más fácilmente y puede reducirse a grano finísimo.

Por otra parte, cociendo la piedra de yeso en harina gruesa, se tiene un menor desgaste de las calderas y un ahorro de fuerza motriz necesaria para el agitador que debe remover el yeso mientras se cuece.

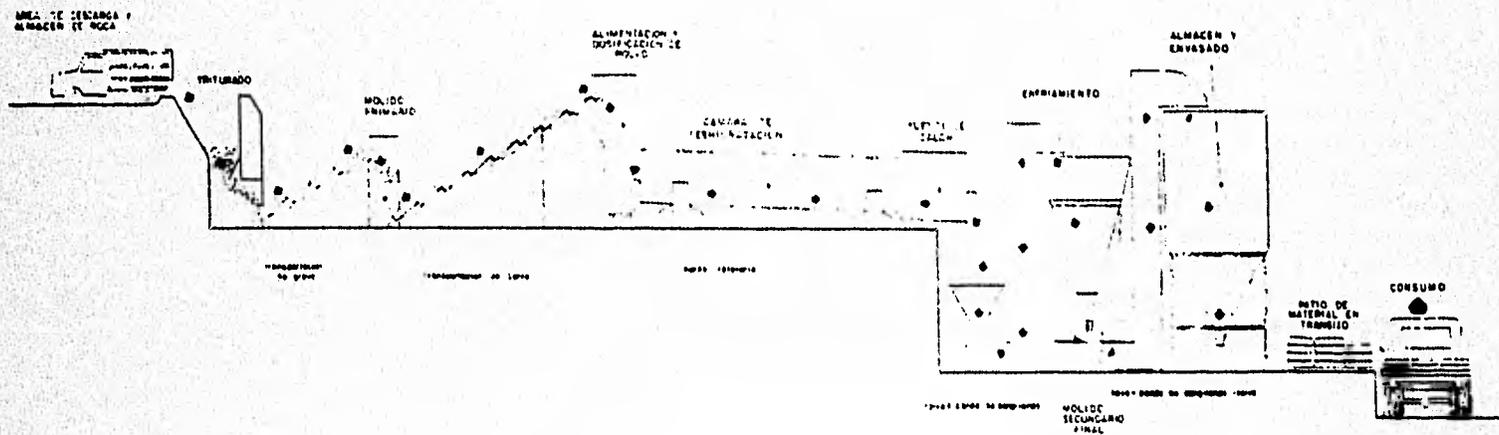
Con el cuarto método, el material se presta para una más perfecta y uniforme cocción. Cada uno de los métodos indicados podrá dar un producto perfecto siempre que se tenga cuidado en todas las operaciones previas, se alcancen las temperaturas adecuadas y que estas sean mantenidas.

Son numerosos también los diferentes tipos de instalaciones existentes, desde el horno rudimentario de montaña, para obtener yesos ordinarios, a las más complicadas y perfectas escayolas, yesos hidráulicos y yesos para pavimento.

2.6. ETAPAS DEL PROCESO DE FABRICACION DEL YESO :

El esquema siguiente nos mostrará las etapas así como los elementos necesarios para la instalación de una fábrica moderna para la obtención del yeso.

PROCESO DE DESHIDRATACION



Con el fin de simplificar el esquema anterior y de dar una idea más clara del proceso a seguir en la fabricación del yeso, diremos que sólo son cuatro los puntos básicos y fundamentales en la obtención e industrialización del yeso, y son los siguientes:

- 1.- Extracción de la piedra y transporte
- 2.- Trituración y selección
- 3.- Deshidratación en hornos
- 4.- Molido, cernido y envasado

2.6.1.- EXTRACCION DE LA PIEDRA DE CANTERA:

El sistema de extracción puede ser en galería o a cielo abierto.

En galería se practica la excavación cuando los estratos de roca están cubiertos de anchas capas de terrenos vegetal, y se hallan a cierta profundidad del nivel del suelo. El trabajo de galería por lo general resulta bastante costoso, ya sea por los peligros de la excavación con sus respectivas obras de seguridad y la dificultad de hallar una veta escogida así como el incremento en el gasto de material de explotación y mano de obra.

A cielo abierto se trabaja con la roca yesosa cuando está cubierta toda o en parte, de capas poco profundas de terreno vegetal. Este sistema es sencillo, no muy peli-

grosso y económico y permite además lanzar al mercado un producto cuyo costo no sea muy elevado.

2.6.2.- TRITURACION:

Las piedras procedentes de la cantera se reducen a trozos del tamaño conveniente, - por medio de máquinas quebrantadoras, de mordazas o mandíbulas como la representada en la figura 1.

También se utilizan machacadoras que transforman los trozos de piedra, de 40 a 50 - centímetros de máxima dimensión, en fragmentos de 5 a 10 centímetros de diámetro -- promedio.

Otras veces se emplean quebrantadoras cónicas de paso graduable, como la de la figura 2, o trituradoras mecánicas de rodillos del tipo que indica la figura 3.

2.6.3.- HORNOS EMPLEADOS PARA LA COCCION DEL YESO:

Los hornos de cocción son de diferentes tipos según el grado de perfección y temperatura que se desee alcanzar.

Una clasificación muy sencilla de estos hornos es la que ponemos a continuación:

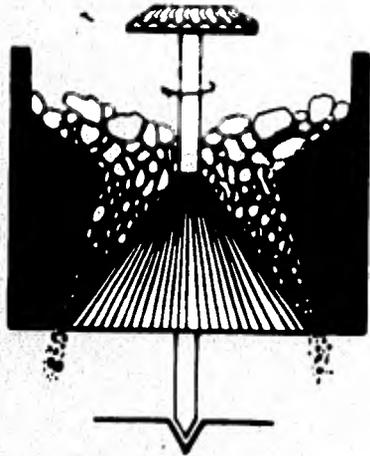


FIGURA 2

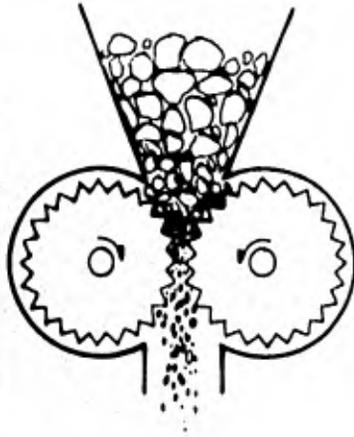


FIGURA 3



FIGURA 1

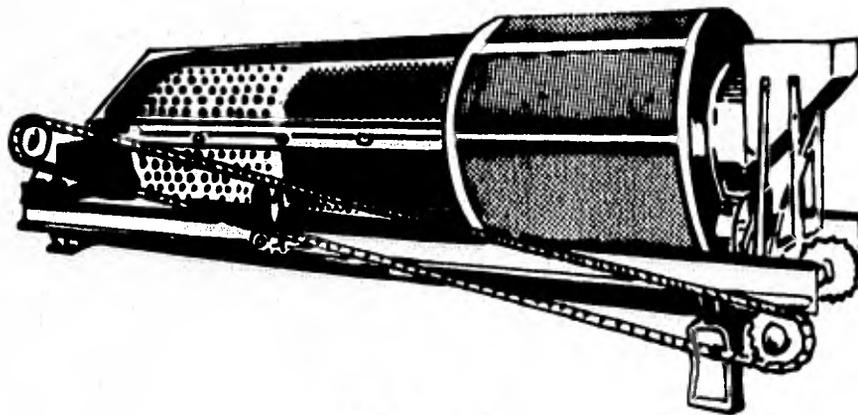


FIGURA 4

DE CONTACTO
DIRECTO
CON EL FUEGO

} FIJOS

{ RUDIMENTARIOS
DE CUBA
DE COLMENA
{ DE PANADERO
AUTOCLAVES
CALDEO INDIRECTO

SIN CONTACTO DIRECTO
CON EL FUEGO

} FIJOS

ROTATORIOS { DE CALDERA
DE TINA

Siendo los de contacto directo con el fuego, los que se emplean para obtener yesos comunes en los que no importa que contengan residuos de combustibles de contacto in directo con el fuego, para clases selectas.

HORNOS ROTATORIOS:

Los hornos rotatorios de producción continúa se presentan de dos tipos distintos:

- a) De Combustión Interna: Con circulación de gases de combustión en el mismo sentido del avance del material (ver hornos rotatorios del primer grupo).
- b) De Combustión Externa: Donde los gases de combustión no se mezclan con el yeso, Con estos hornos se puede lograr una clasificación neumática para los distintos tamaños granulométricos, de este modo las piedras más finas tendrán un menor tiempo -

de exposición al calor en la zona de calcinación debido al arrastre de los gases, mientras que los de mayor tamaño se expondrán por un período más prolongado de tiempo.

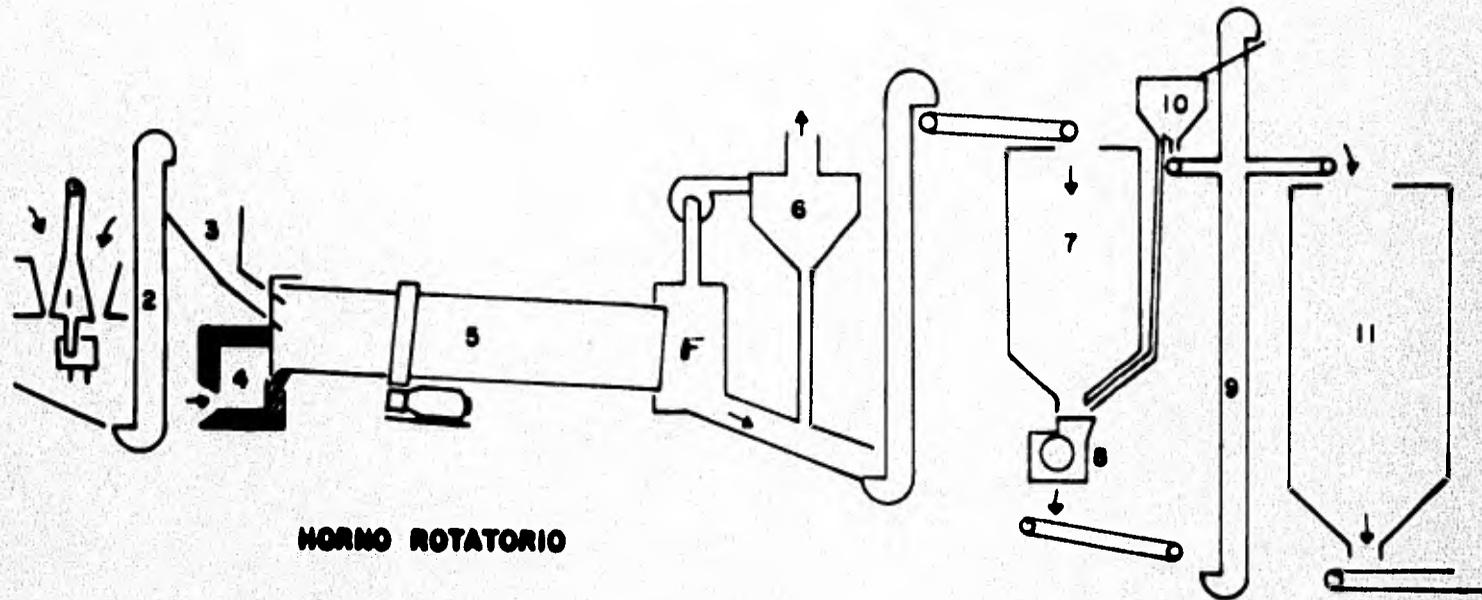
La capacidad de estos hornos puede ser de unas 400 a 500 tons/día y el producto obtenido requiere un tiempo de reposo en silos grandes antes de su aplicación, con objeto de uniformizar la calidad.

La figura nos dará una idea más clara de los elementos que componen una instalación continua de este tipo.

Los hornos rotatorios son los que constan de un tambor cilíndrico, de uno a tres metros de diámetro y de diez a cincuenta metros de longitud. El eje es generalmente un poco inclinado respecto a la horizontal (del 3 al 6%), para facilitar el avance y salida del material. Un hogar exterior produce los gases de la combustión, que son enviados al interior del horno en sentido ascendente y a elevada temperatura.

La superficie interna va revestida con material refractario. El cilindro descansa sobre apoyos a base de rodillos y está animado de un movimiento de rotación lento (alrededor de una vuelta por minuto) producido por un sistema motriz.

La piedra de yeso se tritura previamente a un tamaño de tres centímetros como máximo. El yeso atraviesa el horno, se cuece y se descarga a una temperatura de 160° a 195° centígrados, cayendo a un refrigerador F (figura 5) de donde pasa a los depósitos de piedra cocida y de allí a los molinos pulverizadores. La temperatura se con-



HORNO ROTATORIO

- 1. Mezcladora de cono.
- 2. Elevador.
- 3. Tapa de carga.
- 4. Hogar a fuel-oil.
- 5. Horno.
- 6. Exhauster y ciclón separador estático.
- 7. Silo de recepción del producto calcinado.
- 8. Mezcladora.
- 9. Elevador.
- 10. Ciclón separador.
- 11. Silo para producto terminado.

FIGURA 5

tróla mediante dos pirómetros, uno que mide la de los gases al abandonar el horno y el otro, que mide la del yeso cocido según se va descargando.

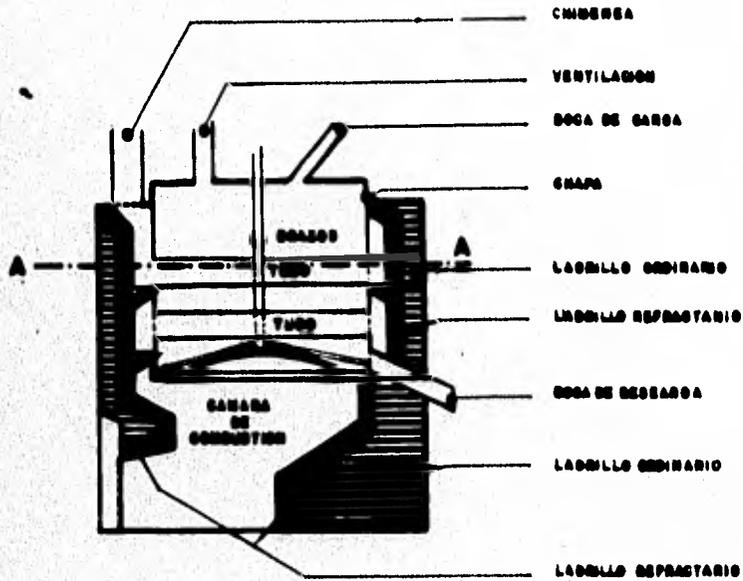
Estos hornos constituyen un gran perfeccionamiento sobre los otros tipos por la agitación constante a que se somete la masa durante la cocción. Esta agitación se mantiene por una polea metálica en forma de cuchara que eleva el mineral en sentido de la rotación y lo dejan caer a cierto nivel.

Son relativamente costosos de funcionamiento sencillo, exigen una reducida mano de obra, un consumo bajo de energía y pueden alimentarse con cualquier tipo de combustible; pero no puede obtenerse en ellos, un yeso que contenga hemidrato en las proporciones deseables.

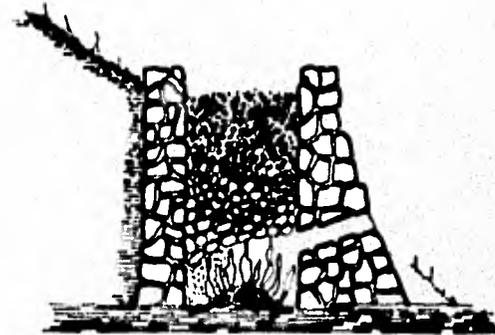
HORNOS RUDIMENTARIOS:

Es un sistema muy rústico y primitivo, que todavía se utiliza en numerosos casos, - consiste en utilizar hornos intermitentes de construcción sencilla semejantes a los empleados en la fabricación de cal viva. Estos sólo sirven para obtener yesos de inferior calidad y se construyen algunas veces en las laderas de los montes colocando piedras gruesas de yeso, formando una bóveda, como se ve en la figura, y tres paredes laterales cierran el resinto cuyo interior se llena de piedras en trozos más pequeños. Debajo de la bóveda se coloca el combustible formado por madera, ramas, petróleo, etc. Las llamas atraviesan la masa de piedra yesosa y los gases salen al exterior acompañados con el agua de hidratación. Los obreros prácticos en este tra-

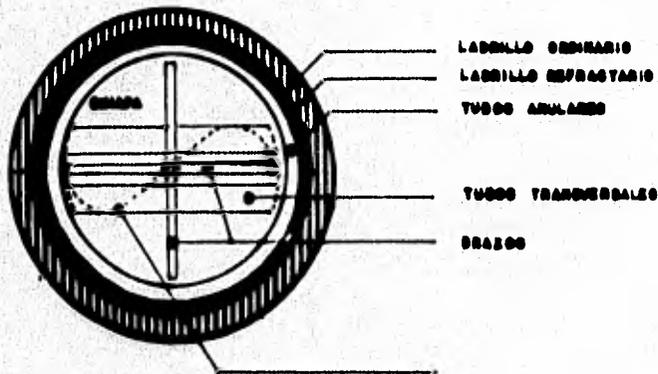
CORTE



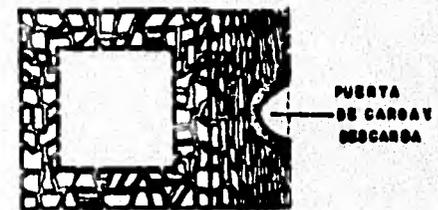
ALZADO EN CORTE



CORTE A - A



PLANTA



HORNO DE CALDERA

FIGURA 5

HORNO RUDIMENTARIO

FIGURA 6

bajo conocen el momento en que ha terminado la cocción por el aspecto y el color - del material, después de cocido se deja enfriar, se descarga, se muele y se tamiza - a la finura deseada.

En otras ocasiones, forman montones con capas alternadas de piedra de yeso muy - fragmentado y combustible de llama corta, de forma análoga a los llamados hornos de campaña, que se emplean para la fabricación de la cal. El yeso queda mezclado con - la ceniza del combustible que le comunica un color oscuro, por lo que recibe el nombre de "yeso negro". El defecto principal de los hornos descritos consiste en la - falta de homogeneidad de los productos obtenidos.

HORNOS TIPO COLMENA:

El tipo Beehive, Kilns, muy empleado en los Estados Unidos para la fabricación del yeso Keene, se compone de una base circular de 6 a 8 metros de diámetro, cubierto - con una cúpula baja que da al horno una altura de 4 a 5 metros. Varios hogares o cámaras de combustión de funcionamiento independiente proporcionan el calor necesario para la cocción del material que se logra manteniendo al rojo blanco durante un - tiempo variable de tres a cinco días.

HORNOS DE CUBA:

Son semejantes a los que se emplean para obtener cal. Se construyen con paredes de

mampostería y forma cilíndrica de eje vertical y de unos cinco metros de altura.

Se cargan por la parte superior y se descargan por puertas situadas en la parte inferior. Este tipo no tiene hogar y las piedras, en trozos de 10 a 20 centímetros, se cargan en capas alternadas de combustible, que generalmente está constituido por lignitos u otros de inferior calidad (ver figura 7).

Otros modelos de horno de cuba tienen hogar y se descargan automáticamente, tal como se ve en la figura.

HORNOS DE CALDEO INDIRECTO:

Los hornos en los que la piedra no está en contacto directo con el combustible se llaman de caldeo indirecto y corresponden a los del segundo grupo en la anterior clasificación.

La atmósfera de cocción, en ellos, está constituida por un vapor de agua, más o menos a presión, y el producto resultante contiene un gran contenido de hemidrato.

HORNOS DE PANADERO:

Constituyen los tipos más utilizados en las fábricas de yeso de moldear. Tienen un rendimiento térmico elevado y su disposición permite quemar cualquier combustible, pero requieren de mucha mano de obra y sólo se emplean cuando se quiere obtener una reducida producción de yesos especiales.

ENTRADA DE MATERIAL

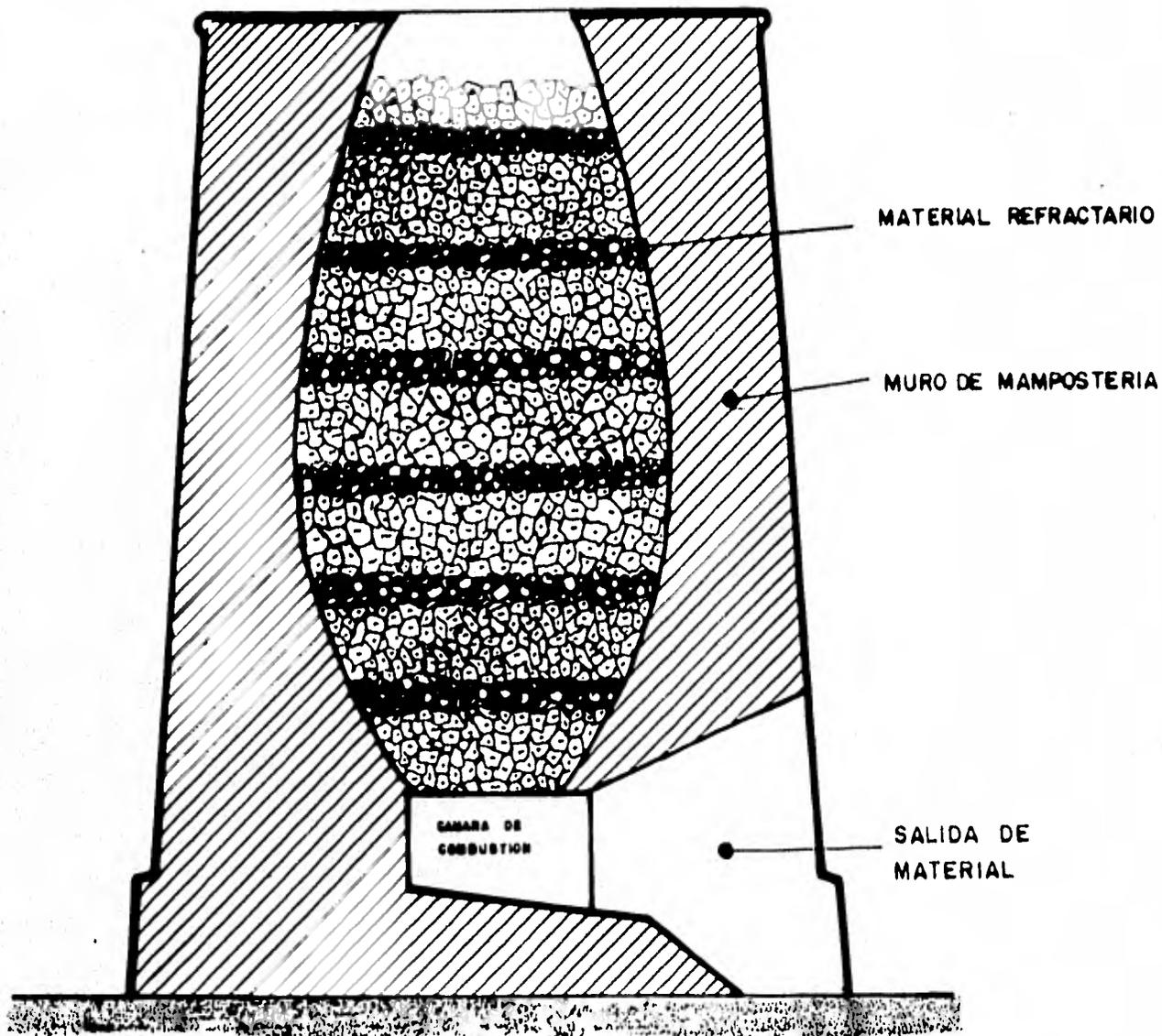


FIGURA 7

HORNO DE CUBA

AUTOCLAVES:

Por medio de las autoclaves se obtiene un excelente yeso cocido constituido en su totalidad por semihidratos o sea sulfato de calcio con media molécula de agua.

En este proceso el material pulverizado se coloca en charolas y se introducen en autoclaves o cilindros metálicos, en los que se inyecta vapor de agua a presión. Terminada la operación se hace salir el vapor de agua por medio de una corriente de aire caliente.

Este proceso es muy económico en cuanto a su operación y si se parte de una piedra seleccionada, da muy buen producto.

HORNO DE CALDERAS:

Es de diseño alemán, funciona con la piedra de yeso reducida a polvo, a temperatura directa sobre el material, mantenida durante unas dos horas.

Este horno se compone de un cuerpo cilíndrico de plancha de acero, de un centímetro de espesor y de 2 a 5 metros de diámetro, con una altura de dos a cuatro metros. En el fondo suele ser cóncavo. En la parte superior tiene una ventanilla para introducir la piedra de yeso, y un tubo de ventilación.

El caldeo se produce mediante tubos horizontales que atraviesan la caldera de parte a parte. Los gases producto de la combustión rodean exteriormente las paredes late-

rales del cilindro o caldera. Para evitar que se produzcan sobrecalentamientos en la masa de yeso se dispone un agitador vertical, también con esto se logra una mezcla más íntima y se mantiene la masa a la misma temperatura. La caldera se apoya sobre un soporte u hogar de mampostería situado bajo de la misma.

La carga se hace con yeso crudo, finamente molido hasta llenar la caldera. Se calienta lentamente entre los 120°C y los 150°C, aparenta que la masa de yeso hierve por la evaporización del agua de cristalización. Entre los 150 y los 165°C, cesa la ebullición, se sigue calentando sin dejar de agitar y a los 170°C, se da por terminada la operación. La descarga se efectúa por una portezuela existente en la parte inferior de la pared lateral de la caldera.

La figura 9 representa esencialmente el procedimiento descrito:

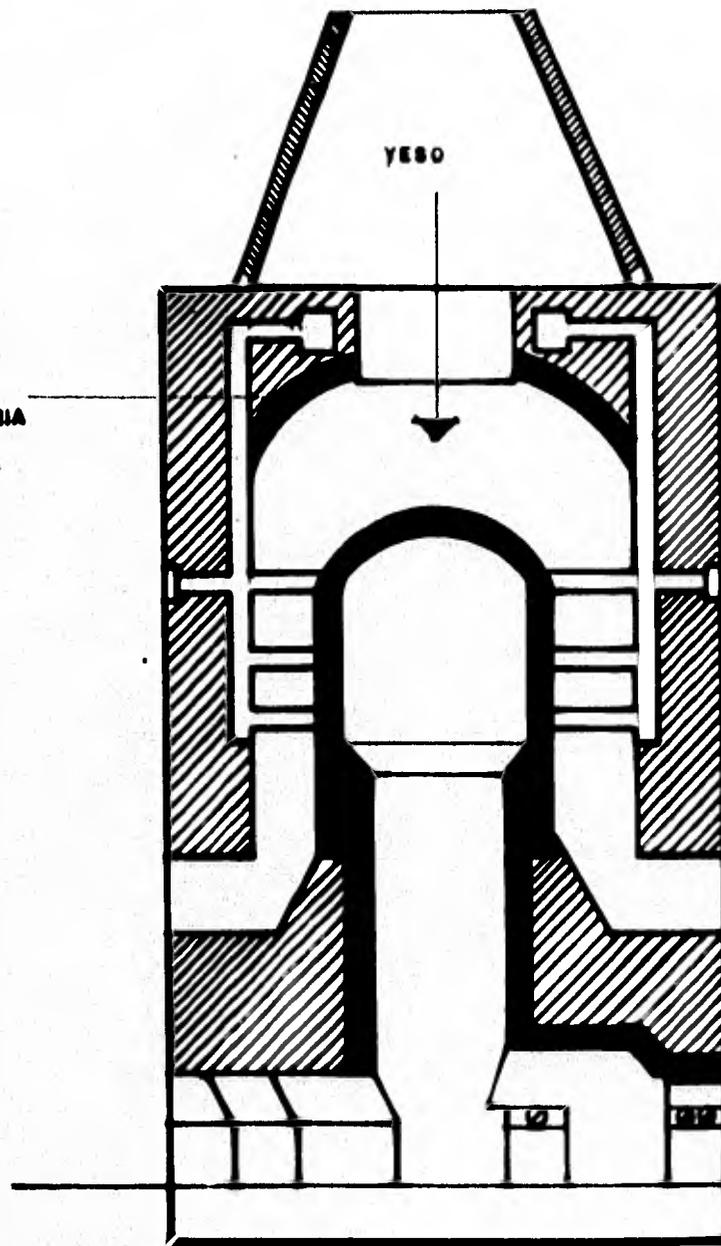
Hay distintos tipos de caldera: Harz, Efram, Pfeiffer, Schilde, con modificaciones no esenciales en el proceso descrito.

La capacidad de producción oscila entre unas 50 tons. al día y 200 tns/día, según la envergadura de la instalación.

El yeso obtenido en calderas pequeñas tiene mayor contenido de material sobrecocido y en consecuencia se necesita almacenar el producto obtenido durante varios días en grandes silos para conseguir un yeso de calidad uniforme.

HORNO DE TINA:

**SOLERA
REFRACTARIA**



**HORNO DE PRODUCCION
CONTINUA**

FIGURA 9

Tipo de horno que puede elevar su temperatura muy por encima de los 1000°C llegando hasta 1400°C.

Puede mantener una temperatura constante entre 180° y 185°C, para la formación de los semihidratos, para el yeso de facultad hidráulica, como para el yeso de pavimento y el de acabados y revestimientos lavables, la temperatura varía de 950° a 1300°C y más, lograda por medio de estos hornos.

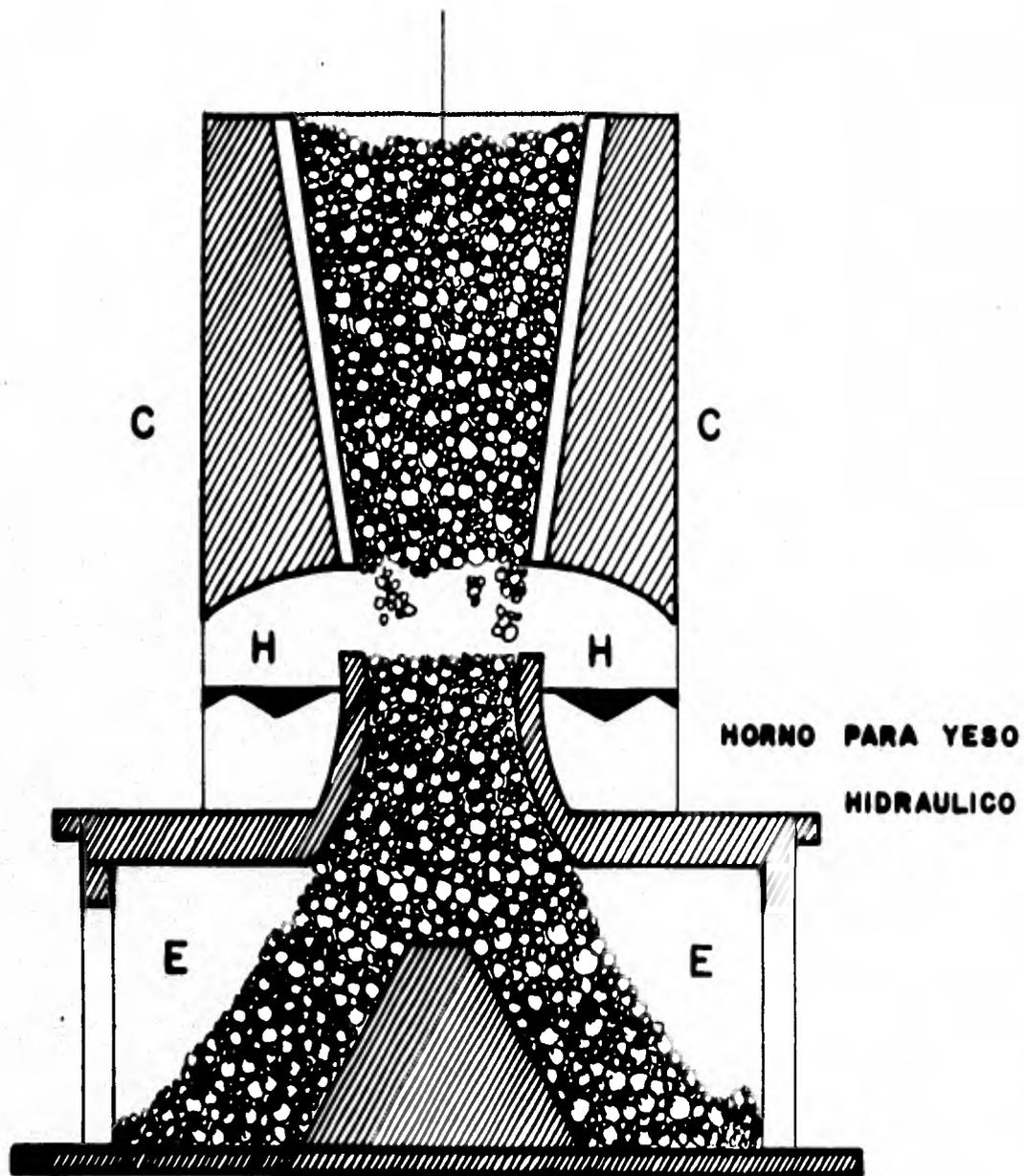
OTROS PROCEDIMIENTOS PARA LA COCCION DE YESO:

Siempre que se quiera cocer piedras de yeso convertidas previamente en polvo fino, se utilizan los hornos de caldera metálica, en los que las llamas y los productos de la combustión calientan la caldera por su parte exterior.

Cuando se requieran temperaturas elevadas, para la obtención de yeso hidráulico por ejemplo, se hace uso de los hornos especiales de Cuba Tipo MEYER, figura 10, en la que se va suministrando la piedra de yeso reducida a trozos pequeños.

El yeso cocido sale de un modo continuo por la base del horno, se enfría se pulveriza y se envasa.

Otro sistema utilizado en fábricas importantes, para la obtención de clases finas, consiste en triturar la piedra al tamaño de nueces o avellanas, las cuales se colocan en bandejas de palastro, dispuestas en los departamentos de unas carretillas - construídas a propósito, y se introducen en huecos de mampostería sin contacto con



los humos, al cabo de treinta o cuarenta horas, regulando la temperatura, el material queda cocido.

2.6.4.- MOLIDO CERNIDO Y ENVASADO:

Una vez cocido el yeso se saca del horno y se transporta a las cámaras de reposo o enfriamiento, que por lo general son silos o depósitos verticales protegidos de la humedad, esto debido a la capacidad que tiene el producto de absorber la humedad del aire.

Después pasa a los molinos refinadores para efectuar la pulverización de acuerdo con el grado de finura que se desee alcanzar, para tal efecto se utilizan, trituradoras cónicas en grado fino, molinos de martillos articulados, o bien, molinos de bolas de acero de los tipos normales para esta clase de trabajos.

La separación, el cernido y la clasificación por tamaño de partículas se logra mediante el empleo de tromeles figura 4, cuando se trata de partículas de alguna dimensión, gruesas generalmente, o en tamices poligonales o vibrantes cuando se trata de partículas finas.

En las instalaciones industriales modernas se combinan los molinos con separadores de aire figura del tipo ciclón, en los que se aprovecha la fuerza centrífuga.

El producto pulverizado se introduce en estas máquinas, en las que un disco giratorio se lanza a su alrededor y es arrastrado por una corriente de aire, seleccionán-

dose al más fino, que se deposita en una tolva exterior y el más grueso cae a otra tolva cónica, concéntrica con la anterior y los conduce nuevamente al molino para su pulverización.

Cuando se ha obtenido el yeso con el grado de finura deseado se procede al envasado del mismo, preferentemente en barriles de madera forrados de papel, en sacos especiales de papel o plástico con objeto de protegerlo de la humedad, estos sacos por lo general tienen una capacidad de 25, 35, 50 kgs.

La operación de envasado se practica frecuentemente a mano pero en las grandes fábricas se efectúa automáticamente con el auxilio de máquinas envasadoras.

2.7.- DENOMINACIONES COMERCIALES DEL YESO :

INTRODUCCION :

Según sea la materia prima que se emplee para la fabricación del yeso y según el sistema empleado para prepararlo, el producto que se obtiene resulta ser de diferentes clases y de mayor o menor calidad.

Para cada aplicación encontraremos en el mercado, la clase de yeso más indicado, por sus características particulares, por esto es de recomendarse que se utilice con perfecto conocimiento de sus ventajas y propiedades.

YESO CRUDO:

Se denomina así al yeso natural, llamado también bihidrato porque cada uno de sus elementos contiene dos moléculas de agua de cristalización. Es, en general, la piedra yesosa de cantera.

Algunas veces se utiliza como piedra para construir, pero su principal aplicación es como materia prima para la fabricación de yeso ordinario.

YESO ORDINARIO O COCIDO :

Está fabricado con piedras yesosas de todas clases y contiene por tanto, diversas impurezas, incluso carbón y cenizas, debido a que generalmente se obtiene de hornos primitivos o rudimentarios.

Casi siempre es gris, más blanco o más negro según la composición de la piedra, del tipo de horno y de la clase de combustible empleado. La desigualdad de las temperaturas en las diversas partes del horno, varían a veces partículas poco cocidas, con sus consecuentes variaciones de propiedades en cada partida adquirida luego en el comercio, puede ser tosco o de criba, es decir, pasada solo por un tamiz que separa las partes mal cocidas, llamadas granzas, y cuyo contenido no debe pasar del 8%.

YESO DE MOLDEAR :

Se cuece a la temperatura de 200° a 220°C y se obtiene de las piedras más finas y puras, generalmente espejuelos muy finos, poniendo gran esmero en todas las opera--

giones de selección, cochura y molido, evitando principalmente el contacto con el carbón o cenizas o de algún otro combustible empleado.

Esta variedad se endurece y resiste un poco más que la anterior y fragua un poco más rápidamente (en ocho o diez minutos). Su principal aplicación es el moldeo de piezas.

Cuando se utiliza espejuelo de baja calidad cocido y triturado más o menos de una manera burda, se consiguen yesos de diferentes clases, como son el yeso para estuco, para enlucidos, yeso para pisos y yeso para ladrillos.

Se prepara con piedras de unos quince centímetros de diámetro en su dimensión mayor, escogidas y cocidas en aproximadamente 8 a 14 horas en hornos perfeccionados manteniendo la temperatura entre 300 y 400°C.

Esta variedad es más blanca y costosa que la anterior y tarda en fraguar de 15 a 20 min. Esta se utiliza en la fabricación de adornos, plafones, cornizas, reproducciones escultóricas, etc.

ESCAYOLAS O YESO ALABASTRO :

Es más caro y de mejor calidad. Se prepara con trozos de alabastro yeso puro, trituradas al tamaño de almendras, que se colocan en bandejas de metal en hornos semejantes a los de panaderos, manteniendo la temperatura entre los 400°C y 500°C durante 15 ó 20 horas. También es posible obtenerlo cociendo la piedra de yeso en calderas

reducidas previamente a polvo, de este modo se logra que salga cocido con una mayor uniformidad y luego se pase por un tamiz. Es muy blanco y resistente, fragua rápidamente y se utiliza en trabajos de moldeo, incluso para dentistas ajustadores, etc. y especialmente para las reproducciones escultóricas.

YESO COCIDO A MUERTE:

Se obtiene colocando la piedra al rojo naciente o sosteniendo una temperatura de 300°C durante mucho tiempo. No fragua ni se endurece por que no se combina con el agua hasta pasado un año o más. Se mezcla con agua para formar una papilla que se usa en albañilería como pintura.

Si bien esta variedad no es un producto comercial, cabe mencionarlo entre los distintos yesos en uso porque si este producto no da resultado cuando es amasado con agua, basta poner de 2 a 5% de cal para que cuaje en el transcurso de 5 a 7 horas, adquiriendo gran dureza al cabo de algunos días.

Al yeso muerto también se le conoce como "Leucolito".

YESO DE SUELO O DE PAVIMENTO:

De composición química igual a las anhidritas y de peso específico igual a 2.97, puede obtenerse esta variedad por cocción del yeso natural, triturando en forma de gravilla (de unos 4 cm) hasta que la masa alcance el rojo oscuro de 800°C a 900°C.

Fragua más lentamente, tardando en ocasiones varios días, pero resulta más duro - que el del estuco y sirve para decoraciones exteriores y pavimentación en sustitución del cemento blanco, la manera de operar es la siguiente:

El yeso bien amasado hasta formar una pasta fluída, se tiende en capas de 4 a 5 cm. de espesor sobre un firme de arena, o de escorias húmedas, manteniéndolo dentro de rectángulos de 1 m. aproximadamente mediante reglas metálicas, se aplana cuidadosamente con la llana; después se quitan las reglas y se rellenan los huecos con pasta de yeso, terminando de enrasar con un listón. Después de algunos días es cuando el yeso adquiere gran consistencia hasta que la presión de los dedos no dejan huella, entonces se aprisiona uniformemente de modo que el agua resude a la superficie y - allí se vuelve a dar forma de pasta fluída que se alisa de nuevo. Se mantiene húmeda la superficie durante unos quince días y se obtiene un pavimento liso, duro y la vable.

YESO HIDRAULICO :

Se produce con roca yesosa de excelente composición, sin impurezas, cocida en hornos verticales a temperaturas de 1000°C a 1400°C y poniendo gran esmero en todas - las operaciones de triturado, cocción y pulverización se obtiene un yeso de fraguado muy lento, a veces de varios días, con características de dureza, resistencia e impermeabilidad comparables a los del cemento blanco. Su densidad es de 2.90.

Su fabricación es difícil, por lo que muchos intentos de obtención han fracasado.

En Italia hasta ahora, el yeso hidráulico, conocido en el mercado bajo el nombre de FELSENIT, TERRANOVA, NEUROLITH, se emplea casi exclusivamente para formar el asiento liso de los pavimentos de linóleo, en capas de 20 a 25 mm. de espesor de yeso puro y de 25 a 35 mm. si es conglomerado de yeso y arena en la proporción de una de yeso por dos de arena.

ACLARACION : Las denominaciones que hemos establecido en estas páginas para cada una de las clases de yeso, resultan completamente convencionales o arbitrarias, porque cada región las nombra a su modo y costumbre, pero, no obstante, cabe señalar que técnicamente se distinguen las calidades con cuatro denominaciones, que constituyen los tipos a saber:

ESCAYOLA O YESO DE ESTUQUISTAS

YESO COMUN GRIS

YESO BLANCO FINO

YESOS ESPECIALES

YESO PARA CONSTRUCCION :

El yeso para la construcción será yeso que contendrá como mínimo sesenta y seis punto cero por ciento (66.0%) en peso, de sulfato de calcio hemihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$); y comprende las siguientes seis clases:

- 1.- YESO PREMEZCLADO
- 2.- YESO SIN AGREGADOS
- 3.- YESO SIN AGREGADOS TIPO "B"
- 4.- YESO CON FIBRAS DE MADERA
- 5.- YESO PARA LIGA
- 6.- YESO PARA CAPA DE ACABADO

YESO PREMEZCLADO :

Es yeso calcinado, molido y mezclado con un agregado mineral que le imparte propiedades para servir de base a varias capas de acabado; puede contener otros materiales para controlar el tiempo de fraguado y otras propiedades deseables de trabajabilidad, como los casos siguientes:

- a) El yeso premezclado con vermiculita, para usarse sobre metal desplegado, deberá contener no más de ciento veinticinco (125) decímetros cúbicos de agregados por cien (100) kilogramos de yeso y tener una resistencia a la compresión no menor de treinta kilogramos por centímetro cuadrado cuando esté mezclado con vermiculita y no menor de cuarenta (40) kilogramos por centímetro cuadrado cuando se mezcla con perlita.
- b) El yeso premezclado con arena, para usarse sobre metal desplegado, deberá contener no más de ciento cincuenta y siete (157) decímetros cúbicos de agregado por cien (100) kilogramos de yeso y tener una resistencia a la compresión, no menor de

cincuenta (50) kilogramos por centímetro cuadrado.

c) El yeso premezclado con arena o perlita, para usarse sobre superficie de mampostería, deberá contener no más de ciento noventa (190) decímetros cúbicos de agregados por cien (100) kilogramos de yeso y tener una resistencia a la compresión, no menor a veintiocho (28) kilogramos por centímetro cuadrado.

YESO SIN AGREGADOS :

Es yeso calcinado, mezclado en el molino con otros ingredientes para controlar su trabajabilidad y el tiempo de fraguado, deberá tener no menor de sesenta y seis por ciento (66%) en peso, de $\text{CaSO}_4 \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$.

Este yeso puede no contener fibras; la adición del agregado se hará en la obra. En cuanto al fraguado y resistencia deberá cumplir con lo siguiente:

a) Cuando se mezcle con tres partes en peso, arena estandar de Ottawa, deberá fraguar en no menos de dos (2) horas ni en más de dieciseis (16) horas.

b) Cuando se mezcle con dos partes en peso, de arena estandar de Ottawa, deberá tener una resistencia a la compresión no menor de cincuenta kilogramos por centímetro cuadrado.

YESO SIN AGREGADO TIPO "B" :

Es yeso calcinado mezclado en el molino con todos los ingredientes para controlar su trabajabilidad y el tiempo de fraguado deberá contener no menos de sesenta y seis por ciento en peso, de $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$.

Este yeso es para emplearse únicamente con arena. Cuando se mezcla con una parte igual en peso, de arena estándar de Ottawa, deberá fraguar en no menos de tres horas y deberá tener una resistencia a la compresión, no menor de ciento veinte kilogramos por centímetro cuadrado.

YESO CON FIBRAS DE MADERA :

Deberá contener no menos de sesenta y seis por ciento en peso de $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ y fibra de madera que no produzca manchas. Este yeso deberá fraguar en no menos de una y media horas ni en más de ocho horas, y tendrá una resistencia a la compresión de no menos de ochenta kilogramos por centímetro cuadrado.

YESO PARA LIGA :

Es yeso calcinado, mezclado en el molino con otros ingredientes para controlar su trabajabilidad y su tiempo de fraguado, y deberá tener no menos de noventa y tres por ciento (93%) en peso de yeso calcinado y no menos de dos por ciento ni más de cinco por ciento de cal hidratada. A este yeso solamente se le añadirá agua en la obra y se aplicará sobre concreto monolítico, rayándolo para constituir una capa de

liga; deberá fraguar en no menos de dos horas ni más de ocho horas.

YESO PARA CAPA DE ACABADO :

Deberá contener como mínimo el sesenta y seis por ciento en peso, de $\text{CaSO}_4 \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$; puede contener materiales para controlar el tiempo de fraguado y su trabajabilidad, y se prepara mezclándolo con una masilla de cal. Deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Pasará en su totalidad por la malla No. 140 y no menos del sesenta por ciento deberá pasar por la malla No. 150.
- b) Cuando no sea de tipo retardado, deberá fraguar en no menos de veinte ni en más de cuarenta minutos y cuando sea del tipo retardado, fraguará en no menos de cuarenta minutos.
- c) Tendrá una resistencia mínima a la compresión de ochenta kilogramos por centímetro cuadrado.

3.0 CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL YESO:

3.1.- RESISTENCIAS:

El yeso llega a su cohesión teórica después de estar expuesto al aire durante un mes a una temperatura de 20 a 25°C. Contrariamente a lo que ocurre con los morteros de cal, el yeso pierde dureza al envejecer.

Su resistencia máxima a la tracción oscila entre los 12 a 16 kg. por centímetro cuadrado pero si se mezcla con el yeso a la mitad de su volumen arena gruesa, queda reducida esta resistencia hasta no más allá de 5 kg. como máximo, dependiendo de la finura de la arena.

Su resistencia a la compresión en el estado en que se emplea ordinariamente, es de unos 50 kg. por centímetro cuadrado. Las cargas generalmente admitidas en las construcciones ordinarias son las siguientes:

Hormigón.....	de 10 a 12 kg./cm ²
Mortero de cal ordinaria.....	de 3 a 5 kg./cm ²
Piedra labrada de caliza dura....	de 10 a 15 kg./cm ²
Mortero de cemento.....	de 12 a 15 Kg./cm ²
Ladrillos ordinarios.....	de 5 a 14 kg./cm ²
Yeso.....	de 2 a 5 kg./cm ²
Vidrio.....	de 20 a 25 kg./cm ²

Para determinar la resistencia de las piedras, se hace un experimento a la compresión mediante prensa hidráulica en cubos de 1 centímetro de arista.

Los ensayos a la tracción son realizados con la máquina Michaelis (fig. 13) la cual está compuesta de una balanza especial con doble sistema que multiplica por 50 el peso que ha sido necesario colocar en el platillo para producir la ruptura.

Otro experimento es a base de una probeta en forma de "8" (fig. 14) la cual se coloca entre dos mordazas metálicas, de las que la inferior es fija y la superior tiende a subir por efecto de la fuerza transmitida por la segunda palanca, y va aumentando a medida que se van colocando perdigones en el recipiente preparado para tal efecto.

En el momento de rompimiento de la probeta, cuya sección acostumbrada es de 5 cm^2 , se determina el peso de los perdigones, el cual multiplicado por 10 nos dará la carga de ruptura.

TABLA DE RESISTENCIA DEL YESO:

AGUA DEL AMASADO.	RESISTENCIA A LA TRACCION EN KILOGRAMOS DESPUES DE PASAR:							
	3h.	6h.	24h.	48h.	1 sem.	2 sem.	3 sem.	4 sem
40%	11.2	6.5	12.6	14.8	14.0	11.8	17.3	22.7
50%	8.6	7.7	9.6	10.5	10.5	10.3	12.5	17.7
60%	6.0	4.7	6.5	7.8	7.5	6.5	8.5	14.7
70%	4.6	3.8	5.0	5.3	5.5	4.8	6.3	10.7

PROBETA EN FORMA DE OCHO

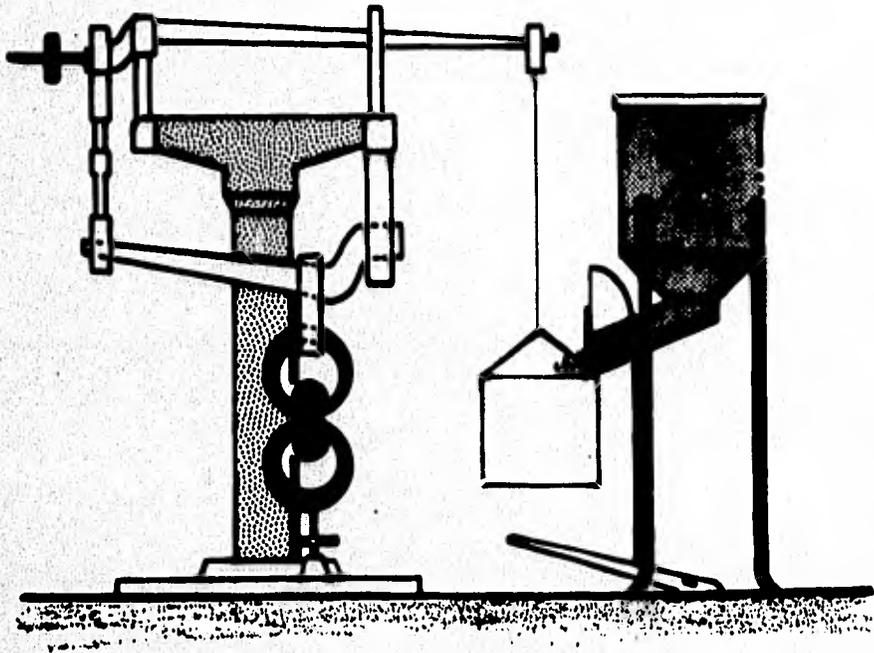


FIGURA 13

MAQUINA MICHAELIS

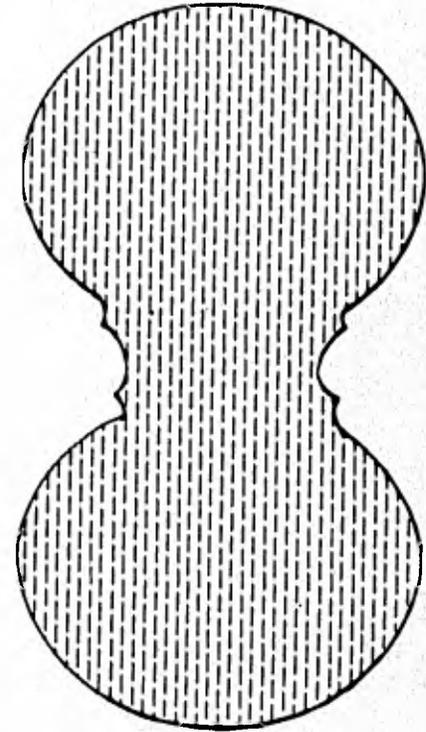


FIGURA 14

Este ensayo muestra que la resistencia se da en función de la parte proporcional del agua de amasado sufriendo una ligera disminución de resistencia a las 6 hrs. de haberse realizado éste, para luego volver a aumentar progresivamente.

Para determinar la resistencia a la compresión, es necesario construir unos cubos ó dados de 5 a 10 cm. de arista y someterlos a la acción de pesos conocidos que se van aumentando hasta romper la probeta de ensayo. Se utilizan máquinas de mano ó prensas hidráulicas. Pero en laboratorios de ensayos se emplea casi siempre la máquina de Amler, la cual se describe someramente a continuación.

Esencialmente se compone de una prensa hidráulica en la cual se sustituye el agua - por aceite mineral. Mediante un mecanismo de ruedas dentadas se empuja un émbolo el cual ejerce una presión sobre el aceite, y la trasmite al plato inferior, sobre el - que se coloca la probeta por ensayar. Dicha probeta se sujeta por medio de otro plato superior unido a un potente tornillo sinfin, accionado por un solvente.

Cuando la presión del líquido llega a un determinado valor apreciado en un manómetro, el dado o probeta se fractura, quedando así determinada la carga de rotura a la compresión.

3.2.- ADHERENCIA:

A las piedras y a los ladrillos la adherencia del yeso siempre es más deficiente que

la fuerza de cohesión consigo mismo; cuando es normal la fuerza de tracción, la adherencia es de unos 3 kgs. y cuando es paralela al plano de ruptura, la adherencia es de 1.5 kg.

La adherencia a la madera es fácil, pero muy floja; en cuanto a su adherencia al -- hierro alcanza hasta 10 kg. al cabo de 9 días y 17 kg. al cabo de 17 días. Cabe establecer que la adherencia del yeso disminuye con el tiempo; se altera en sitios húmedos y se diluirá a la larga con el agua, siendo este el principal motivo por el cual para emplearse con éxito debe ser en construcciones en sitios secos y airados, con la salvedad de que se dé atención especial a las superficies y a la preparación de los morteros para modificar estas condiciones regulares de los yesos empleados.

3.3.- AUMENTO DE VOLUMEN:

Cuando el yeso se hidrata produce calor a consecuencia de las combinaciones que con él se realizan, y aumenta el volumen a consecuencia de la cristalización que se forma con suma rapidéz.

Un metro cúbico de yeso en polvo da en el primer momento de la solidificación 1.18m^3 de mortero, y su dilatación o aumento de volumen es de 1% al cabo de las 24 horas.

La mitad de esta dilatación se ha producido ya al cabo de 1 hora de su empleo. Precisamente esta propiedad que tiene el yeso de aumentar su volumen al endurecer, ha-

ce que valga mucho para moldear trabajos artísticos. Sin embargo, puede dar un mal resultado en las construcciones si no se toma en cuenta este aumento de la masa.

3.4.- CONSERVACION O DURABILIDAD:

Cuando se tiene yeso cocido se cuidará de su conservación poniéndolo en su sitio seco, y de ser posible, al abrigo del aire, pues sin esta protección pierde senciblemente la facultad de solidificarse en poco tiempo cuando se mezcla con una cantidad conveniente de agua.

En tales condiciones defectuosas se dice que el yeso está venteado, y debe prohibirse el empleo de esta clase de material, aunque, para aprovecharlo, se mezcle con yeso de excelente calidad.

Sin embargo, puede conservarse el yeso durante más de un año haciendo con él un montón en el suelo, regando con regularidad su superficie para que se forme una costra que lo proteja contra la influencia perniciosa de los agentes atmosféricos.

3.5.- FRAGUADO:

El proceso físico-químico del fraguado del yeso ha sido muy estudiado y discutido, aunque el fraguado es la razón de ser el yeso, en líneas generales puede explicarse que consiste en la cristalización del doble hidrato (sulfato cálcico con 2 moléculas

de agua), es decir en la reconstitución del mineral de yeso original. Las partículas del sulfato de cal anhidro, al amasarlas con agua, se disuelven y producen una solución sobresaturada que deposita cristales de sulfato hidratado. La cristalización continúa mientras quede sal-anhidra por disolver y se mantenga la sobresaturación del líquido.

Cuando más lentamente frague el yeso, tanto más resistentes serán los cristales del bihidrato y tanto más dura y compacta resultará la pasta endurecida, de donde se deduce que la solidez de la masa resultará menor o mayor la cantidad de agua empleada para la mezcla.

El agua en exceso, al evaporarse deja vacíos o espacios porosos, lo que significa una débil resistencia.

En la práctica se puede observar cual es la diferencia de cantidad de agua en la mezcla, el tiempo de fraguado y de endurecimiento de la pasta en relación con la cantidad y calidad del yeso amasado o hidratado.

La demostración que a continuación mencionaremos, es la media de no pocas pruebas realizadas con varios yesos de diferentes fábricas. Las cantidades para las operaciones de prueba se han tomado, primero a medida y no a peso, pretendiéndose mantener el método usado en el ejercicio de las prácticas segundo, pesadas, con el objeto de tener una proporción calculable con mayor exactitud.

Para componer argamasas con yesos de fraguado rápido aptos para una buena calcinación sin disminución de su valor, se utilizaron para el primer y segundo experimento, yeso muerto de construcción; para el tercero y cuarto, yeso de estuco, para el quinto y sexto, yeso de estuco calentado al rojo y luego dejado enfriar.

EXPERIMENTO	AGUA/KG	YESO/KG.	TIEMPO DE FRAGUADO	TIEMPO DE ENDURECIMIENTO.
PRIMERO	0.125	0.180	1 minuto	2 minutos.
SEGUNDO	0.125	0.180	2 minutos	17 minutos.
TERCERO	0.125	0.225	3 minutos	18 minutos.
CUARTO	0.125	0.150	4.5 minutos	18 minutos.
QUINTO	0.125	0.203	2 minutos	15 minutos.
SEXTO	0.125	0.135	3 minutos	17 minutos.

De estos resultados se destaca la positiva demostración de que el yeso grueso consume menos agua, que el de grano fino para convertirse en pasta cementante.

En los números 5 y 6, se observa que el yeso secado lentamente al fuego hasta volverse rojo y luego dejado enfriar, no solo mantiene la facultad de fraguado, sino que consigue apropiarse de más agua que los números 1,2,3,4, constituyéndose con una cristalización superior y, por tanto, un fraguado mayor.

Si queremos ser más precisos respecto al hecho del fraguado, hay que distinguir dos

tiempos: 1o. el empleado por la pasta desde el momento de su composición hasta aquél en que se inicia el endurecimiento; 2do. desde este punto a aquél en que la masa ha completado su endurecimiento. Es este segundo tiempo el que caracteriza el fraguado, tiempos que varían según los tipos de yesos.

El yeso en común y en general los yesos de fraguado rápido terminan su progresivo en durecimiento para no variar su fraguado después de 26-29 días. Decimos esto porque - en los últimos días, precisamente el 28 y el 29 del fraguado, el máximo de su dureza disminuye un poco y queda así estabilizado.

Los yesos hidráulicos alcanzan un fuerte fraguado después de tres meses; mientras - que se mantienen bajo agua prolongan el proceso de endurecimiento, estabilizándolo - después de seis meses.

Los yesos obtenidos con procesos especiales, llamados químicos ó compuestos, tienen unos plazos de fraguado leves, susceptibles de ser modificado según su uso.

El yeso de revoque o común es el más comercial, porque tiene más aplicación, mientras que los de estuco y de moldear sirven más para trabajos de acabado. El yeso de revoque se fabrica con piedra no escogida que puede contener impurezas y es triturado a grano grueso. Además la temperatura y el tiempo de cocción, especialmente en - los hornos antiguos, son poco cuidados y poco controlados, por lo cual el producto - resulta difícilmente homogéneo, lo que hace defectuoso el tiempo de fraguado.

El primer tiempo de fraguado de este yeso, cuando viene de manera normal, va de 20 a 30 minutos.

Cuando contiene impurezas o está mal cocido no consigue dar un fraguado regular.

El yeso de estuco inicia su fraguado después de 1.5 a 3 minutos, conforme a la temperatura del ambiente y del agua de hidratación y endurece por completo entre los 15 a 20 minutos; puede ocurrir un retraso, tanto por impurezas de materiales como por exceso de agua de hidratación, ya que ésta completa el endurecimiento solo cuando está saturada de semihidrato; ambos casos son desfavorables para la dureza del fraguado.

3.6.- ENSAYOS DEL YESO:

Los principales ensayos que se practican con el yeso son los siguientes:

3.6.1.- RECONOCIMIENTO:

Se reduce a polvo fino y se agita con agua, luego se filtra y una parte del líquido filtrado se le añade una solución acuosa de oxalato y a la otra ácido clorhídrico y solución de cloruro de bario.

En ambos casos deben formarse enturbiamientos, o precipitados blancos que acusen res

pectivamente la presencia de cal y del ácido sulfúrico. Dentro de las impurezas que quedan en la piedra de yeso en el tiempo de cocción las podemos dividir en dos grupos:

- 1o. Arena, arcilla, óxidos ferrosos, betún, carbonato de cal, espato arcilloso y pizarra.
- 2o. Yeso cocido a muerte, anhídrita y sílice.

Estas materias que existen en pequeña cantidad en la piedra de yeso, no cesan en su perjudicial influencia aún después de la cocción de la piedra.

La práctica del tamizado y una relativa experiencia en el ejercicio deben enseñar a saber observar a simple vista, si no la cantidad, al menos la calidad de las impurezas, como el betún, la arena, la arcilla, el espato arcilloso y los óxidos ferrosos, los cuales no escapan tan fácilmente a un mediano observador. El peso podría hacer distinguir la piedra de yeso de la anhídrita, (anhídrita natural).

La piedra de yeso puesta en contacto con ácidos fuertes, como el ácido clorhídrico, sulfúrico y otros, no manifiesta efervescencia mientras que cuando contiene impurezas, como carbonato, espato, etc., el ácido hierve, se calienta y humea, manifestándose impurezas.

3.6.2.- CANTIDAD DE AGUA ABSORVIDA.

Todos los tipos de yeso se hidratan con agua para utilizarlos. Cada tipo de yeso necesita ser hidratado en la medida que corresponda a su fraguado y por tanto no existe una dosis única de agua para los diversos yesos. El agua debe ser siempre pura y de temperatura normal (20-25 grados). La cantidad de agua absorbida se determina poniendo en un mortero 100 centímetros cúbicos de agua añadiendo poco a poco polvo de yeso (de una cantidad previamente pesada), hasta que el polvo no se hunda en el líquido y se forme una ligera capa de yeso, en la superficie del agua; el yeso de estuco requiere de 120 a 150 gramos, y es yeso de pavimento de 270 a 350 gramos de yeso, por cada 100 centímetros cúbicos de agua.

3.6.3.- CALOR DESARROLLADO EN EL PROCESO DE FRAGUADO:

Un medio que se emplea en la práctica para conocer la bondad de los yesos de estuco, consiste en apreciar el calor que desprende durante el fraguado, el cual se determina introduciendo un termómetro en la masa; el máximo de temperatura corresponde al cabo de quince o veinte minutos y llega a alcanzar unos 20°C de elevación sobre el ambiente.

3.6.4.- GRADO DE FINURA:

Para determinar la finura de pulverización del yeso se pasa por un tamiz de 250 mallas por centímetro cuadrado y se determina la proporción del residuo.

En el yeso de estucos no debe ser superior al 10% y en yeso ordinario no debe exceder del 25 al 30%.

El yeso de molde no debe dejar residuo alguno.

Es de gran importancia hacer notar la finura de la moltura; cuanto más fina es ésta, más enérgico es el fraguado y el endurecimiento del yeso; además el producto molido muy fino da un mayor y mejor rendimiento, puesto que se ha podido comprobar que, generalmente, donde se necesitan 100 partes de harina gruesa, bastan 70-75 partes de harina fina para alcanzar el mismo resultado.

3.7.- PROCESO EXPERIMENTAL DE UN YESO EN PARTICULAR:

En virtud de lo anterior y con la finalidad de determinar las características particulares del yeso tomaremos para esta investigación muestras consideradas como representativas del yacimiento de yeso localizado en Tlaltizapán Morelos, pertenecientes a la fábrica de yeso MIMSA, y de donde se considera que el grado de pureza, así como su cristalización es básica en la realización de esta tesis, por esto es de recomendarse que para cada estudio sobre la aplicación de yeso que no sea este, se realicen todas las pruebas de carácter analítico, así como los ensayos que definan la potencialidad del yeso en cuanto a posibilidades de su empleo en el campo de la construcción, de este modo queda señalado que la presente investigación responde y se concreta a este caso específico y no se debe tomar como generalización sobre el empleo del

yeso.

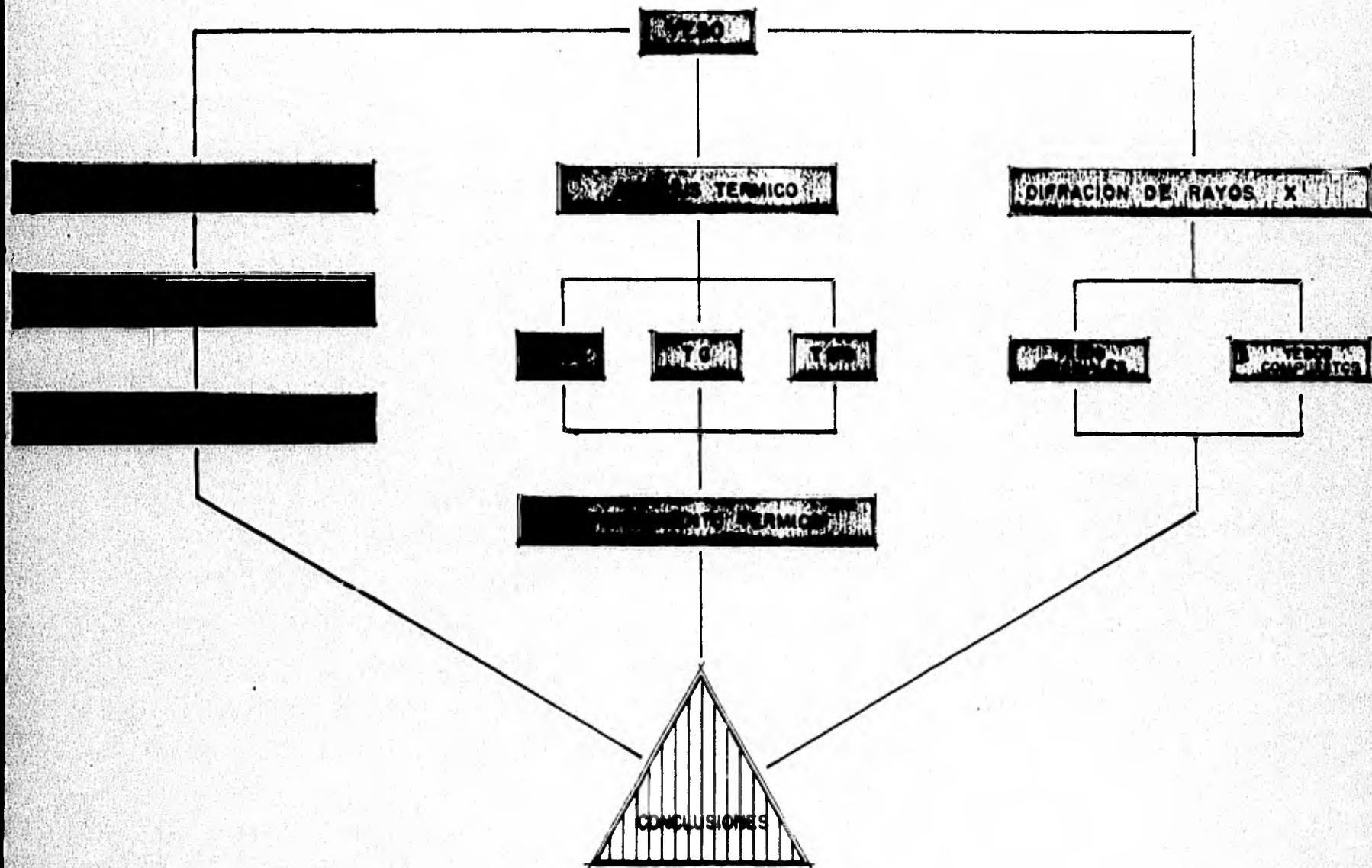
Esta etapa, nos determinará e indicará en base a procedimientos prácticos analíticos la composición del sulfato de calcio anhidro y semihidrato, sus propiedades físicas y mecánicas, densidad y dureza entre otras, y para yesos tratados artificialmente, se definirán las etapas de deshidratación ó, de transformación del anhidro en las diferentes variedades alotrópicas que se pueden obtener de estos procesos, los tiempos de fraguado así como los diversos agregados que se pueden emplear para mejorar la composición del yeso, de estos obtener y conocer sus propiedades mecánicas como son resistencias a tensión, compresión y a esfuerzos cortantes, flexionantes entre otros.

3.7.1.- OBTENCION DE MUESTRAS:

Con la finalidad de obtener una muestra representativa del mineral en estudio, en este caso yeso, fue necesario realizar un muestreo al yacimiento en cuestión, con el siguiente procedimiento.

Debido a que la altura del banco es de 10 metros aproximadamente se secciona este de manera que se formen franjas imaginarias de 3 metros, cada una en el sentido horizontal y a cada 10 en el sentido vertical, resultando así 12 cuadrantes, de donde se tomó una muestra rocosa en cada uno de ellos, y a los cuales se les designó la clave M.

DIAGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE ANALISIS.



3.7.2.- MOLIENDA:

Obtenidas las muestras se procedió al molido de estas, en el laboratorio de preparación de minerales en el anexo "D" de la facultad de Química (metalurgia), este proceso incluye triturar, tamizar y clasificar el material muestra por muestra.

El procedimiento seguido fué, alimentando el molido de bolas, con materia previamente triturada en la trituradora de mandíbulas integrada al molino, después de cada molienda se limpió el molino a base de aire a presión para así evitar que las muestras siguientes se contaminaran con la anterior.

Por último se tamizan éstas pasándolas por las cribas ó mallas que van desde 60,80, 100, 150 y 200.

La forma de clasificación fué de la siguiente manera:

Las muestras de una a doce de 200 mallas fueron guardadas en bolsas una por una, las de 150, 100, 80 y 60 fueron guardadas de una por bolsa quedando así 12 muestras de 200 mallas y de 150, 1 de 100, 1 de 80 y una de 60.

3.7.3.- ANALISIS QUIMICO:

El origen y la naturaleza de los cristales de las muestras en estudio, correspondie-

ron a un sulfato de calcio, bihidratado o sea cristalizado con dos moléculas de agua lo que equivale a la fórmula:



Donde en el primer grupo tenemos:

Ca = Calcio

S = Azufre

O = Oxígeno

Dando así el sulfato de calcio.

Y el segundo grupo (H_2O) contiene:

H = Hidrógeno

O = Oxígeno

Dando así agua, en este segundo grupo como lo indica el número 2 que le precede entra dos veces en la fórmula citada y su composición centesimal es:

Sulfato de Calcio	78%
H_2O de combinación	22%

En cuanto a su composición química tenemos una pureza de:

$\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 99.49%

Insolubilidad pudiendo ser:

Al_2O_3 (Oxido de aluminio) 0.04%

Fe_2O_3 (Oxido de fierro) 0.05%

En virtud a los resultados obtenidos en cuanto a la pureza del Mineral se realizó una segunda prueba conocida como difracción de Rayos X, con la finalidad de constatar la pureza del material.

Cabe señalar que ambas pruebas se realizaron en los laboratorios de la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, y la División de Estudios Superiores de la misma Facultad.

3.7.4.- DEFRACCION DE RAYOS X:

Este estudio, nos permitió determinar con base en un análisis cuantitativo de los elementos que componen al yeso, las características cristográficas del mineral.

El punto de partida fué el análisis a tres muestras representativas del mineral en -

cuestión, molidas a 200 mallas, las cuales por medio de esta técnica correspondieron a sulfatos de calcio bihidratados apareciendo en las gráficas picos endotérmicos y exotérmicos perfectamente definidos, que nos indican la calidad y pureza del mineral corroborando así a lo obtenido en el análisis químico, o sea, su grado de pureza.

Por otro lado tenemos que de acuerdo con la norma SAHOP, que señala que "El yeso para la construcción será yeso que contendrá como mínimo un sesenta y seis punto cero por ciento (66.0%) de pureza, por lo tanto se encuentra que el yeso en cuestión es apto para su uso en el campo y aplicaciones para la construcción.

3.7.5.- ANALISIS TERMICO:

Entre las más recientes técnicas para el estudio de minerales tenemos: el análisis térmico, el cual se ha ido incrementando con gran intensidad en la actualidad. Esto se debe a que es una técnica rápida y precisa que nos proporciona información adicional a la que se obtiene por los métodos tradicionales.

Estas técnicas termo-analíticas se utilizan para determinar los cambios de las propiedades químicas y físicas de los materiales en función de la temperatura.

Estos cambios (fusión, descomposición, volatilización, deshidratación, etc) conocidos a una velocidad constante de calentamiento, con atmósfera controlada y tamaño de partícula conocido.

El análisis térmico diferencial (DTA) nos ayuda a medir la diferencia de temperatura entre la muestra y una referencia (térmicamente inerte), de aquí que el calor desprendido o absorbido por la muestra, produce un cambio que es posible medirlo.

Dependiendo de la colocación de los termopares en el sistema pueden aparecer los picos endotérmicos o exotérmicos, hacia arriba o hacia abajo de la gráfica (deshidratación, cristalización, combustión).

Por medio de la termogravimetría (TG) podemos determinar el cambio de masa en función de la temperatura y en algunas ocasiones del tiempo. Teniéndose en cuenta factores tan importantes como: velocidad de calentamiento, tamaño de partícula, atmósfera espesor de cama.

La correlación de los picos que aparecen en DTA a las correspondientes pérdidas de peso, pueden ayudar a identificar el tipo de reacciones químicas que ocurren a una temperatura determinada (descomposición o cambio de fase).

Por medio de la termogravimetría diferencial (TGD) se determina la primera derivada del cambio de masa en función de la temperatura y en algunas ocasiones del tiempo.

Simultáneamente a la TG se puede realizar la TGD, la cual mide la velocidad de des--

composición del material.

El análisis térmico nos auxilia en el estudio de:

- a).- Materias primas que componen al yeso.
- b).- La hidratación del yeso, debido a que en esta reacción se producen hidratos que se descomponen a diferentes temperaturas, podemos identificarlos y determinar su velocidad de formación o descomposición.
- c).- La corrosión del yeso: estableciendo una relación entre ella, los problemas estructurales e hidratación, por lo tanto determinan su comportamiento y durabilidad.
- d).- El equilibrio de fases en los componentes del yeso.

Para realizar este análisis térmico, se seleccionaron tres muestras del yacimiento, (M1, M5, M9). las cuales previamente se sometieron a pruebas de calorimetría, encontrándose los picos endotérmicos y exotérmicos, que nos indicaron las posibles temperaturas a las que se debe someter el yeso para encontrar las diferentes variedades alotrópicas (alfa, beta, gama) con sus respectivas cualidades técnicas, siendo estas:

3.7.6. - DETERMINACION DE DENSIDAD DEL YESO:

Entendemos por densidad ó peso específico, el peso de un volumen dado de mineral, a un volumen igual de agua tomada por unidad de medida.

Para tal efecto se consideró, que un mililitro de agua destilada equivale a un gramo de esta y en base a la fórmula:

$$D = \frac{M}{V}$$

Donde:

D = Densidad

M = Masa

V = Volumen desplazado de agua

3.7.6.1.- DESCRIPCION DEL EQUIPO NECESARIO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL YESO:

- 1).- Balanza analítica
- 2).- Matraz de fondo plano aforado
- 3).- Embudo de cristal
- 4).- Pipeta graduada
- 5).- Pizeta
- 6).- Caja de Petrí
- 7).- Picel o brocha
- 8).- Espátula o cuchara

3.7.7.- DESCRIPCION DEL ENSAYO PARA LA DESHIDRATAACION DEL YESO:

- 1o. Se pesan los crisoles por medio de una balanza analítica.
- 2o. Se coloca dentro del crisol la muestra de yeso a deshidratar previamente pesada (en nuestro caso 20 gramos).
- 3o. Se colocan dentro de la mufla dos crisoles con la muestra de yeso a deshidratar, a temperaturas y tiempos requeridos.
- 4o. Se sacan los crisoles de la mufla y se introducen en un desecador de cristal - con el fin de que la muestra deshidratada no vuelva a tomar humedad del ambiente.

3.7.8.- OBTENCION DE LA DENSIDAD DEL YESO DESHIDRATADO A DIFERENTES TIEMPOS Y TEMPERATURAS:

De acuerdo a los ensayos antes descritos, y para obtener la densidad del yeso deshidratado a diferentes temperaturas y tiempos, a que fué sometido (100-150°C, 200°C, 250°C, 300°C) se realizó lo siguiente:

De las seis muestras que se sometieron a estos ensayos, se tomaron tres de cada una de ellas de los diferentes tiempos a que fueron sometidas (30, 45, y 60 min) para las diferentes temperaturas arriba señaladas, quedando así las tres restantes dentro de un desecador para posteriormente realizarles estudio de difracción de rayos "X", y microscopia optica.

En base a lo anterior se determinó lo siguiente:

a).- Temperatura de 100-150°C, durante 30,45 y 60 minutos partiendo de la temperatura ambiente.

Muestras uno:

Peso del matr az de fondo plano aforado.

Para la muestra 1 a 100-150°C.

$$\begin{array}{l} D= 1.88 \text{ gr.} \\ M= 19.80 \text{ gr.} \\ V= 10.5 \text{ gr.} \end{array} \quad D= \frac{19.8}{10.5} = 1.88$$

Para la muestra 3 a 100-150°C.

$$\begin{array}{l} D= 1.80 \text{ gr.} \\ M= 18.80 \text{ gr.} \\ V= 10.40 \text{ gr.} \end{array} \quad D= \frac{18.8}{10.4} = 1.81$$

Para la muestra 5 a 100-150°C.

$$\begin{array}{l} D= 1.81 \text{ gr.} \\ M= 18.00 \text{ gr.} \end{array} \quad D= \frac{18.0}{9.9} = 1.82$$

V = 9.90 gr.

b).- Temperatura de 200°C 30,45 y 60 minutos partiendo de la temperatura ambiente.

Muestra uno.

Peso del matr�az de fondo plano aforado	62.5 gr.
Peso del matr�az de fondo plano aforado m�as H ₂ O	162.1 gr.
Peso de la caja de Petr�ı	10.4 gr.
Peso de la caja de petr�ı m�as muestra del crisol 1	28.5 gr.
Peso de matr�az m�as muestra del crisol 1 m�as H ₂ O	172.7 gr.
Peso del matr�az de fondo plano aforado m�as H ₂ O	162.6 gr.
Peso de la caja de Petr�ı	10.0 gr.
Peso de la caja de Petr�ı m�as muestras del crisol 1	30.2 gr.
Peso del matr�az m�as muestra de crisol 1 m�as H ₂ O	172.1 gr.

Muestra tres.

Peso del matr�az de fondo plano aforado	63.0 gr.
Peso del matr�az de fondo plano aforado m�as H ₂ O	162.6 gr.
Peso de la caja de Petr�ı	10.4 gr.
Peso de la caja de Petr�ı m�as muestra del crisol 3	29.3 gr.
Peso del matr�az m�as muestra del crisol 3 m�as H ₂ O	173.0 gr.

Muestra cinco.

Peso del matr�az de fondo plano aforado	63.0 gr.
Peso del matr�az de fondo plano aforado m�as H ₂ O	162.6 gr.
Peso de la caja de Petr�ı	10.4 gr.
Peso de la caja de Petr�ı m�as muestra del crisol 5	28.4 gr.
Peso del matr�az m�as muestra del crisol 5 m�as H ₂ O	172.5 gr.

Para la muestra 1 a 100-150°C.

D= 1.88 gr.

M= 19.80 gr.

V= 10.5 gr.

$$D = \frac{19.80}{10.5} = 1.88$$

Muestra tres.

Peso del matr�az de fondo plano aforado	62.5 gr.
Peso del matr�az de fondo plano aforado m�as H ₂ O	162.1 gr.
Peso de la caja de Petr�ı	10.4 gr.
Peso de la caja de Petr�ı m�as muestra del crisol 3	27.3 gr.
Peso del matr�az m�as muestra del crisol 3 m�as H ₂ O	172.3 gr.

Muestra cinco.

Peso del matr�az de fondo plano aforado	62.5 gr.
Peso del matr�az de fondo plano aforado m�as H ₂ O	162.1 gr.

Peso del matr�az de fondo plano aforado	63.0 gr.
Peso del matr�az de fondo plano aforado m�as H ₂ O	162.6 gr.
Peso de la caja de Petr�ı	10.4 gr.
Peso de la caja de Petr�ı m�as muestra del crisol 1	27.7 gr.
Peso del matr�az m�as muestra del crisol 1 m�as agua	172.2 gr.

Muestra tres.

Peso del matr�az de fondo plano aforado	63.0 gr.
Peso del matr�az de fondo plano aforado m�as H ₂ O	162.6 gr.
Peso de la caja de Petr�ı	10.4 gr.
Peso de la caja de Petr�ı m�as la muestra crisol 3	26.7 gr.
Peso del matr�az m�as muestra del crisol 3 m�as H ₂ O	171.8 gr.

Muestra cinco.

Peso del matr�az de fondo plano aforado	63.0 gr.
Peso del matr�az de fondo plano aforado m�as H ₂ O	162.6 gr.
Peso de la caja de Petr�ı	10.4 gr.

Muestra tres.

Peso del matr�az de fondo plano aforado	62.8 gr.
Peso del matr�az de fondo plano aforado m�as H ₂ O	162.0 gr.
Peso de la caja de Petr�ı	10.6 gr.
Peso de la caja de Petr�ı m�as muestra del crisol 3	26.8 gr.

Peso de la caja de Petrí		10.4 gr.
Peso de la caja de Petrí más muestra del crisol 5		25.9 gr.
Peso del matríz más muestra del crisol 5 más agua		172.1 gr.

Para la muestra 3 a 200°C.

D= 1.65 gr.

M= 16.90 gr.

V= 10.20

$$D = \frac{16.90}{10.20} \quad 1.66$$

Para la muestra 1 a 200°C.

D= 1.70 gr.

M= 18.10 gr.

V= 10.60 gr.

Para la muestra 5 a 200°C.

D= 1.55 gr.

M= 15.50 gr.

V= 10.00 gr.

$$D = \frac{15.50}{10.00} \quad 1.55$$

c).- Temperatura de 250°C, durante 30,45 y 60 minutos partiendo de la temperatura ambiente.

Muestra uno.

Peso del matr az m as muestra del crisol 3 m as H₂O 172.6 gr.

Muestra cinco.

Peso del matr az de fondo plano aforado 63.0 gr.

Peso del matr az de fondo plano aforado m as H₂O 162.0 gr.

Peso de la caja de Petr ı 10.6 gr.

Peso de la caja de Petr ı m as muestra crisol 3 26.9 gr.

Peso del matr az m as muestra del crisol 5 m as H₂O 172.5 gr.

Para la muestra 1 a 300 C.

D= 1.59 gr.

M= 16.60 gr.

V= 10.40 gr.

$$D = \frac{16.60}{10.40} \quad 1.60$$

Para la muestra 3 a 300 C.

D= 1.72 gr.

M= 18.30 gr.

V= 10.60 gr.

$$D = \frac{18.30}{10.60} \quad 1.73$$

Peso de la caja de Petr ı m as muestra del crisol 5 26.5 gr.

Peso del matr az m as muestra del crisol 5 m as H₂O 172.7 gr.

Para la muestra 1 a 250 C.

D= 1.80 gr.

M= 17.30 gr.

V= 9.60 gr.

$$D = \frac{17.30}{9.60}$$

1.80

Para la muestra 3 a 250°C.

D= 1.77 gr.

M= 16.30 gr.

V= 9.20 gr.

$$D = \frac{16.30}{9.20}$$

1.77

Para la muestra 5 a 250°C.

D= 1.67 gr.

M= 16.10 gr.

V= 9.60 gr.

$$D = \frac{16.10}{9.60}$$

1.68

d).- Temperatura de 300°C, durante 30,45 y 60 minutos partiendo de la temperatura ambiente.

Muestra uno.

Peso del matr az de fondo plano aforado 62.8 gr.

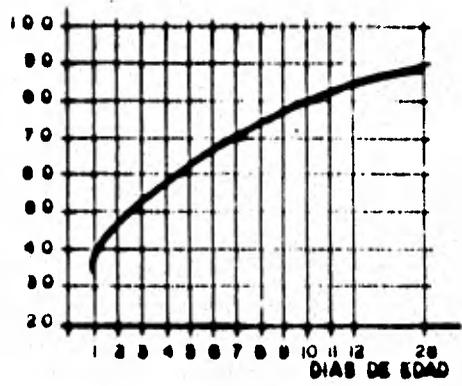
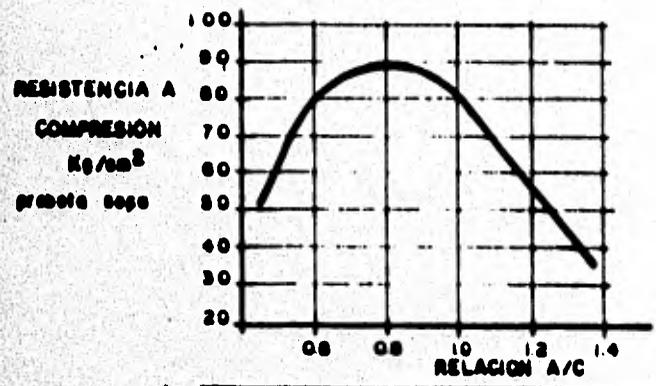
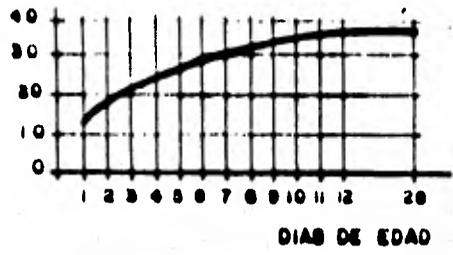
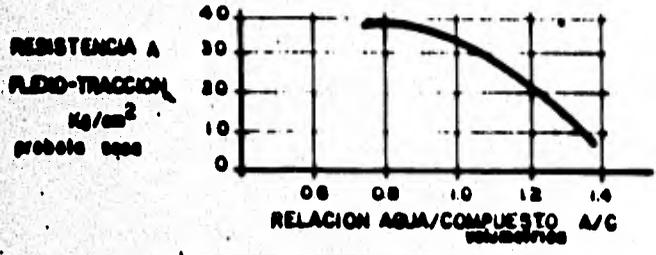
Peso del matr az de fondo plano aforado m as H₂O 162.0 gr.

Peso de la caja de Petr ı 10.4 gr.

Peso de la caja de Petr ı m as muestra del crisol 1 27.2 gr.

Peso del matr az del crisol 1 m as H₂O 172.4 gr.

● AGUA PARA EL AMASADO:

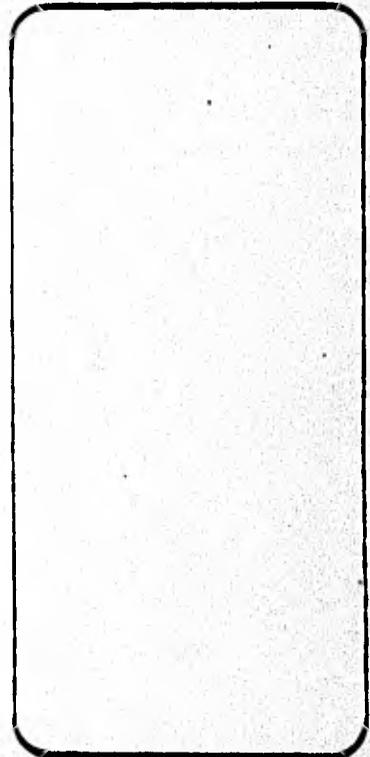


● TIEMPO DE FRAGUADO:

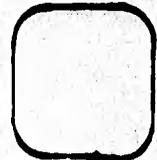
COMPONENTE	PROPORCION		TIEMPO APARENTE DE FRAGUADO.	TIEMPO DEFINITIVO DE FRAGUADO
	seco	compuesto		
Sin Aditivo, Aceroeste de alta resistencia	0.9	1.0	4 minutos	20 a 25 dias

● OTRAS CARACTERISTICAS:

- EXCELENTE ADHERENCIA A LOS MATERIALES POROSOS.
- FRAGUADO MODIFICABLE.
- PROPIEDADES AISLANTES TERMICAS.
- PROPIEDADES ACUSTICAS DADA SU POROSIDAD.
- LIGERESA.
- SU ALTO PUNTO DE FUSION (1600°C) LE PROTEJE CONTRA EL FUEGO.
- SU BAJO COSTO DE OBTENCION E INDUSTRIALIZACION LO HACEN DE FACIL ADQUISICION.



caracteristicas tecnologicas.



Para la muestra 5 a 300°C.

D= 1.55 gr.

M= 16.30 gr.

V= 10.50 gr.

$$D = \frac{16.30}{10.50}$$

1.55

3.7.9.- AGUA DE AMASADO:

Una prueba auxiliar para conocer la cantidad de agua necesaria de un buen amasado para un peso dado de mineral o compuesto, consistió en encontrar la relación existente, entre la resistencia y la relación agua/yeso en ensayo de laboratorio.

En la siguiente gráfica, se puede observar como el yeso común ofrece una curva uniforme de aumento de resistencia.

En conclusión, se determina que la relación agua/yeso para el mineral en cuestión -

DEL YESO DESHIDRATADO A DIFERENTES TEMPERATURAS

NUMERO DEL CRISOL	PESO DEL CRISOL	PESO DEL CRISOL MAS 5g DE YESO	TIEMPO DE DESHIDRATACION	PESO DE LA MUESTRA DE YESO DESHID. 100°	DENSIDAD OBTENIDA	PESO DE LA MUESTRA DE YESO DESHID. 200°	DENSIDAD OBTENIDA	PESO DE LA MUESTRA DE YESO DESHID. 200°	DENSIDAD OBTENIDA	PESO DE LA MUESTRA DE YESO DESHID. 300°	DENSIDAD OBTENIDA
C-1	188.8 g	208.8 g	30 min.	209.3 g	1.89 g	206.6 g	1.79 g	206.3 g	1.80 g	206.0 g	1.80 g
C-2	179.5 g	199.5 g	30 min.	199.7 g		197.2 g		196.7 g		196.7 g	
C-3	186.8 g	206.8 g	45 min.	206.6 g	1.89 g	203.7 g	1.85 g	202.9 g	1.77 g	202.5 g	1.78 g
C-4	168.3 g	178.3 g	45 min.	177.7 g		174.6 g		174.4 g		174.2 g	
C-5	184.3 g	204.3 g	60 min.	203.7 g	1.81 g	200.3 g	1.85 g	200.3 g	1.67 g	200.0 g	1.85 g
C-6	185.8 g	205.8 g	60 min.	206.2 g		202.3 g		201.7 g		200.8 g	

es de 0.8 o sea que el agua de amasado no debe exceder del 80% en relación con el yeso empleado para mezclas.

3.7.10.- CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS DEL YESO:

Las características fundamentales del yeso como material de construcción son su, - excelente adherencia a los materiales porosos, incluso sobre metales tales como el hierro, al que se describirá en el capítulo correspondiente, su fraguado rápido o modificable; sus propiedades térmicas; su menor capacidad calorífica; su acusticidad dada su porosidad; su ligereza y su costo de obtención relativamente bajo, lo hacen un producto idoneo para su aplicación en el campo de la construcción.

3.7.11.- COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO:

La protección específica contra el fuego es debida a la asociación de tres cualidades; la porosidad, el contenido de agua de cristalización del orden del 20% que, su mada al contenido de agua microscópica, supone una capacidad de "reacción endotérmica" importante, y el alto punto de fusión del CaSO_4 , que se produce alrededor de - 1450°C.

3.7.12.- ACCION DEL YESO SOBRE OTROS MATERIALES:

Acción sobre el hierro: Entre las principales acciones sobre otros materiales desta

ca la corrosión que produce en el hierro y el acero en presencia de humedad, así pues cualquier elemento de estos materiales que deba estar en contacto con el yeso debe protegerse con pinturas grasas o resinas.

La interpretación del fenómeno de corrosión, desde el punto de vista químico, es el siguiente:

El SO_4Ca es soluble en agua, como hemos dicho, y su contacto produce iones SO_4^- y iones Ca^{++} . El agua se ioniza en escasa proporción de iones H^+ y OH^- . El siguiente esquema muestra los iones que entran en contacto.



El H_2SO_4 es el electrólito fuerte. Por lo tanto, su equilibrio de ionización está desplazado en el sentido de la flecha de trazo continuo grueso.

El $\text{Ca}(\text{OH})_2$, hidróxido de calcio, es electrólito débil por lo que su equilibrio de ionización está desplazado hacia el sentido de la flecha, o sea que habrá una reducción de iones OH^- y Ca^{++} . Por consiguiente habrá más iones (H^+) que (OH^-). Por lo tanto, el agua que empapa al yeso puesto en obra (si está humedo), es ácida y, en -

En lo referente a esta etapa de la investigación, se presentan los resultados obtenidos en el estudio que se realizó en el INSTITUTO DE INGENIERIA para el desarrollo de sistemas constructivos de pisos techos, dentro de un programa de investigación de nuevos materiales y tecnologías para la construcción de viviendas económicas.

Siendo uno de sus objetivos, subsanar el problema de permeabilidad, observado en los prototipos de techos, mediante impermeabilizantes comerciales, así como aquellos factibles de prepararse con productos químicos y de fácil adquisición en la zona cercana a la autoconstrucción.

En función de las observaciones a largo plazo efectuadas sobre los prototipos, se realizó una serie de pruebas de permeabilidad sobre modelos de cubiertas a fin de conocer la efectividad de algunos impermeabilizantes comerciales así como probar compuestos de origen orgánico para producir películas protectoras.

Se escogieron para dichas pruebas dos de los sistemas de cubiertas que presentaron mayor deterioro durante el lapso de observación: De cada una de ellas se fabricaron cuatro piezas de 3.15 m. de largo que al cumplir siete días de edad se cortaron por la mitad, con lo cual se contó con un total de 16 piezas con lo que fué posible construir ocho modelos de cubiertas, de 1 m. de ancho por 1.5 m. de largo.

De los impermeabilizantes en el mercado se seleccionaron tres de los más económicos y con productos baratos y de fácil adquisición se prepararon cuatro más; se utilizó

un producto por cada modelo y su aplicación se hizo con una brocha de ruz; se per
mitió que se secaran durante siete días y se procedió a llenar los modelos nuevamente
te con agua.

La prueba continuó por un período aproximado de cinco meses en que se mantenía duran
te 14 días un tirante de agua de 15 cm. en los modelos, se retiraba y permitía
el secado al ambiente durante otros catorce días, para repetir después el ciclo.

Se hizo una selección de productos para impermeabilizar cubiertas, con la condición
adicional de bajo costo, de los que fuera relativamente sencillo conseguirlos en vari
os puntos de la República, habiéndose encontrado que los de la marca Fester cumpl
en con los requisitos. Al respecto, se seleccionó Festerbond como producto base -
para la preparación de películas y Microprimer como base en la preparación de superfic
ies.

Por otro lado, la tradición indica que la gente ha solucionado sus problemas de filtr
aciones en sus cubiertas con materiales distintos a los comerciales, tal es el ca
so de las pinturas de sal y cal, jabón y alumbre, por lo que con objeto de comprobar
su eficiencia se incluyeron estos materiales en la impermeabilización de modelos.

Además, en base a un estudio preliminar realizado en el INSTITUTO DE INGENIERIA a fin
de determinar la factibilidad de aplicación de materiales distintos a los tradici
onales y a los industrializados en construcción de viviendas, se incluyó un im---

permeabilizante generado a partir del desperdicio del plátano.

Del plátano que se produce en la República una gran parte se envía al mercado para su consumo como fruta, y otra la que se deteriora durante el corte, transporte y al macen, se aprovecha generalmente en la fabricación de dulces o como forraje para el ganado, pero siempre queda como desperdicio el vástago donde vienen sujetos las pen^{ca}s. Se consideró importante, tanto para los fines de esta parte del estudio de cubiertas, como para el conocimiento de la eficiencia del producto impermeabilizante desarrollado a partir del vástago del plátano, incluirlo en las pruebas de permeabilidad e indicar someramente los procedimientos para la extracción, preparación y aplicación del producto.

A continuación se describe en forma breve el procedimiento para elaborar las pinturas impermeabilizantes empleadas en esta parte del estudio.

3.7.13.1.- FESTERBOND Y CEMENTO:

- a).- Festerbond 1 lt.
- b).- Cemento 5 kg.
- c).- Agua 5 lt.

Se preparó la superficie, dejándola libre de partículas y con una brocha se aplicó la solución descrita; el rendimiento se estimó en 11 m² para las cantidades indicadas.

das.

3.7.13.2.- FESTERBOND Y CAL:

El rendimiento estimado, es de 12 m² para las cantidades indicadas; procedimiento de aplicación igual al anterior.

3.7.13.3.- MICROPRIMER, FESTERBOND Y CEMENTO:

Como la alternativa de protección se aplicó sobre la superficie limpia de partículas una mano de mezcla de Microprimer diluido en agua a partes iguales, con un rendimiento estimado de 5m²/lt.

Seco lo anterior, se aplicó la solución de Festerbond y cemento.

- a).- Microprimer 1 lt.
- b).- Festerbond 1 lt.
- c).- Cemento 5 kg.
- d).- Agua 5 lt.

3.7.13.4.- FESTERBOND, CEMENTO Y CAL:

- a).- Festerbond 1 lt.

- b).- Cemento 2 kg.
- c).- Cal 3 kg.
- d).- Agua 5 lt.

Rendimiento estimado para las cantidades; indicadas 14 m² aplicación igual a los anteriores.

3.7.13.5.- JABON Y ALUMBRE:

Para el empleo de una película con jabón y alumbre fué necesario hacer varias pruebas de dosificación y aplicación sobre placas de ferrocemento fabricadas para ese fin. Se encontró que el jabón en pastillas para lavar ropa requiere para disolverse agua hirviendo y mantener la temperatura por lo menos 15 minutos, como en este lapso se evapora parte del agua, es necesario poner un volumen inicial superior al recomendado por dosificación; para las condiciones ambientes del laboratorio la cantidad de agua total fué de 71 lts.

- a).- Jabón 1 kg.
- b).- Alumbre .25 kg.
- c).- Agua 7 lt.

El rendimiento estimado fué 13 m² para las cantidades indicadas. Se aplicó en caliente con una brocha de raíz sobre una superficie de partículas.

Se requiere cortar el vástago en pedazos, lo más pequeños posible, los que se colocan en un recipiente de aproximadamente 20 lt., donde se dejan hervir en 10 lt. de agua de cal hasta que el volumen se reduce a la mitad; se agraga el alumbre mezclándolo mientras hierve la mezcla.

Cuando se reduce el volumen a la mitad se retira la planta, colando la mezcla en un trozo de manta de cielo; su aplicación se hace en caliente con una brocha de raíz.

El rendimiento estimado fue de 13 m² para las cantidades indicadas y siguiendo el procedimiento descrito.

Los resultados de la aplicación de los productos y la observación durante cinco meses, muestran que el más eficiente de los impermeabilizantes fué el de microprimer, festerbond y cemento, pero con un costo mayor, le siguen en eficiencia, el de jabón y alumbre con costo menor.

La pintura más eficiente desde el punto de vista permeabilidad fué la cal y la sal, que en el primer ciclo de prueba empezó a presentar agrietamientos donde pasó el agua.

Se consideran como los más eficientes por lo económico como en permeabilidad, los productos que corresponden a las pinturas elaboradas con jabón y alumbre, y desper

dicio de plátano y alumbre, respectivamente.

3.7.14.- EXPANSION Y CONTRACCIONES DIFERENCIALES DEL YESO:

Cuando una masa de yeso aglomerante se mezcla con agua y se endurece, las dimensiones establecidas inmediatamente después del fraguado cambian en función del tiempo, dando lugar a serias perturbaciones de sus yesos o sus productos prefabricados.

Es conveniente pues, conocer previamente para una calidad dada, el valor cuantitativo de estas variaciones de volumen, midiendo con un dinamómetro o bien comparando las variaciones de longitud de las probetas (4 x 4 16 cm). utilizadas en los ensayos físicos, previamente equipadas con pivotes metálicos en sus extremos.

Estas variaciones en la dimensión dependen, por una parte, de la velocidad de secado y por otra, de la relación agua/yeso; también de la composición de fases del yeso aglomerante y muy especialmente de las condiciones de amasado de la pasta durante el tiempo empleado.

Dentro de la primera variable, el secado viene influenciado por la temperatura, por la humedad relativa del ambiente y por la ventilación.

El hemidrato presenta una expansión proporcional al aumento de la temperatura, así como una contracción de secado normal de las seis primeras horas, cuando la hume --

dad relativa es del 20%.

La expansión normal del yeso debida a la hidratación a cortos plazos de curado a 20°C y con una humedad relativa del 50%, oscila entre 1 y 1.6 mm. por metro cuando se ha empleado una relación agua/yeso de 0.6.

Otra causa de variaciones de volumen de los aglomerados de yeso, es la motivada por el efecto de un eventual remezclado de yeso durante la preparación de la pasta. Este efecto ha sido estudiado por varios autores y han llegado a la conclusión de que el tamaño de los poros disminuye notablemente en los yesos sometidos a este efecto. El tamaño normal del poro oscila entre cuatro y diez micras y disminuye a 0.2 y 0.4 micra si ha sido remezclado.

La influencia del remezclado sobre la expansión diferencial ha sido estudiada por Landrieu sobre un hemidrato puro y sobre dos yesos de producción industrial, uno sin retardadores y otro con adhesión de ellos, donde dedujo que el efecto de los retardadores elimina la contracción provocada por el remezclado y evita sus consecuencias, y en caso del hemidrato en contraposición, la contracción es mucho más marcada.

En conclusión puede afirmarse que el contenido de anhídritas procedentes de la deshidratación a alta temperatura del yeso aglomerante mejora su calidad y resistencia, siendo conveniente conocer a "priori" las variaciones dimensionales de la calidad del yeso a emplear.

4.0.- GENERALIDADES SOBRE EL EMPLEO DEL YESO :

No suele emplearse el yeso hasta que ha sido transformado en mortero ó lechada, amásandolo con agua; estas condiciones, lo hacen cuajar, o mejor dicho, lo que se llama fraguado. Esta transformación se realiza rápidamente, pero existen procedimientos especiales para que este fraguado se retarde ó se opere a conveniencia del trabajo que se lleva a cabo, se cuenta también con métodos para precipitarlo así como aumentar la dureza de los objetos obtenidos, incorporando al conjunto ciertas proporciones de otros materiales o productos.

4.1.- TRABAJOS COMUNES Y AMASADO DEL YESO :

El yeso es muy apropiado para trabajar el moldeado por que llena todos los intersticios de los moldes y al solidificarse queda perfectamente igual que el molde que lo ha contenido.

Al amasar yeso con ocre amarillo resulta un color de piedra muy apropiado para los trabajos de las construcciones si lo mezclamos con el mismo ocre y un poco de negro, se obtiene un tono de granito mezclado con ocre ó rojizo, resulta un tono parecido al ladrillo. El yeso se emplea mucho en los tubos de chimenea, pero como tiene el defecto de producir grietas, cuando el yeso se pone en contacto con el hierro se oxida por la acción de su ácido sulfúrico, lo que hace que este material no sea muy

estimado para el empotramiento de vigas metálicas y, sobre todo en sitios donde no pueda secarse pronto.

Para los enlucidos exteriores se hace una mezcla compuesta de una parte de mortero de yeso y tres de mortero de cal, esta operación acostumbran hacerla en países en que el yeso resulta caro, si en estas condiciones les conviene que el enlucido exterior se seque pronto, se añade una parte de arena por dos de yeso en polvo resultando al fin un compuesto excelente para fuertes espesores de las cargas destinadas a recibir cornisas y para enlucir los canecillos o medallones, que son los salientes con que se adorna, por la parte inferior la cornisa.

Para las cornisas en general se emplea el yeso de estuco compuesto de tres partes de cal recientemente apagada, una de arena y cuatro de mortero en yeso.

En lo referente al amasado, esta operación se realiza en una arteza, cuevo ó cajón de madera, construído en forma de tronco pirámide, ó de prisma recto, de base rectangular. El amasado debe hacerse en el momento mismo en que se emplea el yeso en la proporción necesaria, se mueve o bate con una paleta de cobre hasta formar la pasta más ó menos clara, según el uso a que se destine.

El yeso se hecha en la artesa desparramado, a boleó, como quien siembra y debe remover el líquido en otros sentidos, con la llana de cobre, procurando romper con las manos los grumos y terrones que pueda hacer, pues no siendo caústico no perjudica la

piel.

Las proporciones de agua y yeso son muy variables según la calidad, pureza y tipo de yeso empleado, la temperatura del agua y el uso a que se destine la pasta o mortero.

Generalmente oscila desde el 50% para el yeso de fábricas, 60% para el estuco, y 70% para el de molde. Cuanto menor sea la cantidad de agua empleada, mayor es la dureza y la rapidéz del fraguado.

Sobre todo, cuando se emplea para tabicar o guarnecer, es necesario, para que endurezca rápidamente y sujete los materiales o se sostenga por sí mismo, esté espeso.

El amasado con poca agua dá lugar a una pasta espesa y consistente que se cuaja pronto y se solidifica enseguida; es la que vulgarmente se conoce como que se adormece. Proporciona la máxima resistencia, pero hay que emplearlo aprisa. El amasado claro produce fluídas que penetran con facilidad por todas partes, tarda más en fraguar y queda menos compacto, menos resistente y más poroso.

Para enlucidos se emplea el amasado claro y será tanto más claro cuanto más delgada tenga que ser la capa del enlucido. Si estuviese demasiado claro el mortero se le deja reposar hasta que trabe y adquiera la consistencia necesaria, lo que se conoce introduciendo un dedo en la masa. Debe gastarse rápidamente, por que si no endurece.

Quando se trata de trabajos en los cuales existen huecos difíciles de rellenar por - que no puede penetrar ni la mano ni la paleta hay que recurrir al empleo del vaso - formando lechada, lo suficientemente clara que pueda penetrar hasta en los orificios más pequeños. Pero el yeso diluido así, con exceso de agua llega a solidificarse al cabo de algún tiempo, y adquiere una solidez mediocre.

Debido a las posibilidades tan apreciables que el yeso posee, y a los contrastes que ofrece su preparación, para uso industrial, los fabricantes de objetos y moldes de yeso, han tenido que preocuparse de encontrar el equilibrio del amasado para que rinda los beneficios de este material, y han adoptado un procedimiento de preparación - que, con una pequeña pérdida de material, permite obtener de modo simple y práctico una dosis conveniente de agua y yeso de la que resulta una lechada consistente y desprovista de aire, lo cual es de suma importancia para la fabricación de objetos de arte. Este procedimiento consiste en lo siguiente: En un recipiente un exceso de agua se hecha el yeso en polvo, en pequeñas cantidades a la vez teniendo cuidado de no hechar una nueva capa sobre la superficie del líquido hasta que la anterior se ha ya empapado y bajado al fondo.

Quando se haya introducido la cantidad total del yeso que debe emplearse, habrá formado en el fondo de recipiente una crema de aspecto lechoso, se decanta con precaución; el pozo es lo que puede emplearse para el colado. Si el amasado se hace con agua caliente, resultará que éste será un tanto más rápido cuanto más caliente está el agua.

El agua debe ser lo más pura posible, limpia, desmineralizada, a fin de evitar eflorescencias salinas. La arena empleada será limpia, desprovista de sales para lo cual debe lavarse, en caso de que las contenga. El tamaño del grano se obtiene por cernido, más o menos frío, según el uso a que se destine.

4.1.1.- AMASADO A MAQUINA :

Tiene por objeto preparar de un modo continuo y con gran rendimiento un mortero capaz de confeccionar rápidamente los revestimientos. La máquina que se utiliza lleva un dispositivo teóricamente constantemente en la que se adiciona un producto retardador del fraguado, en la proporción conveniente para que pueda emplearse la pasta, durante el tiempo de conveniencia, sin endurecerse.

4.1.2.- MAQUINA AMASADORA PROYECTORA :

Teniendo en cuenta la dificultad de aplicar a pistola el mortero de yeso se han ideado varios sistemas encaminados a proyectarlo sobre la pared con cierta rapidéz, pero los resultados obtenidos hasta ahora, no habían sido satisfactorios. Por fin M. Grishaber, la logrado una máquina práctica que responde a los deseos de los usuarios. Esta máquina amasadora-proyectora, pesa 338 kilos, y se compone de cuatro elementos principales. Una tolva de carga de yeso formada por un fuste cilíndrico que contiene un saco de yeso y está inclinado alrededor de 45° sobre la vertical.

Este cilindro da vuelta alrededor de su eje y derrama de manera regular su contenido en pequeño elevador de cangligones.

Los cangligones, cuya carga es constante gracias a unos reacadores, se vacían a un distribuidor vibratorio asegurando la dispersión del yeso que se desliza por un canal helicoidal hacia la entrada de un mezclador, mediante una cuba de regulación, el agua que proviene del conducto general de distribución, añadiéndole la cantidad deseada de emulsión espesadora y retardatriz. A la salida del mezclador, el yeso es completamente amasado con agua y puesto en servicio. Cae entonces en masas regulares en el cuerpo de una bomba de rotación que lo pone en un tubo de grueso diámetro (algunos centímetros) cuya largura corresponde a la necesidad de la obra y que se termina por una simple boquilla de sección rectangular. El obrero que ha de realizar la tarea sostiene simplemente el tubo como una vulgar manga de riego y la desplaza horizontalmente (si se trata de un muro) de abajo hacia arriba, alternativamente de izquierda a derecha y de derecha a izquierda. Así se deposita un espesor conveniente de revestimiento que fluyendo como la vaselina que sale del tubo se adhiere inmediatamente y no queda más que pasar la regla según los métodos tradicionales.

Se suprimen, pues, todas las operaciones corrientes que se preceden al acabado. El conjunto es movido por un motor eléctrico de 4 a 5 VC, y es necesario mojar la superficie a revestir.

Gay sincronismo entre la entrada del yeso en el elevador y su salida de la manga es-

parcidora, sincronismo por la ayuda de ciertos tiempos. La calidad y la homogeneidad de la mezcla amasada dependen de la largura y de la velocidad de rotación en la mezcladora. Una de las particularidades de la máquina es que está concebida para cualquier variedad de yeso.

Es desmontable en elementos fácilmente transportables que corresponden a sus cuatro partes principales. Está ideada de tal manera que en cualquier momento pueda ser detenida en cualquiera de sus partes si se presentan dificultades de funcionamiento.

4.2.- MORTEROS DE YESO:

Son partes aglomeradas obtenidas amasando el yeso, cocido y reducido a polvo con la cantidad de agua suficiente para formar una masa fluida u homogénea que sea para los diversos trabajos a que se destinan, como aglomerantes, para unir entre sí los diversos materiales de una obra, o para revoques y enlucidos, en virtud de la propiedad que tienen de endurecer y fraguar en contacto con el aire.

Los morteros pueden ser simples y compuestos. Se denominan morteros simples, los formados exclusivamente por yeso y agua, designamos morteros compuestos los que están formados de yeso, arena y agua, siendo conveniente que la proporción de arena sea inferior al 50% del yeso; pues en caso contrario disminuye considerablemente la resistencia.

El mortero simple de yeso es generalmente de fraguado rápido, que se inicia a los dos o tres minutos y normalmente termina pasados 15 ó 20 minutos. Por este motivo conviene preparar, cada vez únicamente la cantidad que se va a gastar inmediatamente en un trabajo concreto y limitado.

La solidificación del mortero da lugar a un gran desprendimiento de calor y un ligero aumento de volumen, circunstancia que es preciso tener en cuenta para evitar fracasos. Al cabo de cierto tiempo se contrae y se agrieta. Si el agua empleada en el amasado está caliente se logra un fraguado más rápido.

Un metro de yeso en polvo produce alrededor de 1.150 a 1.200 metros cúbicos de mortero simple. El mortero de yeso se adhiere regularmente a las piedras y ladrillos, pero poco a la madera, ataca y oxida al hierro que pueda estar en contacto con él, por lo que no es el más indicado para la fijación de dicho metal.

Resisten muy bien bajas temperaturas, hasta 10°C bajo cero, pero la humedad y mucho más el agua lo reblandece y deshace.

La cal y las soluciones de cal retardan su fraguado pero aumentan su consistencia, pasado el tiempo conviene evitar la adición en los morteros de yeso para reviques, pues si se añade se producen abollamientos o sopladuras. Las principales aplicaciones de los morteros de yeso son los reyoques o enlucidos de paredes y techos, así como la preparación de estucos y la construcción de artesanados, cornizas, molduras, objetos

y figuras de adorno. También se emplean en la construcción de muros, tabiques, pilares y bóvedas como aglomerantes de las piedras y ladrillos con que se forman.

4.3.- HORMIGONES DE YESO :

Como todos los hormigones, están formados de un aglutinante (que en este caso es el yeso) arena, grava ó gravilla y no pueden prepararse como los de cemento, porque endurecería la pasta en la hormigonera pero sirven igualmente para levantar muros, los cuales se construyen como los muros de tierra, mediante moldes ó encofrados en los que se extienden capas de gravilla previamente humedecida, sobre las que se vierte yeso amasado con agua y arena relativamente espeso, aprisionándolo ligeramente hasta enrasar el molde. El mejor yeso para esta clase de trabajo es el de pavimento, pudiéndose utilizar también el de anhidrita soluble.

4.4.- PROCEDIMIENTOS PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DEL YESO:

Se entiende por dureza la mayor ó menor facilidad que ofrecen los cuerpos al desguste por las acciones exteriores de rasgado, rosamiento y ruptura.

En general puede decirse que viene caracterizado por la dificultad de penetración que tienen los cuerpos, unos con respecto a otros, cuando se somete a una presión o compresión. En mineralogía se define la dureza como la resistencia que presentan los

minerales a ser rayados por otros.

El método más sencillo para determinar la dureza consiste en elegir una escala arbitraria, formada por un cierto número de compuestos o elementos bien definidos y ver a cual raya el mineral que se trata de estudiar ó es rayado por él.

Los cuerpos que tienen poca dureza se denominan blandos. Se determina la dureza de los cuerpos de un modo práctico, por la facilidad de ser rayado con una punta de hierro, acero o cuarzo.

La dureza del yeso depende a la variedad mineralógica de que proceda, de la temperatura de cocción, del grado de pulverización y el cuidado puesto al realizar cada una de las operaciones necesarias para su obtención. No obstante, siempre resulta muy distinta y sólo el alabastro natural tiene un aspecto porcelánico con cierta consistencia que permite ser trabajado.

Con objeto de aumentar la dureza ó resistencia del yeso, se ha ideado numerosos sistemas, entre los cuales se cuentan los siguientes:

- 1°.- Por impregnación de las piezas, objeto o superficie de yeso, con soluciones especiales.
- 2°.- Por incorporación de ciertas sustancias en la preparación de las pastas de yeso.

Corresponden al primer grupo:

El agua de cal ó hidróxido (cal apagada diluída). Las soluciones de alumbre al 20% en caliente que producen un endurecimiento de la masa al cabo de un día para las piezas pequeñas y, hasta un mes para las grandes; repitiendo la operación 2 ó 3 veces se obtiene una superficie con alta resistencia, que soporta la acción del pulido.

Las soluciones de sulfato de hierro, cobre, potasio, zinc y solicato sódico. También soluciones de cola de hueso ó goma arábica retardan el fraguado, pero una vez seco el material, adquiere una gran dureza.

La parafina, estearina o resinas fundidas y diluídas en éter de petróleo. Los barnices, pinturas y esmaltes. La leche animal y las soluciones de cola de caseína.

Corresponden al segundo grupo:

La adición durante el amasado de soluciones de sales metálicas, tales como el sulfato de hierro, el sulfato de cobre, el sulfato de zinc, y el sulfato de potasio.

La cal apagada añadida en pequeña proporción. El ácido silícico al 50% comunica al yeso una gran dureza. Colas vegetales, animales o minerales, diluídas. Agua de bari-ta (sulfato de bario). Soluciones de albúmica.

El yeso alúmbrico se prepara empapando el yeso cocido y endurecido con una solución de alumbre al 12 por ciento, luego se vuelve a cocer, a moler y finalmente vuelve a fraguar con gran dureza, y adquiere aspecto más liso y más brillante y menos poroso.

El yeso puede ser transformado en una especie de mármol artificial calentándolo previamente, hasta expulsarle todo el aire y humedad, exponiéndole después a los vapores amoniacaes e impregnándolo por último con una solución templada de alumbre o de sulfato de alúmina. Este yeso se denomina mármol ó yeso aluminico.

A continuación se mencionan algunos de los procedimientos para endurecer el yeso después del amasado con la cal y los sulfatos.- Para endurecer el yeso por este procedimiento, uno de los muchos que se conocen, se opera de la siguiente manera:

Se obtiene una mezcla que se emplea como el yeso corriente si se prepara en compuesto íntimo de seis partes de yeso y una de cal gruesa recientemente apagada y tamizada.

Cuando ya se ha moldeado el objeto con este yeso preparado (si es que se trata de trabajos de moldeo y se halla bien seco, se moja con una solución de sulfato cualquiera de los de base precipitable por la cal, y además sea soluble.

Ahora bien, aunque se halla dicho un sulfato cualquiera, no dejamos de reconocer que hay ciertos sulfatos que son preferibles a otros, por ejemplo, los sulfatos de hie--

ro y el de zinc. La reacción que se produce es la siguiente: la cal contenida en los poros del yeso descompone el sulfato dando lugar a que se formen dos cuerpos insolubles, el sulfato de cal y el óxido, que se rellenan los poros del objeto fabricado.

Adviértase que empleando sulfato de zinc el objeto queda blanco, con el sulfato de hierro empieza por ponerse verdoso, pero al secarse toma el color característico del sesquióxido de hierro; las superficies que se obtienen son masas duras y la resistencia a la rotura es veinte veces mayor que la del yeso corriente.

Para obtener el máximo de dureza, con la cooperación del sulfato de hierro, es preciso amasar bien el hierro, pero en poco tiempo y empleando la cantidad de agua estrictamente necesaria. El objeto que se desea endurecer debe estar seco, para que la disolución penetre bien, también es necesario esté muy cerca de su punto de saturación y que la primera inmersión no dure más de dos horas.

Una prueba de la dureza que alcanza el yeso con la solución de que estamos tratando, la tenemos en el hecho de que resiste la presión de la uña, mientras, que el yeso simple se raya fácilmente. Si la primera inmersión se prolonga demasiado el yeso se descompone, como puede comprobarse haciéndola durar 24 horas; pero una vez que se ha secado el yeso, puede meterse otra vez en agua, que no la perjudicará en nada.

Cuando la preparación de cal apagada es demasiado elevada, la superficie se hace im

permeable al agua y hasta al aceite, como puede verse con yesos endurecidos con sulfato de zinc. La superficie es brillante, pulimentada, y tan difícil de marcar con papel de lija como el mismo mármol; sin embargo presenta un grave defecto; la capa dura tiene solamente dos milímetros escasos de grueso, pues se cierran tanto sus poros que, una vez dura la capa, cumple ésta una misión preservativa del resto del yeso a consecuencia de la cual no puede entrar en contacto con la disolución; pero, a pesar de dureza no ofrece resistencia.

Para conocer una proporción de cal y de yeso para tenerla como punto de partida, tó-mese de 1 a 6, pero sépase que las proporciones no son fijas, puesto que varían se-gún los resultados que se deseen obtener.

La proporción dada arriba permite una buena disolución de la solución y, por consi-guiente, la dureza y espesor son suficientes; pero claro está que no se apaga el ye-so en la superficie, para lo cual se pasará y repasará la paleta.

Si el sulfato empleado es el hierro, las placas toman el aspecto de herrumbe; si por encima se pasa aceite de linaza litargirizado, un poco obscurecido calentándolo, to-man el aspecto de la caoba, al propio tiempo que ofrecen cierta elasticidad superfi-cial de aplastamiento. Si se añade una capa de barniz copal, el tono de color es muy agradable.

Extendiendo sobre el piso una capa de yeso encolado de 6 a 7 centímetros de espesor

y, sometiéndolo al tratamiento indicado antes, se obtiene un suelo muy unido, reemplazado en algunos casos el parquet de encina y ofreciendo la ventaja, sobre suelos de madera de resultar más barato y recomendable por su extrema sencillez.

Con raíz de malvavisco.- Si con el yeso se mezcla de 2 a 4% de raíz de malvavisco, se consigue que el endurecimiento del material se retrase hasta después de una hora y resulta como consecuencia que el yeso tratado por este sistema se hace muy duro, hasta el extremo de que puede serrar, tornear, limar y hacer con el toda clase de objetos, que pueden presentarse muy bien como imitación de marfil.

Si la proporción de malvavisco empleada se lleva hasta un 8% se aumenta sensiblemente el tiempo del fraguado y por consiguiente se gana dureza. Además puede hacerse una combinación muy bonita añadiendo polvos de colores, por medio de los cuales se consigue unos diseños con irregularidades que imitan los veteados de los mármoles.

Con bisulfato de sodio.- Si se desea un fraguado y endurecimiento más rápido que el yeso, se añade de 0.25% de bisulfato de sodio, pero hay que disolverlo antes en el agua que se emplea para amasar el yeso. Esta operación no tan solo impone un endurecimiento rápido como decimos, sino que lo hace tres veces más duro.

Con piedras magnesiadas.- Se calcinan las piedras magnesiadas a una temperatura suficiente para que se evapore el ácido carbónico de color rojo. La magnesia cáustica

que se obtiene se pulveriza y se tamiza luego, dejándola impalpable.

Se hace una mezcla en proporciones del 15 al 30% con yeso y se amasa todo con agua. Lista ya esta preparación, se moldea el objeto que hay que trabajar y cuando ya esté listo y seco se moja en una disolución que contenga de 20 a 30% de sulfato de zinc. La solución, en este caso, no puede penetrar a fondo de la mezcla, pero consigue su fin.

Para un endurecimiento perfecto en todo el grueso del objeto trabajado, se procede el amasado de la mezcla del yeso y de la magnesia, directamente con la disolución de sulfato de zinc, pero esta última menos concentrada, y el objeto adquiere una dureza tal que no puede rayarlo una punta de hierro.

Con el sulfato de zinc la blancura es aceptable, pero si se desea un color madera - bastará reemplazar el sulfato de zinc por el sulfato de hierro; dando después a los objetos varias manos de aceite de linaza cocido, toman un tono más o menos oscuro.

Amasado especial.- Añadiendo al yeso un 25% solamente de agua y operando a una temperatura de 65°C, se obtendrá con el amasado una mayor dureza, pero esto solo puede aplicarse cuando se fabrican aglomerados a la prensa, y son de ejecución bastante difícil.

Amasado con leche.- También se obtiene yeso más duro que el corriente amasándolo con

leche agria en la misma cantidad de amoníaco.

4.5.- PROCEDIMIENTOS PARA MODIFICAR EL TIEMPO DE FRAGUADO:

El fraguado del yeso se obtiene mediante la producción de dos fenómenos distintos, - aunque simultáneos, son, por una parte, las partículas de sulfato de cal anhidro, - que al amasarlas con agua se disuelven y producen una solución sobresaturada, y por otra parte, esta misma disolución deposita unos cristales de sulfato hidratado. Este procedimiento puede ser modificado a conveniencia de los trabajos por ejecutar - ya sea retardándolo o acelerándolo, a continuación se mencionan algunos de estos procedimientos:

Procedimientos para retardar el fraguado.- En muchas de las aplicaciones del yeso es conveniente retrasar el tiempo de fraguado para dar tiempo a la realización de otros trabajos complementarios, o para evitar que por endurecimiento excesivamente rápido - no de tiempo a trabajarle y lograr que penetre, ó se adapte, en todas las partes de la obra.

Los procedimientos más empleados para aumentar el tiempo de fraguado, desde los 15 minutos hasta 12 horas, son los siguientes:

A).- Amasando el yeso con exceso de agua, en deterioro de su ulterior dureza.

B). - Añadiendo a la pasta ciertos ingredientes que, si son solubles, se unirán al agua con el amasado; y si son insolubles en ella, total o parcialmente han de mezclarse íntimamente con el yeso en polvo antes de su empleo.

Los productos más empleados para lograr el retardado son:

El alcohol en mayor ó menor proporción

La solución de borato sódico más ó menos concentrada.

Las disoluciones de colas vegetales ó minerales.

La cola de carpintero, ó cola de hueso, muy diluída y en caliente.

Las raíces de altea y malvavisco, en polvo ó infusión.

La cal viva y la cal apagada.

Las soluciones de sulfato de cobre, hierro y otros.

Las mezclas de borato sódico y tartrato.

La cola de caseína muy diluída.

El agua de jabón.

El polvo de mármol.

Las escorias de alto horno pulverizadas.

La quirantina mezclada en polvo, con el yeso seco, en la proporción de uno por mil produce un retardado de una hora. Y en la proporción de tres por mil lo retarda de 15 a 25 horas.

Influyen también en el retardado la temperatura del agua de amasado, tiempo transcurrido desde su cocción y desde la molienda, así como el tamaño de las partículas, - pues con un grado de división en granos menores de 0.3 micras se aumentala solubridad en un 20%.

Los productos más empleados para acelerar el fraguado son:

Por cocción de la piedra a 1.200 ó 1.400°C.

Añadiendo cemento portland al yeso cocido.

Amasándolo con agua a 60°C.

4.5.1. PROCEDIMIENTOS PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DEL YESO.

Se entiende por dureza la mayor ó menor facilidad que ofrecen los cuerpos al desgaste por las acciones exteriores de rascado o rosamiento.

En general puede decirse que viene caracterizado por la dificultad de penetración - que presentan los cuerpos, unos con respecto a otros cuando se someten a una presión. En mineralogía se define la dureza como la resistencia que presentan los minerales a ser rayados por otros.

El método más sencillo para determinar la dureza de un cuerpo consiste en elegir una

escala arbitraria, constituida por un cierto número de elementos de composición bien definida y ver a cual raya el mineral que se trata de estudiar ó es rayado por él.

4.6.- MATERIALES A BASE DE YESO:

4.6.1.- BALDOSINES:

Con mortero de yeso cascote de poco espesor (yeson) y adicionándole fierro milido, se fabrican baldosines de diferentes dimensiones, macizos o huecos, que sirven sobre todo para el arreglo de los tabiques.

Estos se fabrican generalmente en las dimensiones de 48x32x8 centímetros, puesto que el grueso es el que está más conforme con la escuadra ordinaria de los marcos de las puertas y pies derechos y demás piezas que forman el bastidor de los tabiques. Se les hacen agujeros para que resulten más ligeros; se colocan de canto, y como los bordes están siempre ahuecados en su parte media, reciben el yeso que sirve para colo-- carlos; su cara está algunas veces estirada para facilitar la adherencia de los enlu-- cidos.

4.6.2.- PLANCHAS DE YESO:

Varias de estas planchas de yeso son conocidas con los siguientes nombres:

CARTON-YESO.- Consiste en una hoja de cartón recubierto de yeso por una y otra cara aunque presenta una rigidez absoluta, este cartón posee cierta elasticidad que lo diferencia de los ladrillos de yeso o de otra tierra cocida. Las dimensiones que corrientemente se dan a estos cartones enyesados son: 1x0.50 metros; en cuanto al grueso, suele ser de 18 a 45 milímetros.

Estas planchas son muy ligeras y sólo pesan 17 kilogramos por metro cuadrado en el grueso 18 milímetros. No sufren dilatación alguna si se arquean cuando cambia la temperatura.

El cartón enyesado se emplea en las construcciones interiores. Se sujeta por medio de tornillos ó puntas estañadas ó galvanizadas, contra los montantes ó los travesaños de madera que forman el esqueleto de los tabiques ó de los techos. Las juntas que quedan entre la plancha y los clavos se tapan con yeso.

4.6.3.- PASTA PARA MOLDEAR AL SERRIN:

Se toma un litro de serrín de madera blanca y se mezcla con un litro de yeso de moldear. Se amasa la mezcla con un kilo de cola corriente, o sea cola de carpintero, que se empleará poniendo cuidado de agregarla por partes. Una que se tenga el molde dispuesto, se unta con aceite y se llena de la pasta obtenida, colocando después, encima de ésta, una tela extendida, sobre la que se pasará un rodillo; se corta luego una tabla que pueda penetrar en el molde como una tapa y se aprisiona cuanto se pue

da. Como resultado que la tela sobresale de la madera que sirve de tapa, se vuelven sus bordes y se clavan en la madera de la tapadera, acentuando todavía más la presión sobre la tapa. Al cabo de unos tres minutos, se saca el molde y se da vuelta a la pasta moldeada por este sistema; se aplican dos capas de pintura y una de barniz.

4.6.4.- LADRILLOS:

Pueden fabricarse ladrillos de formas diversas y de distintos espesores. Un ladrillo de forma común afín al ladrillo de tierra cocida puede hacerse con pasta de yeso ó también con granulados mezclados a la pasta; pero siempre auxiliado con trocitos de caña o de fibra, a ser posibles rígida, para conseguir que, en caso de rotura, permanezca igualmente unido y mantenga su forma.

La caña o fibra se pone hasta la mitad del espesor de pasta, luego se sumerge caña o fibra, haciendo bambolear con el mínimo sacudimiento la superficie sobre la cual se forman los ladrillos, con el objeto de que la pasta se dilate con compactividad y como contacto con las paredes del molde y por consiguiente se libere también el aire que pueda quedar atrapado. También se pueden formar poros que a la larga perjudican la resistencia. Hecho se completa del relleno del molde, se repite el bambolear y se limpia la superficie, sacando el material superfluo con una espátula, pasado esto, se deja en el molde el ladrillo hasta fraguado haya terminado y si el endurecimiento es uniforme se puede sacar del molde. En el caso de la construcción debe ser

de grueso espesor. El cuerpo del ladrillo y se pueden poner dos ó más tiras de fibra de caña, dispuestas conforme se indica en la figura , si en cambio el espesor es poco, hasta el punto de no contener la caña y la fibra, que por su irregular - - constitución podrían no quedar bien cubiertas, se utiliza fibra de yute ó mejor que todo, tela de ancha trama de cualquier tejido.

Un grueso puede permitir formar huecos en el cuerpo del material sin perjuicio de - sus funciones físico-mecánicas, siempre que sean en debida proporción y estudiada - mente dispuestos; agujeros y huecos exigen la desecación a punto, porque el aire - tiene manera de funcionar en el cuerpo de la pieza, y disminuyen no poco el peso - con la ventaja de una mayor facilidad para el transporte y el manejo.

Cuando las piezas hechas son de forma, dimensiones y espesor que exigen auxilio para su unión, en los lados destinados al contacto, se recomienda utilizar diseños que - contemplen ensambles o machimbres como se indica en la figura.

Se comprende que cuanto más grande sea la superficie de la pieza independientemente incluso de su espesor, mayor debe ser la ligazón de los cuerpos rígidos en su interior; esto para evitar que la construcción resulte flexible y no ofrezca garantías de estabilidad.

Los materiales mezclables con el yeso, cuando sea oportuno engrosar el espesor del artículo fabricado, se pueden dividir en dos categorías.

Primera.- Los que aumentan constituyendo con su estructura la pasta de yeso, que hacen más pesado el artículo, que se incorporan en este, de modo que forman un cuerpo casi monolítico.

Segunda.- Los que nada o poco ayudan a la masa pastosa a la resistencia de tracción y compresión, porque son de naturaleza flexible.

Los primeros son todos aquellos granulados de forma irregular, escabrosa, de cuerpo más o menos pequeño, tales como menudos fragmentos de mármol, de arenisca, de piedra yesosa, de ladrillo cocido, de escorias de hierro o carbonífera, de lava con la propiedad de adaptarse a la fuerza adhesiva del yeso y de formar, por tanto, un cuerpo granítico.

Los segundos son representados por elementos leñosos como serrín, cáscara de arroz, fibra desmenuzada etc. los cuales aumentan el volumen y aligeran el producto.

Los materiales de ligazón de esqueleto para las piezas de gran superficie, se dividen a su vez en dos categorías: leñosos y a base de hierro, con la particularidad de aumentar el peso.

Los leñosos como la caña, la fibra larga y los listones de madera, hacen más ligeras las piezas. Las piezas a base de hierro, como la tela metálica, las láminas de

hierro y los alambres, todos los cuales deberán estar recubiertos de una pátina de zinc ó cobre bien barnizados para evitar la oxidación hacen las piezas más pesadas.

4.6.5.- BLOQUES DE YESO:

Se fabrican bloques con yeso puro ó con yeso y arena, en formas diversas, destinadas a la construcción de tabiques y paredes. Generalmente son huecos y se rellenan, los espacios libres, con hormigones o materiales aislantes, tales como arena, piedra pómez, o serrín de corcho. También se construyen bloques ligeros, de yeso esponjando la masa mediante la adición de carbonato de calcio, al yeso en polvo; y sulfato de aluminio al agua de amasado. De este modo, el anhídrido carbónico forma una esponja que hace que la masa sea más ligera.

Otro sistema para obtener blocks ligeros consiste en mezclar el yeso con serrín en la proporción de uno por uno, en volumen. Las dimensiones son muy variables, teniendo siempre a que puedan manejarse fácilmente por los operarios.

Frecuentemente tienen 0.25 x .50 metros con espesores de 0.10 y 0.20 metros. En Inglaterra son de 0.30 x 0.50 metros con espesores de .50 y 0.10 metros, en Alemania acostumbran tener 0.15 x 0.30 m. de espesor. En estados Unidos, las dimensiones de 0.30 x 0.60 x 0.15 m. con un mínimo de resistencia a la compresión de $5\text{Kg}/\text{cm}^2$ en seco.

4.6.6.- BALDOSAS DE YESO :

Pueden fabricarse con yeso sin necesidad de prensa. Para ello no hace falta más que verter el mortero de yeso en moldes de la forma y dimensiones deseadas, cuadradas, rectangulares ó poligonales. Una vez fraguado el yeso endurecido las piezas se ponen a secar.

Dada la poca resistencia que ofrecen al rozamiento es conveniente recubrirlas con uno de los barnices siguientes:

- a).- Aceite de linaza, simplemente.
- b).- Cola cromatada, que se insolubiliza con la luz.
- c).- Dando una capa de amoníaco y otra de cola de caseína.

4.6.7.- PLACAS IMITANDO AL MARMOL :

Mediante el empleo de un buen mortero de yeso de plafond y arenilla de mármol del tipo que queremos imitar, pueden obtenerse placas, de gran utilidad vertiendo la pasta sobre una superficie lisa y pulimentada, de vidrio, cristal, mármol, metal, etc. sobre esta superficie se coloca un cuadro ó bastidor formado por cuadros de igual altura, que deben mantenerse fijos durante el fraguado del mortero, que han de ser móviles, por lo menos dos de ellos, para favorecer la salida de la placa.

El colorado se obtiene por medio de colorantes especiales y las betas se forman por la adición de pastas de diversos colorantes, en la proporción adecuada.

Se vierte el mortero empezando por un rincón y repartiéndolo seguidamente por el interior del marco hasta llenar toda la superficie, a fin de evitar la producción de burbujas de aire. Una vez lleno todo el molde se enraza con una regla a fin de que el espesor sea uniforme, cuando la placa tiene el grueso deseado y antes de que se solidifique se introducen en su masa varillas ó tela metálica para darle mayor resistencia.

Cuando el yeso se ha endurecido se separan los lados del marco para retirar la placa y se pone a secar.

4.6.8.- PLACAS MACHIEMBRADAS :

En la construcción de vallas, paredes de cercas y paredes provisionales, en las ferias, en las exposiciones, etc. se utilizan placas o tablas de yeso en forma tal que puedan acoplarse mediante machiembrados. Sus dimensiones acostumbran ser de 1.50 m. a 2 m. de longitud y 0.20 de anchura.

Su grueso varía de 0.02 a 0.05 m., lleva ranura y lengüeta como las tablas de madera, y se pueden serrar, aplicar, adaptar y clavar sobre los bastidores de madera, - no se agrietan ni se alabean, no se pudren ni son atacados por la carcoma.

Son incombustibles, económicas y más duraderas que las de madera pero son menos resistentes al rose y a la flexión.

4.6.9.- PLACAS PARA CIELO RASO :

Se construyen unas placas o tableros de yeso, de forma rectangular o cuadrada destinada a revestir los techos, sujetándolas a las vigas, para formar cielo raso (faldo plafond). Estas placas o tableros, llevan la lengüeta con los dos cantos de un ángulo y la ranura en las otras dos.

De este modo se reduce el excesivo costo de la mano de obra necesario para formar el cielo raso con encañizado debido al poco rendimiento de trabajo a que da lugar la incómoda posición del operario, con los brazos en alto, así como la cantidad de yeso que se pierde al aplicarlo de abajo a arriba, paleteada tras paleteada.

Son muchos los países por razón de economía que han adoptado la solución de construir los cielos rasos con placas prefabricadas. La dificultad que presenta la perfecta unión de las placas y el posterior agrietamiento en las líneas de unión ha sido resuelto de diversas maneras entre las que destaca el sistema español patentado, que consiste en que la placa durante el proceso de fabricación se arma con una tira de tejido metálico de tres a cinco centímetros de anchura, a lo largo de la periferia, quedando la mitad de la anchura de la tira embutida en la placa y sobresaliendo de la misma la otra mitad en forma de aleta. Al colocar estas placas en el techo

la aleta metálica de una placa queda montada en la aleta metálica contigua formando un entrelazamiento metálico.

El espacio libre se rellena con pasta de la misma composición de las placas, la cual al penetrar a través del tejido metálico, presiona simultáneamente contra los cantos de las placas dando por resultado una resistente ligazón entre estos y obteniéndose un cielo raso monolítico de gran solidéz, siempre que los elementos que los sostengan se mantengan en un mismo plano.

4.6.10.- PANELES DE NIDO DE ABEJAS:

Con el fin de obtener paredes de gran aislamiento térmico y acústico se fabrican en algunas naciones tableros o paneles ligeros, de yeso, con cuerpo central de nido de abeja revestida por ambas caras con placas de yeso macizo.

Cuando el tablero cuyas dimensiones acostumbran a ser de 1 x 1.50 x 0.10 m. ha quedado terminado, fraguado y seco, tiene un peso de 33 a 40 kilos por m².

Se emplean para la construcción de tabiques y paredes sin carga colocando uno al lado de otro y relleno las uniones con mortero de yeso semilíquido.

4.6.11.- BOVEDILLAS :

Las bovedillas huecas de yeso, con refuerzos interiores, se emplean para llenar los intervalos de las vigas de hierro o concreto cuando se colocan a 0.75 cm. o para ponerlas sobre vigas de madera, en el mismo caso se obtienen con moldes metálicos desarmables y almas u hoyos de P.V.C. o fibra de vidrio que sirven para formar los huecos. Su forma es parecida a la cerámica, tal como se puede ver en la fig. .

4.7.- IMPERMEABILIZACION DEL YESO :

Uno de los problemas más interesantes que plantea el yeso es el referente a su impermeabilización a fin de evitar la acción destructora que ejerce el agua, no solo por la disolución lenta que produce, sino, por la rápida pérdida de resistencia que experimenta el material fraguado al absorber dicho líquido por su red capilar. (según Andrews, un 1% de agua produce un descenso del 52% en la resistencia de un yeso compuesto por hemidrato puro). Para evitar esta acción del agua se hace preciso impermeabilizar el yeso fraguado, de tal manera que impida su absorción.

Algunos de los métodos de impermeabilización del yeso que han utilizado con relativo éxito son los siguientes:

- a).- Por impregnación de los objetos acabados con disoluciones.
- b).- Por aplicación superficial.
- c).- Por adición de substancias en el amasado y en proporción variable .
- d).- Por empleo de agentes aereantes.

Corresponden al primer grupo:

- De alumbre, bórax o cloruro de bario.
- De jabones solubles o insolubles (calcicos o amoniacales).
- De silicatos o floursilicatos.
- También se emplean las resinas naturales, resinas sintéticas y materias plásticas de todas clases, aunque el excesivo costo de estos productos hace que sólo se utilicen para objetos pequeños prefabricados.

Corresponden al segundo grupo:

- Aceites de linaza, recino, cáñamo o adormideras.
- Aceite de algodón u oleato de aluminio.
- Cera de abeja, disuelta en aguarrás.
- Parafina o estearina disuelta en petróleo templado.
- Alquitrán, asfalto o betunes.
- Cola de caseína.

Para el tercer grupo tenemos:

- Kaolín, talco o arcilla coloidal.
- Cal-cemento Portland o escorias de altos hornos.
- Tanino, azufre.

- Jabon insoluble, cálcico o amoníco.
- Sulfato potásico o alumínico.
- Estereato de aluminio.
- Cola bricomatada.

Para el cuarto y ultimo grupo:

Teniendo en cuenta los efectos de los agentes aereantes, como se ha explicado y com probado prácticamente para los hormigones, morteros y pastas puras de cemento Por--tland, se comprende podrá rebajarse el agua de amasado de las partes de yeso con el empleo de aquellos, disminuyendo en consecuencia los polos capilares y mejorando no tablemente la resistencia. Ello producirá una disminución considerable de la absor--ción de agua a través de su red capilar, con una mejora de su resistencia (de acuer do con la teoría de H. Andrews), aparte de otras muchas ventajas.

El aireamiento de las pastas puras de yeso podrá conseguirse, con algunos aireantes de la misma forma que los del cemento Portland.

Entre otros efectos producidos por el aireamiento del yeso está el de retrasar el - tiempo de fraguado que puede regularse convenientemente según la cantidad de agente aereante empleado.

Por otra parte, el aireamiento de "yeso negro", poco cuidado y mal tamizado, le da

una gran plasticidad, mejorándose notablemente su calidad, pudiéndose utilizar en muchos otros casos en lugar de "yeso blanco", que es más caro.

Algunos de los procedimientos a seguir para obtener yesos impermeables son los siguientes:

4.7.1.- APRESTO IMPERMEABLE :

Se sumergen los objetos de yeso en un baño formado de aceite secante, que puede ser aceite de linaza (o de nueces), en el que se habrá hecho fundir colofonia, en la proporción de 8 a 10 . No obstante, antes de sumergirlos en este baño es preciso secar y calentar los objetos a una temperatura de 80°C; la inmersión se prolonga justamente hasta que el yeso está por completo impregnado de aceite, hecho que no se produce sino después de unas horas. Lista ya la operación descrita se exponen los objetos a pleno aire, durante unas 10 a 12 horas por lo menos, después es necesario someter los objetos a un segundo baño, que esta vez durará la mitad del tiempo que la primera y finalmente, se deja secar.

4.7.2.- BAÑO DE ESTEARINA :

Cuando se trate de pequeñas piezas de yeso que tienen que ser endurecidas e impermeabilizadas en serie, se las somete a un baño de estearina calentada al vapor, y -

así se obtiene para los objetos un aspecto semejante a la espuma de mar.

La aplicación de la estearina al pincel no da resultado porque no penetra suficiente en el yeso, por esta razón se procede a base de baño.

4.7.3.- ENLUCIDO DE PARAFINA :

Basta para este enlucido aplicar con un pincel, como se hace en los enlucidos corrientes, el yeso limpio, seco y caliente, con parafina fundida. El yeso deberá embeberse mucho en este líquido, hasta que no lo rehace, y luego se deja que se escurre delante del fuego, para que desaparezca de él todo vestigio del material grasoso.

4.7.4.- BARNIZ AL OLEO :

En ciertos talleres de madelaje en yeso barnizan los moldes para que se puedan soportar los lavados, aunque desde luego, estos lavados son hechos siempre con toda precaución. Se operan mediante un enlucido con barniz al óleo, dando con abundancia hasta que el material lo rehace. A veces no se practica con barniz al óleo y se hace con alquitrán caliente, sobre todo en los casos que se quiere economizar y en los que no importe aceptar el tono negruzco de esta materia.

4.7.5.- CAPA ARENOSA :

Un enlucido impermeabilizante para yeso, de gran aceptación es el que se compone con las siguientes sustancias y materiales:

ARENA FINA10 Kg.
ACEITE DE LINAZA 1 Kg.
BLANCO EN POLVO 1 Kg.
MINIO½ Kg.
LITARGIO½ Kg.

En el primer lugar se mezclan todos los polvos con arena y finalmente, se incorpora el aceite calentado. Cuando esté el conjunto bien mezclado se aplica inmediatamente.

4.7.6.- BAÑO RESINOSO :

Si se sometieran las piezas de yeso a un baño de resina fundida, por sumersión, se impregnaría mal la masa porque la temperatura es demasiado elevada en este caso; por lo tanto, se hace necesario emplear una mezcla de resina con 20% en peso de petróleo o de cualquier otro hidrocarburo. En estas condiciones puede operarse entre 90 y 95°C, lo cual permite impregnar bien las piezas. Para terminar el trabajo, pueden calentarse en la estufa, previo secado para quitar el mal olor que deja el petróleo.

Pueden agregarse al baño otros materiales de los que endurecen las mezclas, tales -

como asfalto, las gomas etc.

NOTA: Ver los resultados de pruebas de permeabilidad en el capítulo de experimentos a nivel laboratorio.

4.8.- DIFERENTES APLICACIONES DEL YESO EN LOS ELEMENTOS ARQUITECTONICOS:

4.8.1.- PILASTRAS Y COLUMNAS:

La manera de construir estos artefactos depende del servicio que se le señala, el cual puede ser de soporte (sentido horizontal) ó de sostén (sentido vertical), aislado ó aplicado a otras piezas.

Cuando se debe servir como pilastra o columna no requiere un límite de medida, ya que el grueso viene determinado fácilmente por la longitud, ya que la estética y las normas arquitectónicas y estáticas sirven de guía para el técnico. La longitud y la correspondiente anchura o diámetro pueden requerir uno ó más palos o cuerpos centrales en toda medida determinada, pasando a través del hueco de las piezas cuando el trabajo deba hacerse con diversos bloques.

Estos cuerpos centrales deben ser de madera ó de metal, acero, hierro, revestidos como sigue: para una pieza de 0.10, 0.20, 0.30 metro de espesor, el cuerpo central puede ser único y de grueso proporcionado; si es de metal, se barniza previamente; si es de madera, conviene embeberlo de una capa de silicato. En torno de este cuerpo, para obtener una forma aproximada a la superficie definitiva, se aplica un revestimiento de alambre cincado atado a cañas o fibras lañosos, rígidas.

Además de esto se prepara una moldura capaz de estampar la forma exacta del artefacto

to, y a los lados de la armazón, dos reglas de madera dura y sin nudos, lisas y fijadas de modo que puedan servir de guía a dicha moldeadura.

Terminada esta operación preparatoria, se prueba el funcionamiento de la moldura - destinada a imprimir a la pasta la impronta de trabajo acabado, haciéndola correr - por la armadura para comprobar si esta quedará cubierta de suficiente capa de argamasa de yeso. Terminada esta comprobación y asegurado el perfecto funcionamiento - del mecanismo, se empieza la aplicación de la pasta de yeso, cuidando que tome contacto con el tronco central y que llene todo el espacio que delimita la moldura.

Si se necesita que el trabajo presente exteriormente una forma que limite un determinado tipo de ladrillos, la cual no sea posible de obtener con la moldura antes descrita, se recurre a la formación de los ladrillos con una moldura que tenga al efecto la impostura para la impronta que se ha de dar al trabajo. La construcción entera del artefacto en este caso se hará tal como en una construcción de ladrillos de otra clase, sean de forma cuadrada, rectangular, triangular etc, cimentada con argamasa de yeso en lugar de cal o de cemento.

Cuando el servicio de vigas o travesaños se requiere para hacer funcionar arquitrabes sobre una abertura de puertas o de ventanas, siempre que no supere el espesor de 0.30 metros, puede hacerse con la misma armazón de caña ó de madera. La argamasa de construcción debe ser totalmente de yeso, y no blanda, sino dura, a ser posible regulada con el tiempo justo para ponerla en la obra. Estas arquitrabes de yeso -

son mejores y más seguros que los de madera y no menos que los de cemento.

Cuando la longitud de dichos tipos supere 1.30 mts. o poco más y cuando su espesor no pueda ser adecuado a la garantía estática, se puede recurrir a una construcción un poco cuidada armándola en el cuerpo con madera dura y seca.

Con este método se puede intentar la construcción hasta de 2 metros de arquitrabes en el sentido longitudinal, y más todavía si la armadura interna está compuesta de un material resistente, y si ésta es un poco curvada, se puede dar al trabajo una forma arqueada.

Este sistema permite llegar hasta construcciones en forma de arco perfecto, siempre en correspondencia con la armazón interna y obteniéndose resultados iguales que con otros materiales. El único peligro que ofrece estos trabajos de yeso a diferencia de los otros materiales; ladrillos cocidos, cemento, etc. es la naturaleza del yeso, que requiere sea hidráulico o endurecido artificialmente, impermeable, e inasorbente si se queda expuesto a los agentes atmosféricos.

En su favor cuenta el poder hacerse con más facilidad, prontitud y economía de tiempo, aparte de nitidez en los detalles cuando se deben hacer ornamentaciones, y sobre todo es de destacar su ligereza.

4.9.- YESOS COMPUESTOS O ARTIFICIALES:

Con el deseo de mejorar sus cualidades o evitar en parte sus inconvenientes se han ideado numerosos procedimientos y composiciones que han dado lugar a diversos yesos especiales que vamos a detallar a continuación:

4.9.1.- YESO ARMADO:

Con el objeto de mejorar la débil resistencia que ofrece el yeso a los esfuerzos de tracción, compresión y flexión a que normalmente se ha sometido, es necesario armarlo por distintos procedimientos:

- a).- Con varillas o tejido metálico de cobre, latón, hierro estañado.
- b).- Con placas de metal desplegado.
- c).- Con cañizos o simplemente cañas.
- d).- Con estopa sin tejer, colocada al azar en todas direcciones.
- e).- Con esparto tejido o sin tejer.

4.9.2.- STAFF :

El Staff es un material de origen Francés relativamente moderno, cuya principal aplicación es la decocoración, conociéndose también con el nombre de yeso armado con estopa.

En la composición de staff entra el yeso blanco de la mejor calidad, por lo general

yeso de moldear muy fino, estopa y algunas veces algo de creta fina. Como hemos dicho, la principal aplicación del staff es para elementos decorativos como: molduras, cornisas, pilastras, centros de techos, etc. Estos elementos se forjan en moldes de madera engrasados, para evitar adherencias, en los que se coloca una capa de yeso ligero y, encima de ésta, se coloca una capa de estopa que se extiende con la mano cubriéndola con yeso, la parte vista del elemento del que se trate es la que está en contacto con el molde.

Los elementos fabricados con staff son huecos, ya que el material empleado es únicamente el necesario para conseguir el perfil de la corniza, moldura, etc., de que se trate. Si interesa dar una mayor rigidez al staff, además de la estopa se colocan unos listones de madera unidos con alambre de hierro que dan una mayor rigidez al conjunto. Las piezas de staff se colocan mediante clavos galvanizados y a veces de un alambre de hierro envuelto en una ligadura de cáñamo mojada con yeso.

Las aplicaciones del staff son muy variadas, se han construido cornisas de 0.90 m. de longitud y más de altura; artesanados, revestidos, columnas pilastradas, etc., normalmente las piezas de staff se hacen sobre dibujo, pero en el mercado existen piezas de medida estandar para recubrimiento de vigas y son elementos "U" de 30x30 cm. y 4 mts. de longitud, también las hay para techos.

Una de las principales ventajas del staff consiste en que sus aristas son mucho más finas que las obtenidas por el sistema de corrido en sitio (forjado de la pared) tan

frecuentemente utilizado para la construcción de cornisas, otras de sus ventajas es que se puede pintar indistintamente al esmalte o a la cola.

4.9.3.- PASTA FUERTE:

Para aumentar la resistencia del yeso de moldear, y convertirlo en una pasta fuerte, se añade cola, la llamada "de conejo" gelatina ó bien dextrina, sus aplicaciones - quedan limitadas a aquellos elementos en que por su tamaño o configuración no es necesario el armado de estopa.

4.9.4.- YESO MARMOL:

Se fabrican diversas masas artificiales con cierta semejanza al mármol, empleando - composiciones que tiene por base el yeso endurecido, al que se añade polvo finísimo de mármol del que se quiere imitar y colorantes que le den el veteado adecuado. - Cualquiera de estas fórmulas empleadas en el endurecimiento puede conducir al logro de una imitación más o menos perfecta. También se da el nombre impropio de yeso mármol al estuco que se forma con la cal apagada, arena fina y mármol natural pulverizado.

4.9.5.- DUMARMOL :

Es un producto a base de yeso, patentado en algunos países y fabricado en España.

Sus características de impermeabilidad y aislamiento térmico, blancura y dureza, la hacen apto para la decoración imitando toda clase de mármoles y fantasías. El amasado y modo de trabajarlo es semejante al empleado con el yeso escayola.

Sus principales aplicaciones son el revestimiento de muros y tabiques, la fabricación de objetos artísticos diversos, como jarrones, figuras decorativas y la fabricación de mosaicos por medio de la prensa hidráulica.

El fraguado tiene lugar en dos o tres horas, pero los objetos fabricados con Dumármol, no pueden delimitarse, hasta pasadas por lo menos 72 horas.

Para pulimentarlas se empieza con lija fina, luego se utiliza la piedra del esmeril fina y por último esmeril del más fino. Al cabo de 8 ó 10 días de pulimentada la superficie se moja con una solución de sal de acederas y se frota con una muñeca unos polvos de poteas de estaño hasta conseguir un brillo casi cristalino que se conserva casi indefinidamente.

4.9.6.- YESO IMPERMEABLE:

Se obtiene amasando el yeso con una cantidad suficiente de agua, con la siguiente composición:

Yeso fino.....50 unidades en peso.

Cal hidráulica.....10 unidades en peso.
Cemento portland.....10 unidades en peso
Agua aproximada.....30 unidades en peso.

Total....100 unidades de peso..

Después del fraguado, que es muy lento, resulta una masa compacta dura e impermeable que puede exponerse al aire libre.

4.9.7.- YESO BORATADO:

Se empapa el yeso con una solución de 90 gramos de Bórax por cada litro de agua, se seca, se vuelve a secar y se reduce a polvo fino. El amasado para su utilización se hace con la misma disolución de Borato Sódico al 90% con agua o con una disolución de sal de Seingnette al 10%.

Una vez endurecida la masa puede cortarse y pulirse como la piedra blanda obteniendo objetos fuertes y transparentes. Algunas veces se amasa con una solución de ácidos tartáricos al 10% en cuyo caso recibe el nombre de yeso de París.

4.9.8.- YESO ESTUCO:

El estuco clásico de yeso se compone de:

Yeso cocido.....80 kilos.
Mármol pulverizado.....20 kilos.
Sulfato de Potasio.....20 kilos.

Total...120 kilos.

Todo ello amasado con una solución acuosa de cola animal al 5%.

4.9.9.- CEMENTO DE YESO WYLDE:

Para la fabricación de este cemento se hace conocer la piedra de yeso en trazos hasta transformarla en yeso de estuco, luego se baña este último con una solución de 200 gramos de silicato de potasio y 50 gramos de carbonato de potasio por litro de agua.

El peso específico de esta solución es aproximadamente de 1.20 . Después se hace secar y se pone a cocer por segunda vez a una temperatura de 150-250 grados.

Para retraer el fraguado del cemento se puede añadir a la solución silicato de potasio.

4.9.10.- YESO SULFATADO:

Pueden emplearse los sulfatos de cobre, zinc, hierro y potasio, pero los que dan me-

jores resultados son los de zinc y potasio. El zinc se disuelve en el agua hasta lograr una concentración de ocho a diez grados Baume y luego se amasa el yeso con esta solución.

Es conveniente añadir un poco de cola de pescado o de goma arábida, pues aunque tarda más en fraguar, aumenta su resistencia.

Este yeso tiene la propiedad de no atacar al hierro, por recubrirle una tenue capa de zinc. El sulfato de potasa disuelto en agua hasta saturación en frío, nos da un líquido empleado en la proporción de 35 partes de solución por cien de yeso, obtendremos una pasta dura, resistente e insoluble, más sedosa y transparente. A veces aparece una eflorescencia salina.

4.9.11.- HIDROGIPS :

Existe un procedimiento, patentado en algunos países para efectuar la cocción del yeso sin necesidad de gastar combustible. Para ello se utiliza la piedra de yeso y se mezcla con la cal viva, también pulverizada. La deshidratación del yeso se produce por calor desarrollado al apagarse la cal, a expensas del agua que el mismo se evapora. El producto resultante se compone de hidróxido cálcico y sulfato cálcico hemihidratado, mismo que tiene numerosas aplicaciones.

4.9.12.- YESOLIT:

Un procedimiento, empleado en Estados Unidos, para obtener yesos especiales en los que se mantienen constantes las propiedades fluctuantes de gran interés, por ejemplo en odontología y con resistencia de 70 a 180 kilos por centímetro cuadrado, consiste en insertar en la caldera, durante la colación del yeso, cloruro cálcico en la proporción de dos por mil.

4.9.13. - YESO ALUMBREADO:

Si mezclamos yeso fino de buena calidad con alumbre y lo amasamos con agua, obtendremos una sustancia plástica que una vez endurecida se asemeja al mármol, es susceptible de pulimiento y resiste bien a la intemperie.

De los varios procedimientos empleados para el alumbreado del yeso, solo citaremos los siguientes:

- a).- Se calienta la piedra de yeso y se introduce en grandes cajas que contienen una solución de alumbre al 10%. Después de algunos minutos de inmersión se retira, se escurre, se deja secar y se cuece al rojo, luego se pulveriza, se tamiza y se utiliza o envasa.
- b).- Se pulveriza el yeso lo más finamente que sea posible, se le añade alumbre de potasa en polvo en la porción de 8% y se mezclan ambos productos intimamente.

- Esta mezcla se deposita en bandejas planas que se colocan en hornos y se calientan. A medida que se va desprendiendo el agua de cristalización del alumbre va quedando éste, fundido en aquella y también se combina con el yeso hasta que toda la masa de la mezcla parece fundida. Esta masa después seca, se pulveriza fácilmente y es un yeso que tarda en fraguar cerca de una hora.
- c).- Se amasa el yeso con una solución de 15 partes de alumbre y 16 de amoníaco por cada 100 de yeso. Este procedimiento es muy sencillo, pero de un producto de fraguado más lento y de menor dureza que los dos mencionados anteriormente.

4.9.14.- YESO KEENE:

Es un yeso alumbreado en cuya fabricación se ha introducido una importante mejora, la cual consiste en cocer el yeso hasta convertirlo en hemihidrato, y al sacarlo del horno, aún caliente, sumergirlo durante 6 u 8 horas en un baño de agua saturada de alumbre, después de cuyas operaciones se extiende al aire para que seque y finalmente se vuelva a cocer hasta que toda la masa se ha puesto al rojo oscuro, luego se deja enfriar, se muele y se tamiza.

4.9.15.- CEMENTO SCOT O SCHOTT:

Se designa con este nombre a la mezcla de cal finamente molida, con yeso de estuco reducido a polvo en la siguiente proporción:

Cal viva pulverizada.....38 kilos

Yeso de estuco.....70 kilos

Total.....100 kilos.

El cemento Schott constituye un producto hidráulico y como tal adquiere mayor dureza en contacto con el agua.

4.9.16.- EL PLASTERBOARD :

También llamado tablero de yeso, muy usado en diversos países, se compone de una almata de mortero de yeso encerrado y fuertemente adherida a dos hojas de papel grueso.

El núcleo del yeso puede ser macizo o celular, y puede contener pequeñas porciones de serrín, fibras u otro material de relleno. Se fabrica por un procedimiento de cinta mecánica, en la cual una mezcla de yeso y agua se vierte sin interrupción sobre una faja continua de papel, asentada sobre correa móvil. La pasta pasa por debajo de un aparato que se extiende, y otra cinta continua de papel se va poniendo encima de la superficie a la vez que los bordes se van cerrando. Esta faja continua de tablero ó papel, así fabricada, pasa por un sistema de transmisión, durante un período de tiempo tal, que el yeso haya fraguado antes de llegar al final. Aquí se corta en piezas por medio de una cuchilla, y luego pasa al secador de aire.

Su publicación principal es sustituir a los cielos rasos de cañizo y para revestimiento de paredes. Se coloca clavando a soportes, vigas ó bastidores de madera. Las puntas de los tableros se cubren con cinta de papel y tejido, de cinco centímetros de anchura, o rellenando los huecos con yeso especial.

También se emplean los llamados yesos viruta, yeso aserrín, yeso paja, etc.

4.10.- ACABADOS DIVERSOS SOBRE YESO:

Las obras ejecutadas y los objetos fabricados con yeso pueden terminarse dándoles aspectos, más ó menos decorativos y efectistas, mediante coloreado, pintado, patinado, pulimentado, dorado, etc.

4.10.1.- PROCEDIMIENTOS PARA COLOREAR EL YESO:

Una de las materias que más se presentan para admitir el colorido es el yeso, pues así como los enlucidos de cal atacan a la mayoría de las materias colorantes, el yeso las respeta.

Tres son los procedimientos principales que se emplean:

- 1o).- Pintado de las superficies con cualquiera de las múltiples pinturas conocidas.
- 2o).- Mezclando materiales colorantes de las que sirven para endurecer o impermeabi-

lizar el yeso por impregnación, por ejemplo: sulfato de hierro o cromato de plomo - (para el amarillo), sulfato de cobre o el ferrocianuro potásico (para el azul claro) nuez de agallas (para el gris), aplicando sobre el yeso, previamente amasado con sulfato de hierro. El negro se logra con polvo de carbón o negro de humo.

3o).- Mezclado en el amasado colorantes, reducidos a polvos finísimos como el ocre, la tierra de siena y otros.

4.10.2.- BLOQUEO A LA CAL:

Se practica con la cal grasa apagada y desleída con la cantidad suficiente de agua - para que forme la lechada de cal mediante brochas, se extiende en capas muy delgadas sobre paredes y techos, es desde luego, el enjabelgado más económico y más higiénico de todos los que se usan. Al prepararla conviene que la cal haya reposado algún tiempo después de apagada.

Cuando se quiere que tenga algún color se le añaden colores especiales, llamados cal porque resisten la causticidad de esta sin alterarse, los cuales están constituidos generalmente por óxido metálicos, tierras, negro de hueso o de carbón, azul de ultramar, etc. La proporción máxima en que se usan es de 10x100.

Si se han de pintar paredes caldeadas por el sol, conviene humedecerlas, pues la cal debe secarse lentamente para favorecer la carbonatación y consiguiente endurecimiento.

La escasa adherencia de esta clase de pinturas las hace poco recomendables para habitaciones interiores, debido de que al rosarlas ensucia la ropa y demás. En cambio son de gran aplicación para paredes exteriores, pero conviene añadir una cierta cantidad de sodio ó cloruro de bario, a fin de aumentar la adherencia del tinte y su resistencia a la intemperie.

La cal disuelta en leche, o en cola de caseína muy diluída, ofrece mayores ventajas que la lechada corriente, aunque, como es lógico resulta más cara.

4.10.3.- PINTURAS AL FRESCO:

Se llaman pinturas al fresco las que se ejecutan con colores diluídos en agua con una pequeña cantidad de cal en disolución (lechada de cal), y se aplican sobre los enlucidos, sobre muros de yeso, ó mejor aún sobre el estuco fresco de cal y de polvo de mármol.

Aplicada la pintura sobre el fresco, con gran esmero y haciendo las figuras o adornos cuidadosamente con los diversos colores previamente preparados, se logran efectos decorativos de gran valor.

La pintura se introduce de este modo en el estuco y fragua formando cuerpo con el mortero de la pared, con lo que quedan los colores indelebles vivos y brillantes.

4.10.4.- PINTURAS AL TEMPLE O A LA COLA:

Son por naturaleza aplicables únicamente a interiores y de un modo concreto, sobre revoques de yeso en techos y paredes húmedas, madera ni hierros. Se componen fundamentalmente de una cola disuelta en agua, amasada con yeso, blanco de España, carbnato de calcio (creta), las colas pueden ser de tres clases:

a).- Fécula de patatas, ó de manioc.

b).- Cola de arroz.

VEGETALES c).- Engrudo de almidón.

d).- Cola de endospermo de semilla de algarroba.

e).- Dextrina.

a).- Cola de hueso ó de carnaza.

b).- Cola de pieles de conejo.

ANIMALES c).- Caseína de leche.

d).- Albúmina de huevo.

e).- Albúmina de sangre.

a).- Silicato sódico.

MINERALES b).- Silicato potásico.

Al añadir el color se ha de tener que al secarse la pintura baja considerablemente_

de tono. La cantidad de cola necesaria se conoce la disolución empieza a formar hebra.

Un exceso de cola dá lugar a que la pintura, una vez se agriete y desconche, y la falta de cola hace que se caiga en forma de polvo. Para más seguridad, lo mejor es pintar sobre un papel grueso y una vez seco apreciar su comportamiento. Las superficies que hayan de pintarse a la cola, deben estar perfectamente lisas y limpias. Si se trata de paredes que anteriormente fueron pintadas a la cola, deben rascarse hasta que desaparezca la pintura anterior.

Una vez limpias y lisas se preparan las superficies dando una mano ó capa delgada de cola, ligeramente teñida del tono que se ha de tener la pared en definitiva. La segunda mano debe darse con la cola y yeso, ó blanco de España, luego la tercera como capa final.

Se emplean brochas y pinceles para los trazos delgados. El acabado puede completarse uniéndola con un unidor, o bien picándola con ayuda de un cepillo suave cuando la pintura está todavía húmeda.

Actualmente se usan las pinturas a la cola, en virtud de una economía mal entendida dada su poca duración, comparada con las de las pinturas de aceite. De todos modos, puede emplearse muy bien para interiores, pues cuando se aplica a la intemperie resiste mal el sol y la humedad, y la lluvia la arrastra y destruye totalmente. Para

podría usar al aire libre se le añade una pequeña cantidad de aceite de linaza y la proporción necesaria de secante, por el resultado es muy dudoso.

Variando la clase y naturaleza de la cola, así como los demás componentes, pueden hacerse infinidad de fórmulas, con particularidades especiales para cada una de ellas.

En todos los casos conviene que las materias empleadas sean de buena calidad, y que la preparación de la pintura tanto como su aplicación sea ejecutada con esmero.

4.10.5.- PINTURA DE CASEINA:

Es el mejor material para formar estucos, inalterables y económicos, completamente impermeables; aplicada, en diversos colores, como pintura protectora o decorativa; es de una gran utilidad tanto en paredes de yeso como para maderas y metales.

Tiene además la ventaja de ser muy resistente, a la vez que ofrece relativa elasticidad, por lo que se utiliza en multitud de aplicaciones. Tuvo origen antiguamente en las lechadas de cal con leche, las cuales al secarse después aplicadas, se transformaban en caseinato de cal, que es insoluble y de ahí su gran fama. Más tarde se prepararon pinturas a base de leche cuajada con sal (pintura al queso), y actualmente se preparan frecuentemente con cemento y caseína adicionadas, y de otros elementos destinados a comunicarles propiedades muy apreciables.

4.10.6.- PINTURAS DE ACEÍTE:

Estas pinturas, como su nombre lo indica, se preparan a base de aceite de linaza, - con un colorante y un diluyente, las cuales se aplican sobre yeso igualmente que so bre madera o metales. En su composición más sencilla puede prepararse una pintura - de aceite con la siguiente fórmula:

Aceite de linaza.....	150 gramos.
Minio u óxido de zinc.....	800 gramos.
Aguarrás.....	50 gramos.

Total....1 000 gramos.

El progreso continuo y triunfal de las pinturas de aceite se debe fundamentalmente a la inapreciable cualidad del aceite de linaza, de secarse y endurecerse por la - acción del aire, formando una película protectora de excelentes propiedades.

Una pintura de aceite de excelente calidad puede obtenerse con la composición si- guiente:

Oxido de zinc, ó bióxido de titanio.....	800 gramos.
Aceite de linaza cocido.....	50 gramos.
Aceite de madera cocido.....	50 gramos.

Benzol, xilol ó tuluol.....60 gramos.
Secante (recinato de cobalto).....20 gramos.
Plastificante, sepalina.....20 gramos.

Total.....1 000 gramos.

La pintura de aceite es la más difundida y apreciada, por las numerosas ventajas que ofrece. Los colores no se alteran al secarse, sino que se mantienen permanentes, pueden ser opacos, transparentes y pastosos.

Sirven tanto para interiores como para exteriores aplicándose sobre yeso, madera y metales, pero tiene el inconveniente de ser atacada por los ácidos, los álcalis y los gases corrosivos. En cambio, resiste al frote y al lavado.

La pintura de aceite debe aplicarse en frío sobre fondos secos, limpios y exentos de álcalis. Cuando la superficie es nueva ó húmeda, conviene calentar la pintura previamente.

Las brochas, paletines y pinceles empleados para la aplicación de las pinturas al aceite son de tipo normal para esta clase de trabajos.

4.10.7.- BARNICES PARA YESO:

Son numerosos los barnices con que pueden recubrirse las superficies de paredes y techos, los adornos decorativos y las figuras de yeso.

El más sencillo consiste en una solución saturada de borato sódico en agua caliente (doce mil aproximadamente) que debe aplicarse en agua caliente. Otro se compone de silicato potásico diluído.

El barníz de colofonia cristal disuelto en petróleo, al 20%, en caliente (a 90° C) está muy indicado para inmersión de los objetos y figuras de yeso calentándolo previamente.

También puede emplearse toda clase de barnices corrientes, ó sea las disoluciones de aceites secantes resinas ó gomoresinas que extendidas en capa delgada sobre los objetos que se quieren barnizar, se secan y endurecen al contacto con el aire, formando una película sólida, elástica, impermeable y brillante, que mejora su aspecto y alarga la conservación de los mismos.

Los barnices de buena calidad deben poder extenderse formando capas brillantes transparentes que se conserven mucho tiempo sin alterarse. En ciertos casos no modifica el color del cuerpo barnizado, pero en otros le da coloración.

El tiempo de secado varía con su composición y con la temperatura del ambiente. Cuan

do el disolvente es volátil, endurece al secarse por evaporación y cuando el disolvente es en aceite secante, el endurecimiento es por oxidación. Para obtener barnices incoloros ó pálidos hay que emplear materias primas pálidas.

Las gomas duras son las que proporcionan barnices más brillantes. Atendiendo a la naturaleza del disolvente, se clasifican en cinco grupos especiales:

Barnices del éter.

Barnices del alcohol.

Barnices de esencia de trementina, benzol, xilol, toluol.

Barnices de aceites ó barnices grasosos.

Barnices especiales (de resinas sintéticas, celulósicos y de caucho clorado).

Variando los disolventes y las gomas ó resinas, se obtienen una infinidad de fórmulas de diferentes barnices, que se aplican a usos distintos según las particularidades que los caracterizan.

Antes de aplicar estos barnices sobre el yeso debe impermeabilizarse éste con una capa de cola ó goma.

4.10.8.- PINTURAS AL ESMALTE:

En pintura la palabra esmaltada significa brillante, formada por una mezcla de especie de pintura de aceite y un barníz que las hace más agradables a la vista.

Con el empleo de resinas sintéticas y disolventes especiales, se obtienen excelentes esmaltes que pueden dejarse con brillo natural pulimentarlos ó convertirlos en esmaltes de gran dureza y duración. Algo semejante sucede con los esmaltes celulósicos.

Todos los esmaltes baratos y poco resistentes, y los caros e inatacables se usan para toda clase de aplicación sobre estucos ó yeso, madera y metales preparados convenientemente de antemano.

Los esmaltes se encuentran en el comercio con numerosos y bonitos colores de variación de tonos para todos los gustos. Se adhieren fuertemente y endurecen en tiempo variable, según su composición (de uno a tres días generalmente).

Son solubles en el agua, de fácil aplicación, inodoras, inflamables y no tienen nada de tóxicas. De gran poder cubriente, secado rápido, gran dureza y no se agrietan.

Una vez secas estas pinturas son variables y resistentes a las grasas, ácidos y alcalis, por lo que se emplean más cada día.

4.10.9.- PATINADO:

Cuando se quiere dar a los relieves o esculturas de yeso patina que dan los años a los objetos antiguos, es preciso, previamente que por alguno de los procedimientos indicados se haya conseguido que no absorban la pintura. Una vez que se ha logrado que su coeficiente deje de tener la porosidad propia del yeso, se embadurnan con al gún color muy líquido a base de ocre con un poco de tierra sombra, o una pizca de negro, y, en seguida se refriegan suavemente con un trapo limpio que quite esta capa clara de las partes salientes, dejándola en los fondos que darán luego la impresión de estar llenos de polvo. Ya se comprenderá que según sea la preparación y el aspecto y duración que quiera darse a esta capa de patina, podrá darse a la cal, al temple, al óleo, al barníz.

4.10.10.- BRILLO:

Cuando se trata de grandes extensiones, pintadas a la cola ó al temple se abrillantan con aceite de recino de primera presión.

Otro sistema menos intenso, pero más blanco consiste en espolvorear las superficies del yeso, antes de que se haya fraguado del todo como polvo muy fino de talco y una vez seco se vuelve a dar otra capa de talco y se frota con un paño.

Las figuras de yeso pueden adquirir un brillo característico introduciéndolas ya se cas en un baño de ácido esteárico fundido, o parafina, luego se retoga y por último se frota con un papel de seda. También se puede dar brillo mediante los barnices an

tes sitados.

4.10.11.- PULIMENTO:

Las piezas u objetos de yeso, destinados a fines decorativos, se acaban con un trabajo perfecto mediante pulimento.

El pulimento se consigue frotando las superficies sucesivamente con sustancias adecuadas para eliminar por fricción las asperezas hasta hacerlas lisas y brillantes.

La pulimentación mecánica, se realiza mediante máquinas pulidoras compuestas esencialmente de un soporte fijo, un brazo giratorio alrededor del soporte, cuya longitud es variable a voluntad y un disco de fundición que gira y frota las superficies entre las que se interpone agua y arena. Para completar el bruñido se sustituye el disco de fundición por otro de madera revestido de fieltro, con limaduras finísimas de material adecuado según el caso.

4.10.12.- DORADO, PLATEADO Y BRONCEADO:

Las paredes, techos, adornos y figuras de yeso en sus distintas composiciones de pastas fuertes con cola se presentan al dorado, plateado y bronceado, bien sea con púrpuras metálicas de colores.

Los marcos de madera se recubren con yeso cuando se han de dorar bien sea al agua, o a la lisa, que no permite pulimiento.

4.11.- APARIENCIAS QUE PUEDEN DARSE AL YESO:

Entre las diferentes apariencias que pueden darse al yeso, mencionaremos algunas, - así como la descripción de los procedimientos para llegar a estas.

4.11.1.- PLATEADO:

Se funden pesos iguales de bismuto y de estaño y después se adjunta un mismo peso de mercurio, el cual se incorpora a la mezcla poco a poco y sin dejar de remover el contenido. Para la prueba en uso se agrega blanco de huevo, y puede extenderse el producto sobre los objetos moldeados. Ya cubiertos así, se aplica encima una capa de aceite con un poco de esencia, y cuando está tersa se frota ligeramente con un pincel duro y bien cargado de polvo de aluminio.

4.11.2.- MARMOL:

Se producen cristalizaciones salinas superficiales dando el aspecto de mármol blanco, sumergiendo durante unas veinte horas el yeso en una solución hirviendo de alumbre de potasa al 20%. Se deja ccurrir y enfriar, y cuando ya esté en estas condiciones precisas se aplican con una esponja algunas capas de la solución alúmina, -

hasta formación de un enlucido cristalino sobre toda la superficie. Se deja secar y finalmente se le da un pulido mediante un paño embebido en agua pura.

4.11.3.- TIERRA COCIDA:

Se pulverizan muy finamente los siguientes materiales:

- a) Ocre rojo.....40 gramos.
- b) Ocre amarillo.....40 gramos.
- c) Negro amarillo.....10 gramos.

Estos polvos, bien mezclados y diluídos en un poco de leche, se aplican con pincel en varias capas, sobre los objetos de yeso a los que se quiera dar la apariencia de tierra cocida.

Como existen varios procedimientos para obtener esta imitación, daremos cuenta de algunos de ellos que juzgamos interesantes para el yesero.

Uno de ellos consiste en revocar el yeso de una capa de aceite cocido, y, después de una capa de esencia. Cuando aún no está seco del todo se pasa ligeramente una capa de la mezcla siguiente, finamente pulverizada:

- a) Blanco creta.....200 gramos.

- b) Ocre rojo.....200 gramos
- c) Ocre amarillo.....400 gramos.

Se procura que ni el roce ni el polvo perjudiquen a los objetos y así se dejan hasta que estén perfectamente secos.

Otros procedimientos: En primer lugar, se dejan bien pulidos los resultados de los bordes del moldeado, empleando para ello papel de vidrio muy fino. Lista de piezas para darle la apariencia de tierra cocida, se le recubre con las siguientes sustancias:

Se trituran 30 gramos de ocre amarillo, 40 gramos de rojo ladrillo y 20 gramos de negro humo. Aparte se preparan 60 gramos de blanco de zinc con un poco de leche; luego se diluyen todos los colores en una cantidad de 150 a 200 gramos de leche, se deja reposar unos instantes y se decanta el color flotante, siendo éste el que se aplica sobre el yeso con un pincel de los llamados de cola de pescado. Se deja secar durante todo un día y después se le da una segunda capa.

4.11.4.- MARFIL:

Se disuelven en baño maría, en esencia de trementina, pequeños trozos de cera blanca, hasta que la consistencia de la concentración sea semejante a la de un jarabe poco espeso. Este enlucido se aplica sobre el yeso en tres capas sucesivas, empleán

de color caliente y con un pincel fino. La aplicación se hará en forma muy regular, y poniendo cuidado de que antes de dar una nueva capa se haya evaporado la esencia del enlucido anterior.

Para darle el pulido brillante que tiene el marfíl se acaba frotando perfectamente al objeto seco con un tapón de boata con talco y después con una franela o gamuza.

Como el resultado de esta operación es de una apariencia de marfíl blanco, hay que advertir que, si se desea amarillento, como imitación de piezas antiguas, es necesario modificar un poco el procedimiento en esta forma:

Se marcan en el yeso algunas estrias con la ayuda de una aguja; se agrega a la solución de cera una cantidad suficiente de cera amarilla para darle al total el tono que se desee. Cuando las tres capas del enlucido han sido aplicadas y seco el objeto, se hace el mortero una mezcla íntima de aceite de linaza y de ocre amarillo que se aplica con la espátula en los surcos de las estrias hechas, desde luego, es muy conveniente poseer una pieza auténtica como modelo para ajustar los trozos y el colorido en la imitación.

4.11.5.- BRONCEADO:

Por medio de sosa cáustica se convierte el aceite de linaza puro en jabón, se incorpora una fuerte solución de sal marina y se mantiene de cocción hasta obtener un lí

quido denso del que puede extraerse el jabón que flota en la superficie. Este jabón se escurre sobre un cuadro y se desembaraza todo lo posible de lejía. Se disuelve el jabón en agua destilada y se pasa la disolución a través de un lienzo.

Por otro lado se habrá hecho disolver en agua destilada 80 partes de sulfato de cobre y 20 de sulfato de hierro; se filtra y se incorpora al agua jabonosa hasta su completa descomposición. Cuando ya está hecha la mezcla, se deja hervir; de esta manera nos encontramos con que el jabón se halla afectado por un exceso de sulfato, - siendo necesario llevar la mezcla a ebullición, a elevada temperatura, y someterla de pronto al agua fría. Se vierte en un lienzo y se deja secar.

Mientras se esté trabajando en esta mezcla de sulfato y agua jabonosa, se cuece -- aparte un kilogramo de aceite de linaza con 250 gramos de litargirio en polvo y se pasa por un lienzo dejándolo después reposar en la estufa.

Cuando ya se ha conseguido que las dos mezclas bóricas estén listas, se compone el preparado definitivo, que es el siguiente:

- a) Jabón con sulfato de cobre y de hierro..... 320 gramos.
- b) Aceite de linaza litargiriado.....600 gramos.
- c) Cera blanca pura.....200 gramos.

Esta mezcla se funde hasta que se forma un conjunto espeso.

El yeso que va a broncearse se calienta hasta 80 ó 90°C en una estufa; cuando ya tenemos estas, se deja secar y se aplica encima del mismo, la mezcla fundida. Así que el yeso se ha enfriado y ya no admite más cantidad de la composición, se vuelve a meter en la estufa y se calienta nuevamente a 80 ó 90°C para aplicarse encima, nuevamente, más composición, hasta que el yeso absorba de ella tanta cantidad como pueda. Finalmente se acondiciona el yeso en la estufa para que absorba el resto y no quede nada de la mezcla en la superficie. El enlucido así aplicado penetra de tal manera en el cuerpo del yeso, que proporciona un resultado magnífico.

Cuando la pieza ha adquirido el tono deseado y ha embebido la cantidad de jabón necesaria, se frota ligeramente la superficie con una muñeca de algodón, para darle brillo.

4.11.6.- MADERA:

Con un martillo se rompe y machaca la cola fuerte, que se pone a fundir en baño maría con nogalina, o sea el producto del que se sirven los ebanistas para arreglar la madera blanca. Se pone poca cantidad de cola, para que no salga un líquido demasiado recargado de esta sustancia. Cuando ya se ha obtenido el preparado se aplica en varias placas con la ayuda de un pincel.

4.11.7.- HIERRO COLADO:

Basta con aplicar con brocha suave, en la superficie de yeso una capa de polvo negro de hierro del comercio; con ello se obtiene para las piezas un tono de hierro - colado, o de apariencia plomiza, que tiene todo el aspecto del natural. El polvo de este color no es otro que el antimonio metálico tratado por precipitación de una solución de sal de antimonio por láminas de zinc, recogiendo y limpiando el poro así formado.

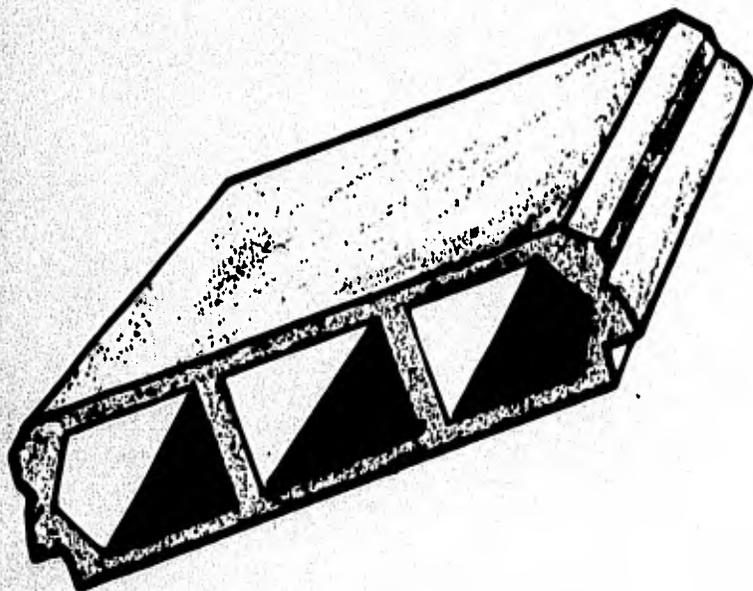
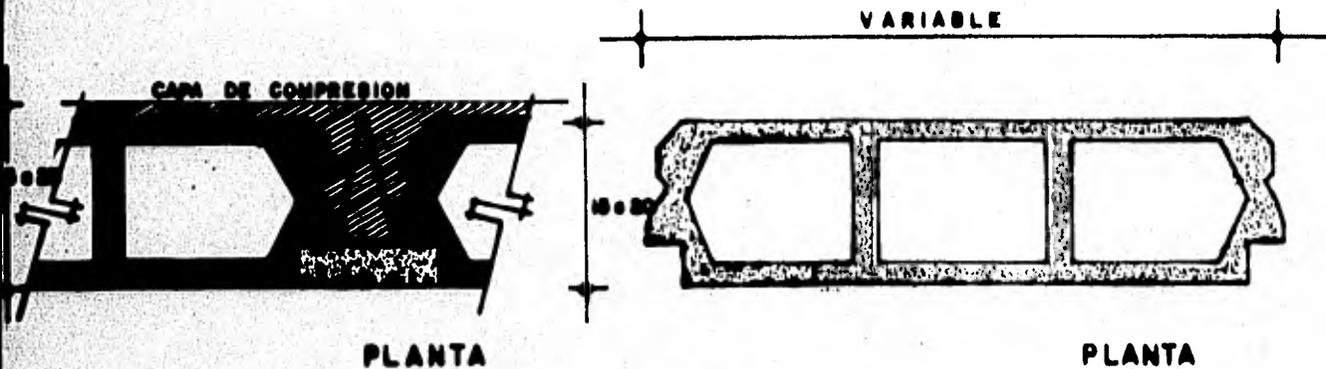
4.11.8.- HIERRO VIEJO:

Para comenzar este trabajo de imitación se empieza aplicando en primer lugar, el encaústico siguiente sobre la pieza de yeso a la que quiere darse la apariencia de un objeto artístico construído con hierro viejo.

Se disuelve en frío una porción de goma de laca en escamas de 300 gramos de alcohol, aproximadamente, se deja macerar la goma laca durante algunas horas en una botella; naturalmente, cuando mayor sea la cantidad que se emplea, más compacto y consistente resultará el barníz. Cuando éste se haya disuelto se agitará fuertemente.

Aplicando sobre la pieza este encaústico, se pone también una capa de mixtión, al que se habrá mezclado un poco de blanco de zinc molido al aceite y un poco de negro, al objeto se debe obtener un tono gris plateado. Al día siguiente se mezclan partes iguales de bronce blanco con plombagina en polvo.

Con la ayuda de un pincel o pluma se aplica este polvo sobre el objeto y se frota enseguida con un tapón hecho con terciopelo.

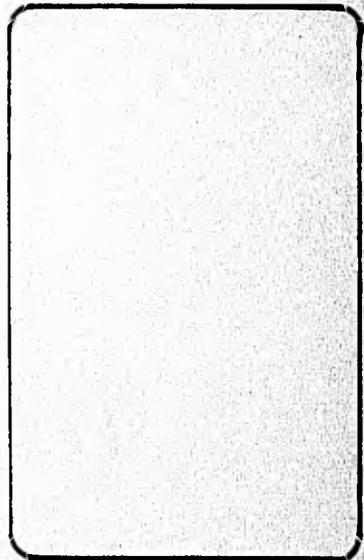
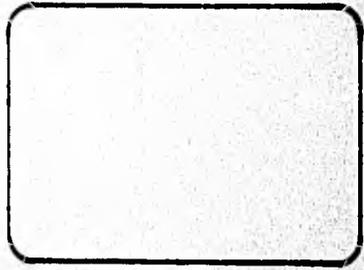
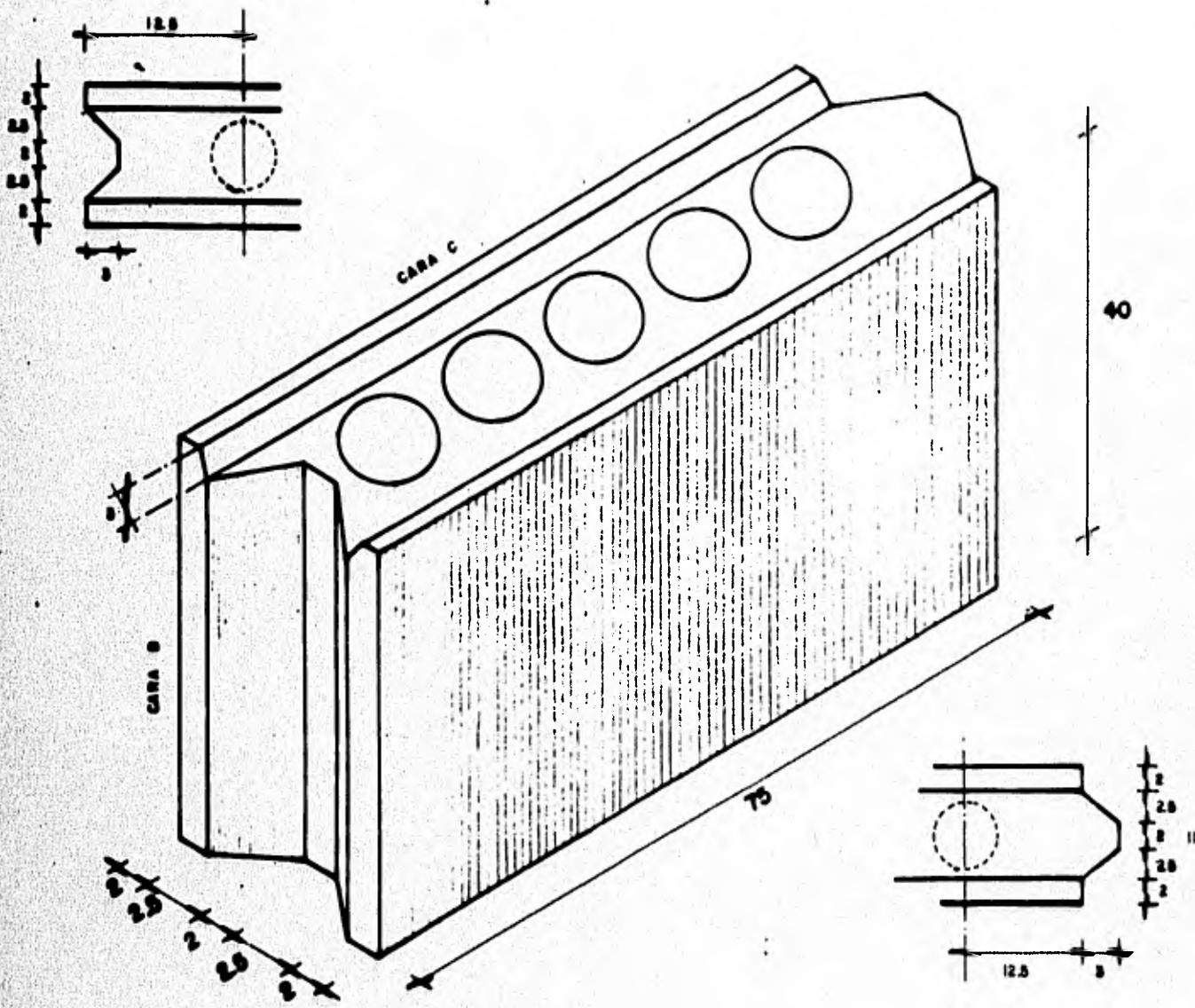


NOTAS:

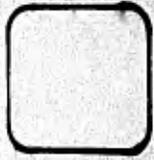
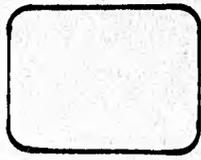
LAS DIMENSIONES DEL CLARO DE LA BOVEDILLA DEPENDERAN DE LA MODULACION UTILIZADA EN EL DISEÑO DE LA VIVIENDA.

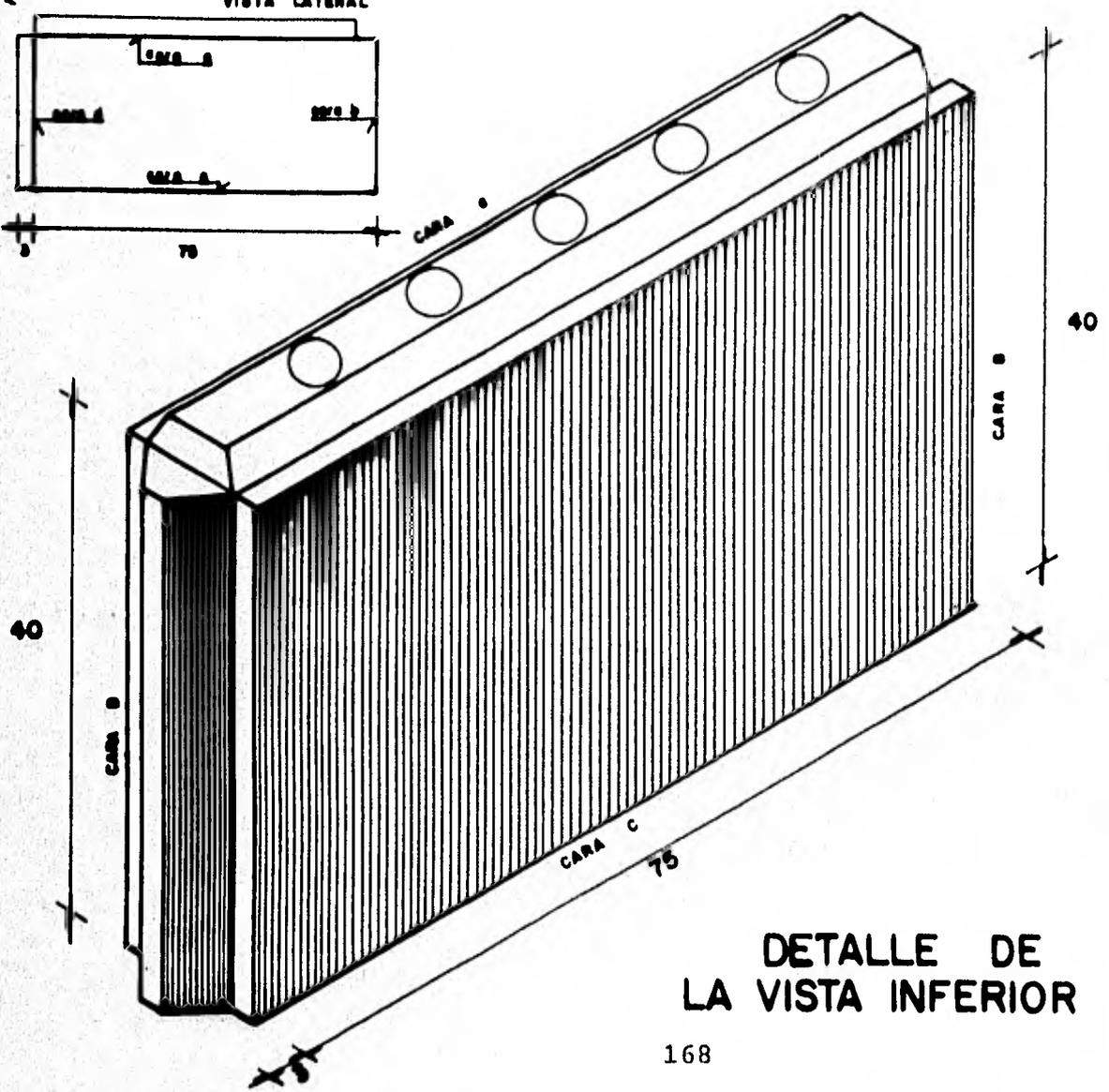
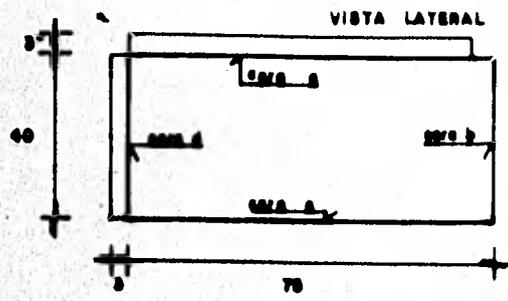
ESPECIFICACION:

semivigueta y
bovedilla

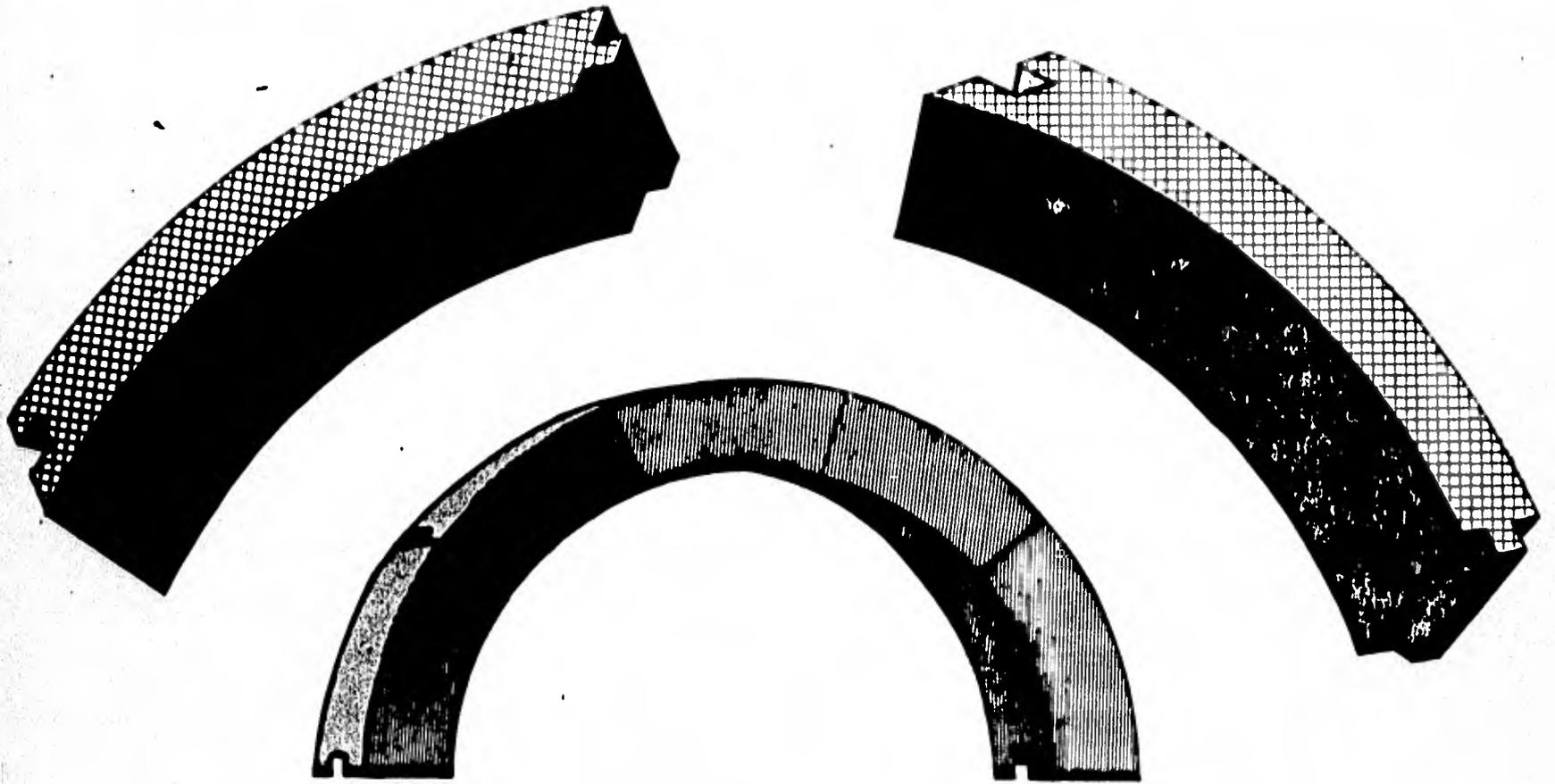


DETALLE DE LA VISTA SUPERIOR

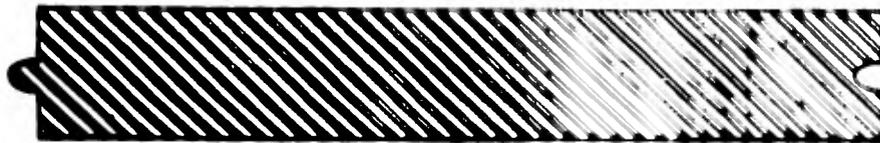


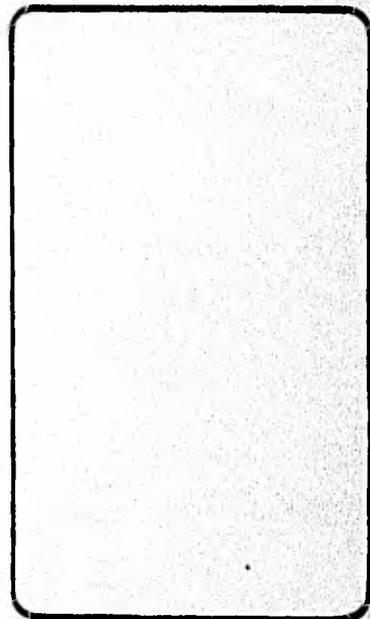
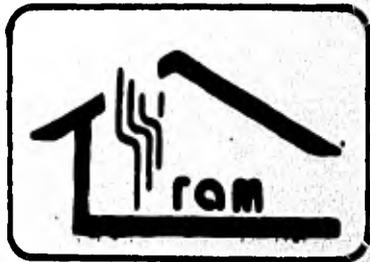
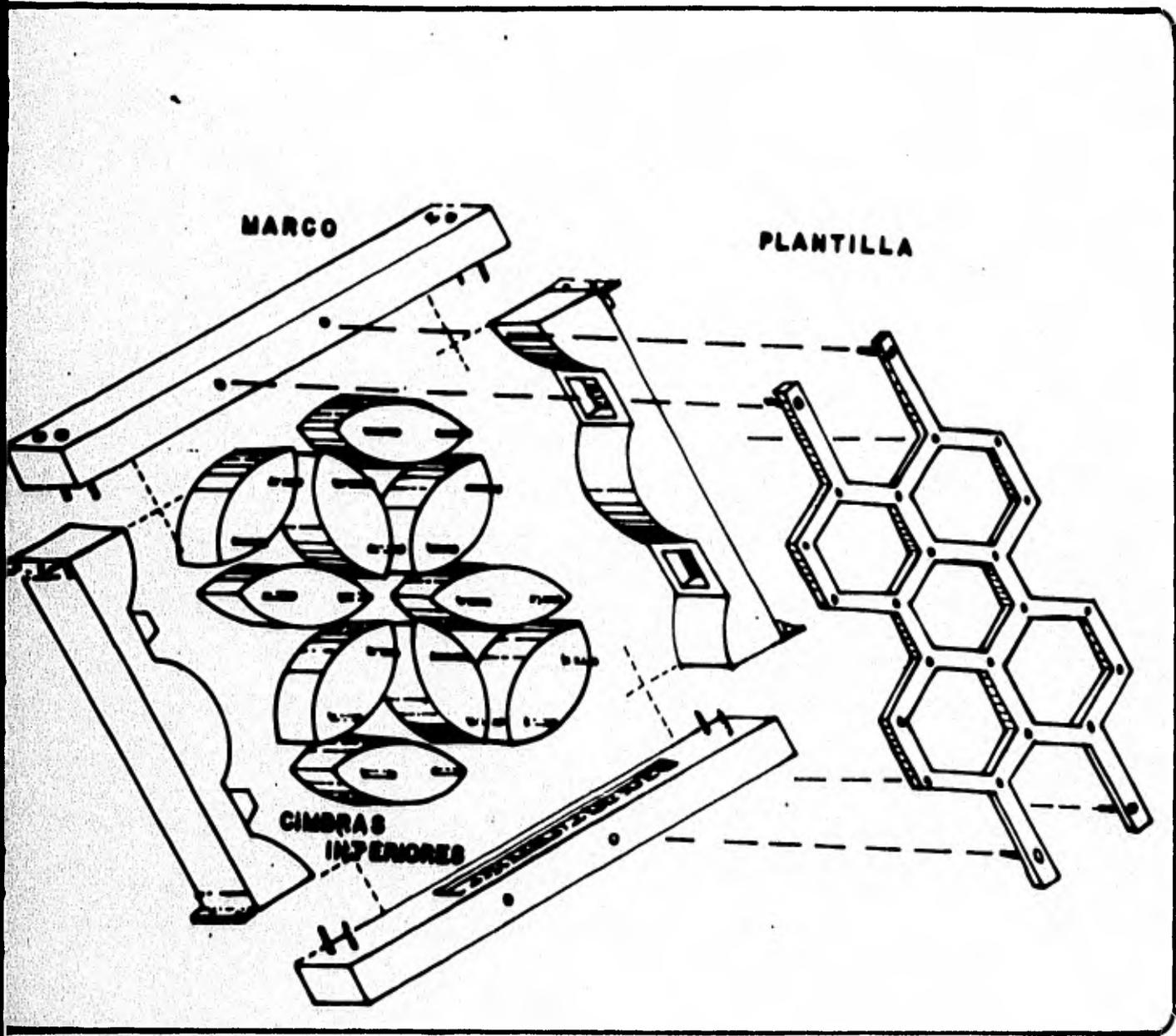


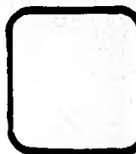
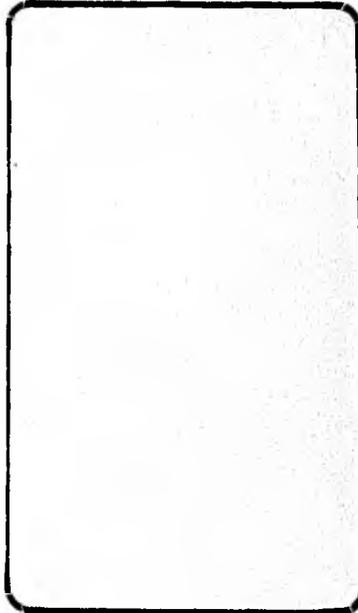
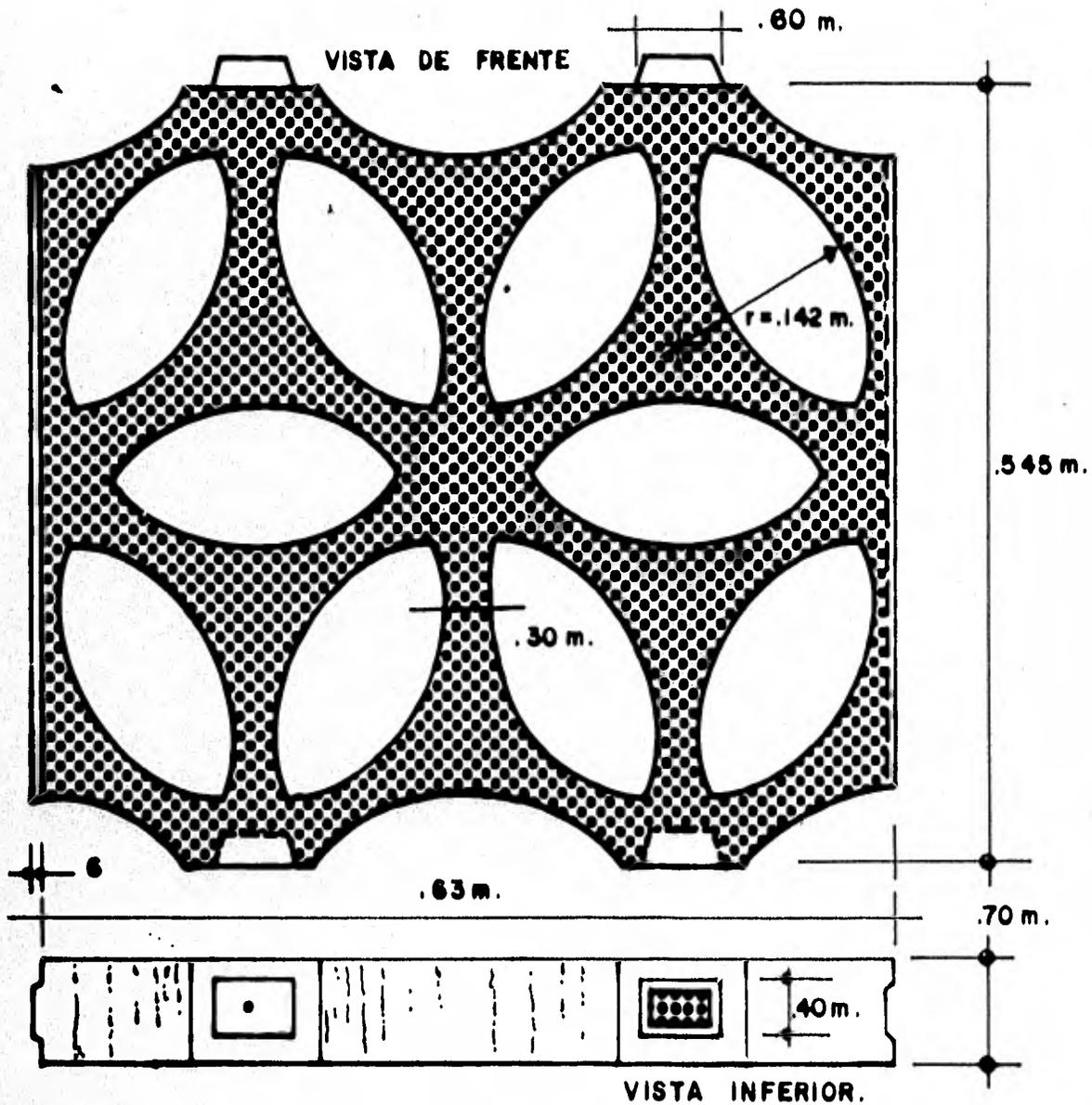
DETALLE DE
LA VISTA INFERIOR

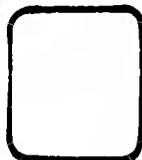
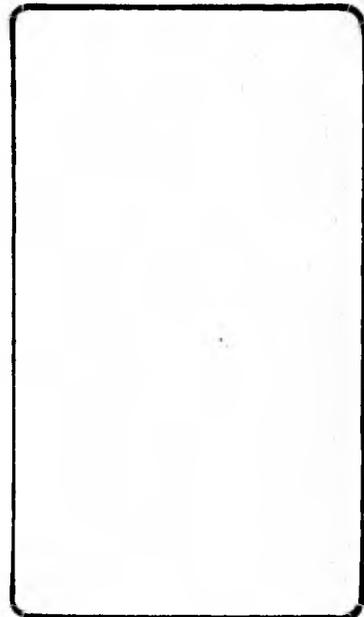
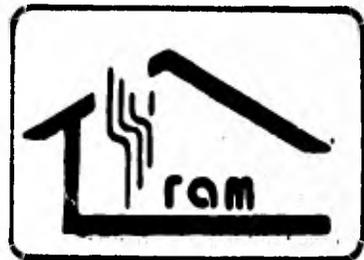
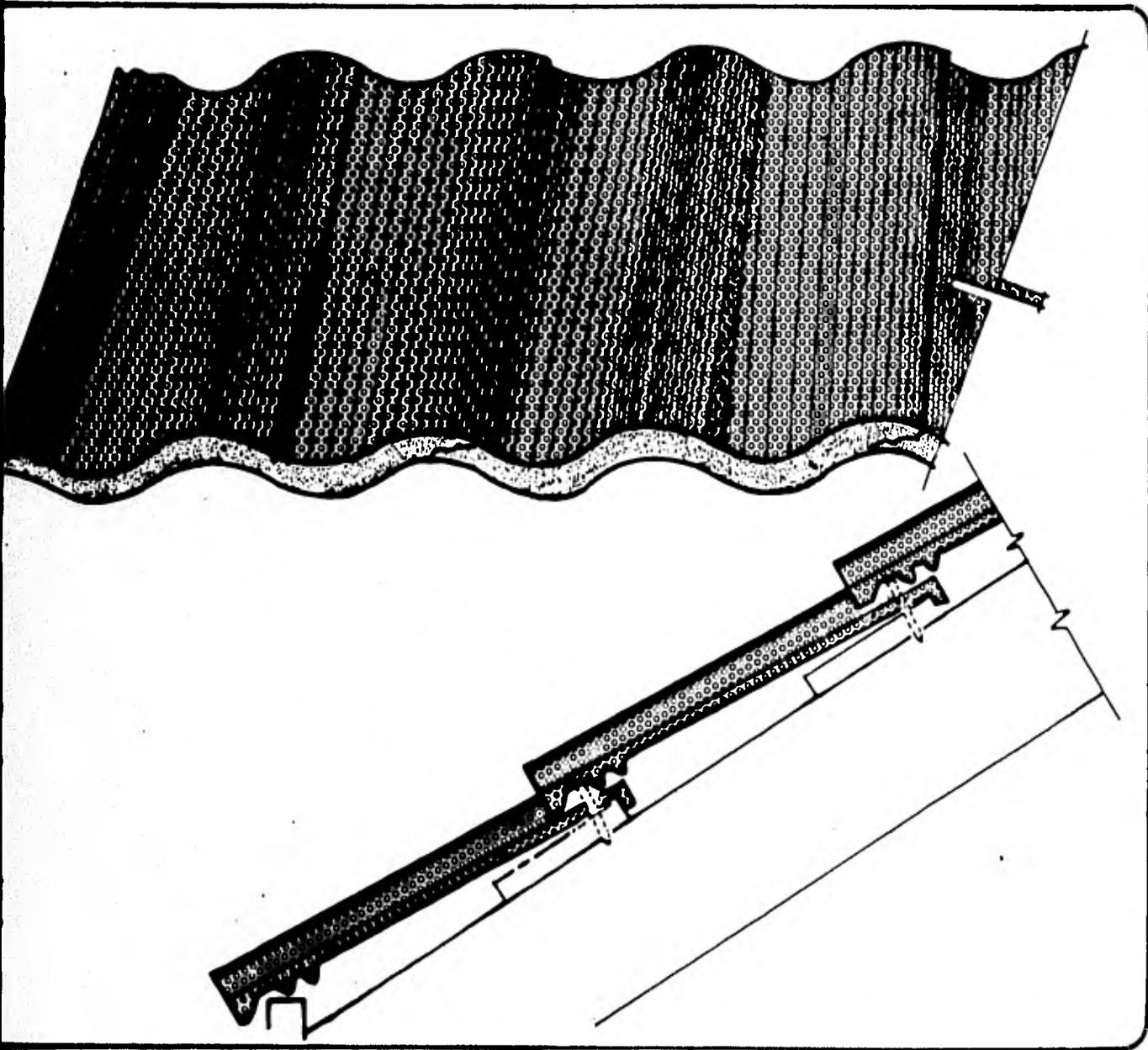


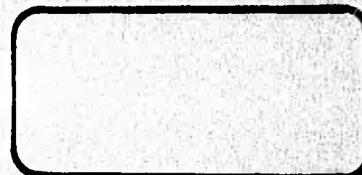
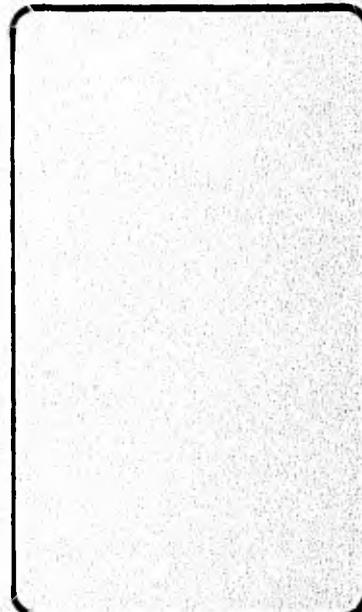
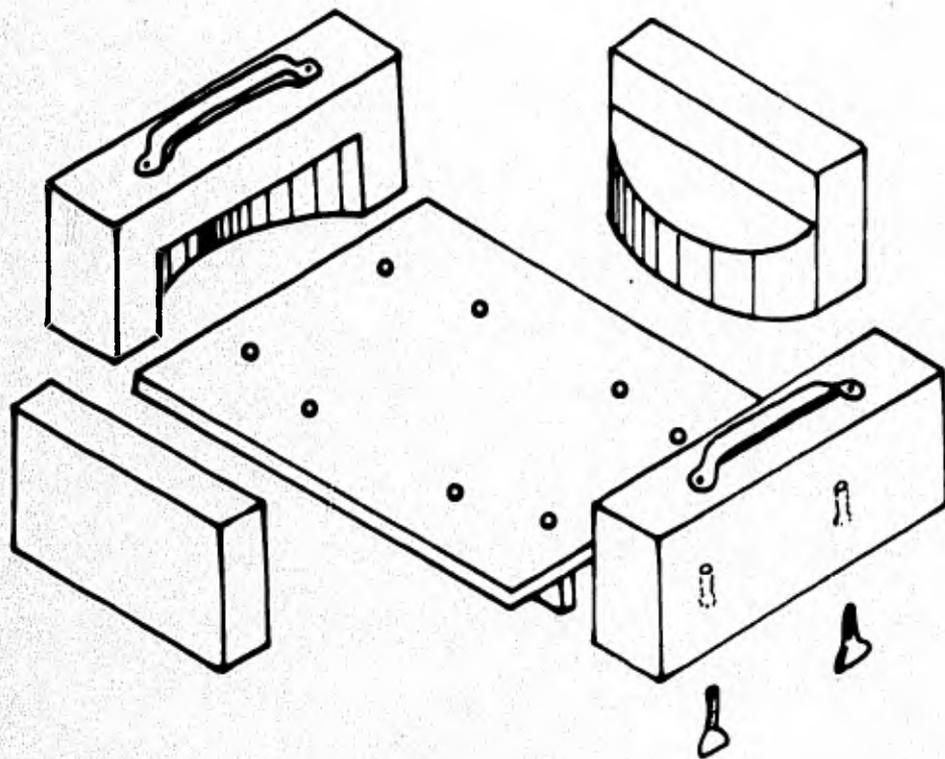
PIEZAS DE YESO MACHIHEMBRADAS

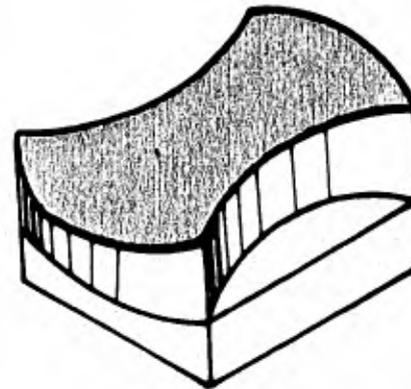
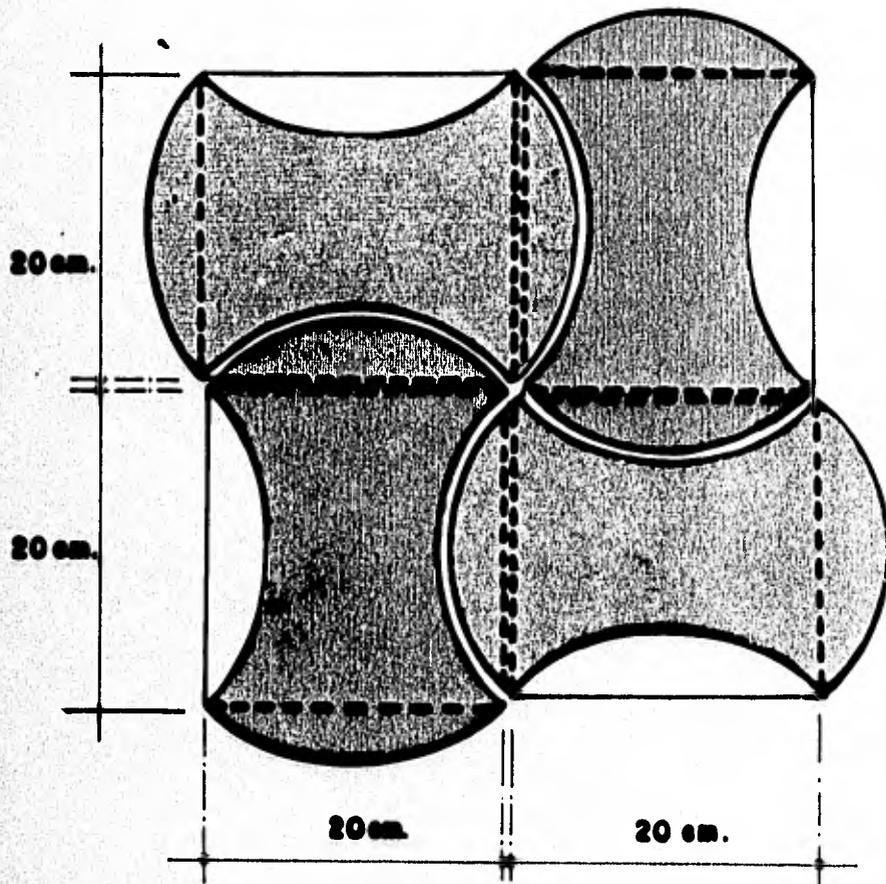




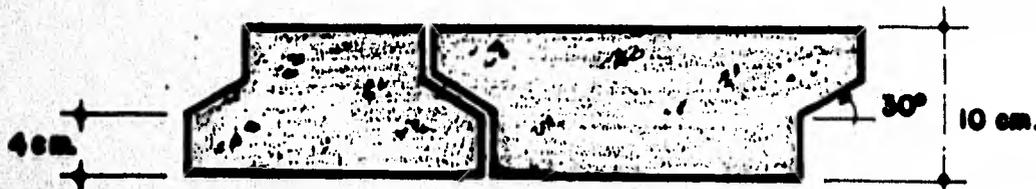




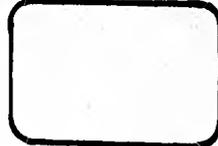
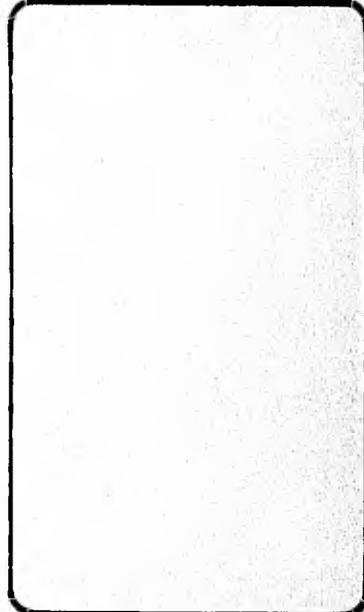
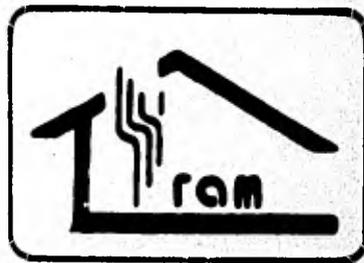


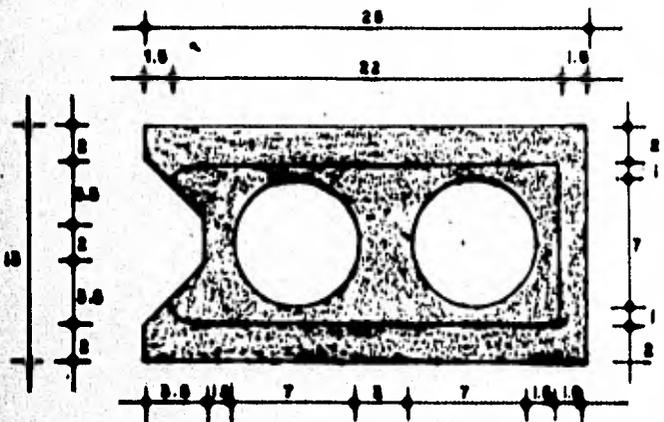


PLANTA

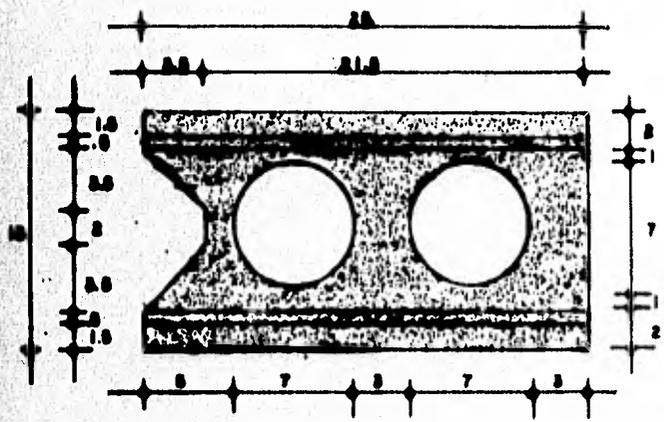


CORTE

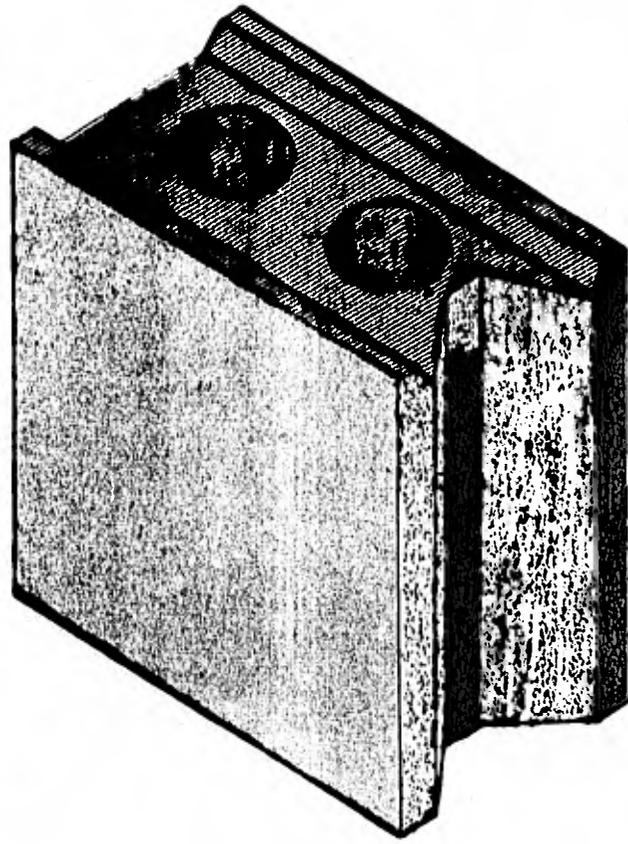




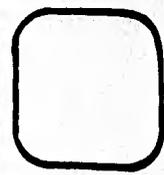
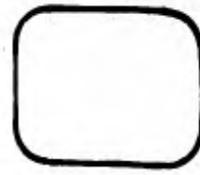
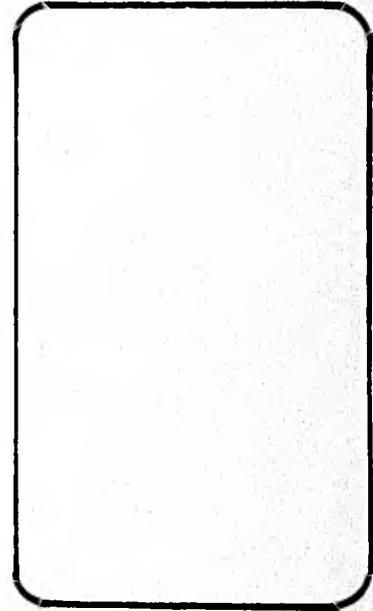
CARA INFERIOR (H)

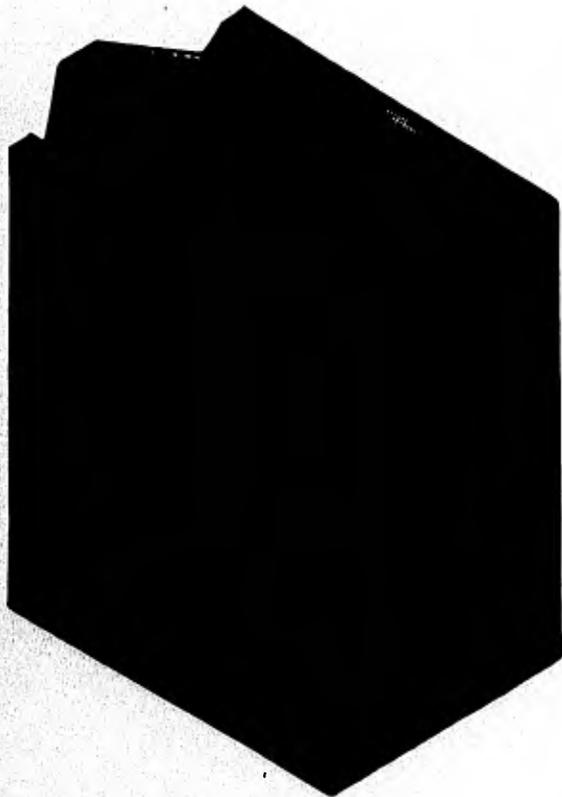


CARA SUPERIOR (H)

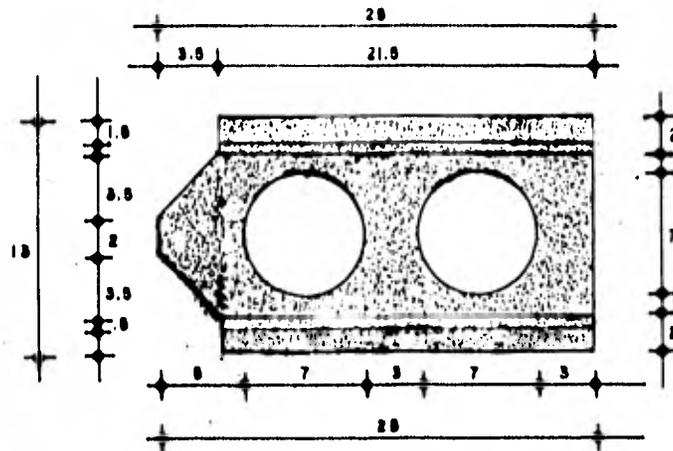


ISOMETRICO (H)

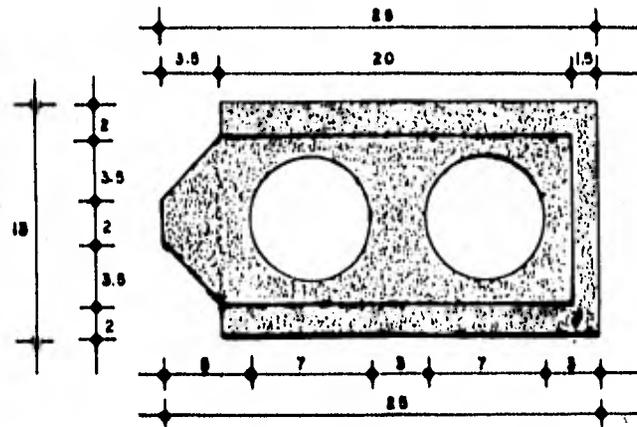




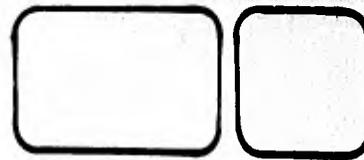
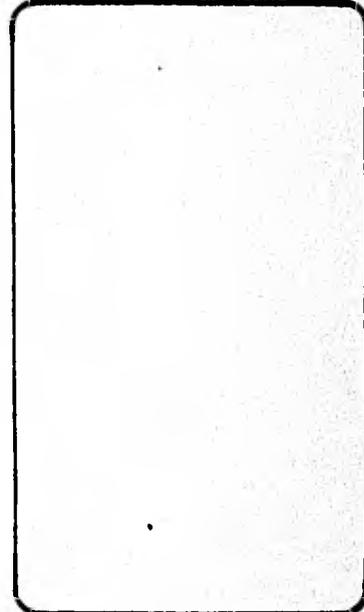
ISOMETRICO (M)

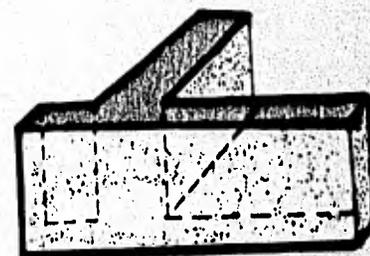
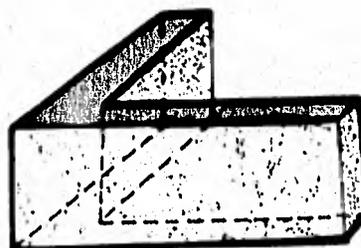
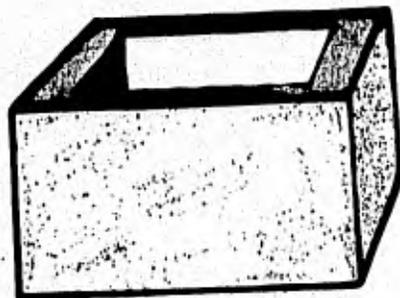
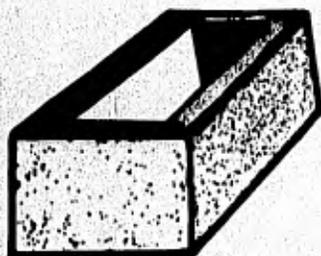
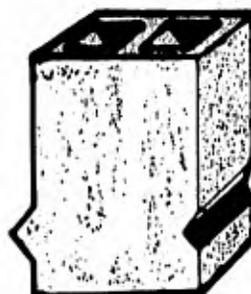
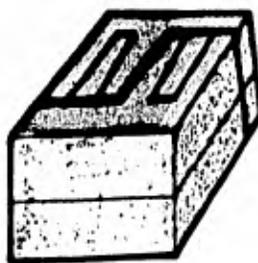
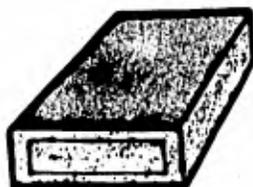


CARA SUPERIOR (M)

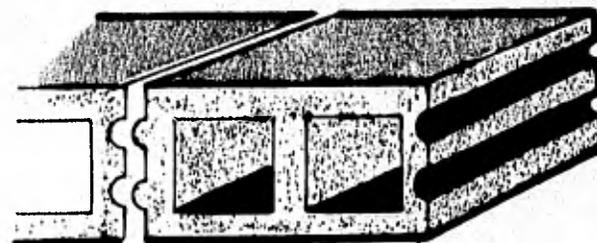


CARA INFERIOR (M)





LADRILLOS Y BLOQUES DE YESO



- Reactivos de 20 a 75 g/l por tonelada
- Tiempo de fermentación 3 a 5 minutos.
- Tiempo de maduración 17 a 20 minutos
- Temperatura y humedad, definitiva 28 días.
- Agua necesaria para el proceso 75 a 80 % (medida en unidad de volumen)
- Consumo de energía eléctrica 20 kWh/m³
- Consumo de agua caliente 3 kWh/m³ (calentamiento).
- Tiempo de elaboración 24 horas de 24 horas.

178 Se realizó el análisis de los resultados de esta investigación, en el laboratorio de Química Orgánica y de Fermentación de la Facultad de Química.

Se realizó la preparación de los reactivos necesarios para los fines que se han mencionado.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 DIVISIÓN DE QUÍMICA
 LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA
 CARACAS, VENEZUELA

El yodo y el bromo de los cristales de la muestra en estudio, correspondieron a un sulfato de calcio hidratado o sea cristalizado con dos moléculas de agua, lo que se resume en la fórmula:



El análisis elemental efectuado en el laboratorio de química orgánica, dio los siguientes resultados:

Sulfato de Calcio..... $CaSO_4$	99.49	%
Oxido de Hidrógeno..... H_2O	0.04	%
Oxido de Calcio..... CaO	0.05	%
Insolubilidad.....	0.28	%
Cloruro de Sodio..... NaCl.....	0.14	%

179

REFRACCIÓN DE LOS RAYOS X.

El punto de partida y el criterio a trescientos mil voltios para la difracción de rayos X, en el caso de las sales, se refieren a los sulfatos de calcio hidratado y anhidro, los cuales presentan características perfectamente definidas, que se refieren a la intensidad y posición del máximo, correspondiendo así a lo obtenido en el laboratorio.

En el caso de la muestra que se refiere a la muestra de sulfato de calcio hidratado (179), donde se señala que "El yodo para la construcción será yodo que contendrá como mínimo un sesenta y seis por ciento (66.00%) de yodo", encontramos que el yodo en cuestión es yodo, con las características propias para su aplicación al campo de la química orgánica.

CONCLUSIONES.

Para el caso de la muestra de sulfato de calcio hidratado, se concluye que las características físicas y químicas de la muestra en estudio, corresponden a las características físicas y químicas del sulfato de calcio hidratado.

México, D.F. Julio 18, de 1984.

MINERALES INMET, S.A.
AV. EJERCITO NACIONAL N° 140,
MEXICO, D.F.

AT'N.: ARQ. RAFAEL MIRANDA.

De acuerdo a sus indicaciones, los cilindros y vigas entregados en el laboratorio, se ensayaron a compresión axial los -- primeros y a flexión los segundos, obteniendo los siguientes resultados.

180

CILINDRO N°	ESFUERZO DE COMPRESION EN Kg/cm ²
1	55
1A	53
2	70
2A	62
3	40
3A	47
4	66
4A	62

(2)

VIGA N°	MR	V	M	FT
1	15.3	400	12 000	20.4
2	12.7	325	9 766	16.9
3	42.6	9766	36 450	36.2
4	50.9	44330	44 330	42.9

181

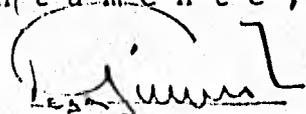
MR = Módulo de ruptura, en Kg/cm²

V = Cortante máximo, en Kg.

M = Momento máximo, en Kg-m.

FT = Esfuerzo de tensión máximo, en Kg/cm².

Atentamente,


ING. ERNESTO MARTINEZ PARKER.

RVG/11d.

México, D.F. Febrero 21 de 1984.

MINERALES INMET, S.A.
EJERCITO NACIONAL 140,
MEXICO, D.F.

AT'N.: SR. ARQ. RAFAEL MIRANDA.

Muy señores nuestros:

Conforme a sus indicaciones y a la propuesta de trabajo de fecha Febrero 9 , se procedió al ensaye de los bloques entregados por ustedes en el laboratorio, obteniendo los siguientes resultados.

I.- Resistencia a la compresión de núcleos extraídos de los bloques.

NUCLEO	ESFUERZO	DENSIDAD
1	16.2 Kg/cm ²	1.03 Ton/m ³
2	10.0 Kg/cm ²	0.99 Ton/m ³
3	12.8 Kg/cm ²	1.05 Ton/m ³
4	15.1 Kg/cm ²	1.03 Ton/m ³
5	10.8 Kg/cm ²	1.08 Ton/m ³
6	11.6 Kg/cm ²	1.06 Ton/m ³
7	14.6 Kg/cm ²	1.03 Ton/m ³
8	11.6 Kg/cm ²	1.04 Ton/m ³

(2)

II.- Resistencia a la compresión de bloques labrados, de --
11 X 40 X 20 cm.

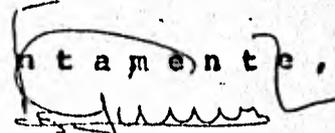
BLOQUES	ESFUERZO	DENSIDAD
1	8.9 Kg/cm ²	0.90 Ton/m ³
2	11.2 Kg/cm ²	0.89 Ton/m ³
3	11.9 Kg/cm ²	0.88 Ton/m ³
4	8.4 Kg/cm ²	0.88 Ton/m ³
5	9.2 Kg/cm ²	0.98 Ton/m ³

183

III. ABSORCION

BLOQUE	ABSORCION
1	31.0 %
2	34.6 %
3	33.8 %
4	34.6 %
5	32.9 %

Puesto que se trata de un nuevo producto, no es aplicable alguna norma nacional, pero puede consultarse la norma DGN-C-10-1973.

Atentamente,

ING. RAFAEL VEGA GOMEZ.

INFORME DE PRUEBAS FISICAS EN TABIQUES

OBRA Cadre Habitación ENSAYES Nº 4443/4447
 LOCALIZACION Орхнев, Обл. FECHA DE RECIBO 10-jun-85
 (CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CALAFATEADO, ETC.) FECHA DE INFORME 25-jun-85

IDENTIFICACION	NUM. DE ENSAYE	4443	4444	4445	4446	4447	ESPECIFICACIONES
	NUM. DE TABIQUE PARA EMPLEARSE EN	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	
Módulo de carga en exteriores e interiores.							
DIMENSIONES	LARGO, cm	60.4	60.3	60.4	60.4	60.4	
	ANCHO, cm	30.4	30.4	30.4	30.4	30.3	
	ESPESOR, cm	11.05	11.12	11.21	11.1	11.13	
	PESO, g	22610	22590	22600	22600	22620	
	PESO ESPECIFICO, kg/cm ³	1114	1108	1107	1109	1110	
PRUEBAS EJECUTADAS	MODULO DE RUPTURA A LA FLEXION, kg/cm ²	27	27	33	23	38	
	RESISTENCIA A LA COMPRESION A LA PRIMERA GRIETA, kg/cm ²	35.7	34.0	39	28.3	31.7	
	RESISTENCIA A LA RUPTURA, kg/cm ²	43.2	47.0	61.1	33.0	38.1	
% DE ABSORCION	24 HORAS EN AGUA FRIA	38.8	39.0	41.0	50.0	40.0	
	5 HORAS EN AGUA EN FRUCCION						
	COEFICIENTE DE SATURACION						

OBSERVACIONES

Ver en hoja con ensayee Nos. 4445/4449

SRIA. COM. Y TRANSP.
 CONTRATO N.º 100
 JUN 11 1985
 UNIDAD DE LABORATORIOS

EL LABORATORISTA

EL JEFE DEL LABORATORIO

El jefe de la Ofc. de Prue. Fis.

110 Calle de la Libertad, Moscú.

INFORME DE PRUEBAS FISICAS EN TABIQUES

OBRA CASA Habitación ENSAYES N° 4448/4449
 LOCALIZACION Oaxaca, Oax. FECHA DE RECIBO 10-jun-85
(CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.) FECHA DE INFORME 25-jun-85

IDENTIFICACION	NUM. DE ENSAYE	4448	4449	ESPECIFICACIONES
	NUM. DE TABIQUE	6/7	7/7	
PAPA EMPLEARSE EN		Muros de carga en exteriores e int.		
DIMENSIONES	LARGO, cm	60.5	60.4	
	ANCHO, cm	30.3	30.5	
	ESPESOR, cm	11.01	11.13	
	PESO, g	22610	22600	
	PESO ESPECIFICO, kg/m ³	1120	1103	
PRUEBAS EJECUTADAS	MODULO DE RUPTURA A LA FLEXION, kg/cm ²	23	22	
	RESISTENCIA A LA COMPRESION A LA PRIMERA GRIETA, kg/cm ²	50	32.2	
	RESISTENCIA A LA RUPTURA, kg/cm ²	58.2	39.0	
% DE ABSORCION	24 HORAS EN AGUA FRIA	43.4	52	
	5 HORAS EN AGUA EN EBULLICION			
	COEFICIENTE DE SATURACION			

OBSERVACIONES: Características correspondientes a los bloques huecos "Muromol" de 60 x 30 x 11 cm, con 5 celdas circulares de 4.75 cms. de diámetro interior.

NOTA: En la prueba de resistencia a la compresión, la carga se aplicó en sentido paralelo al eje de las celdas.

1985

EL TALENTADO
 EL JEFE DEL LABORATORIO
 El jefe de la Cma. de Pbn. Sín.
 Ing. Gilberto Ortiz Hernández

INFORME DE PRUEBAS FÍSICAS EN TABIQUES

OBRA CÁMERA Habitación ENSAYES Nº 4450/4453
 LOCALIZACIÓN Oaxaca, Oax. FECHA DE RECIBO 10-junio-85
(CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILÓMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.) FECHA DE INFORME 25-jun-85

IDENTIFICACION	NUM. DE ENSAYE	4450	4451	4452	4453	ESPECIFICACIONES
	NUM. DE TABIQUE	1/6	2/6	3/6	4/6	
PARA EMPLEARSE EN						
Muro de carga en exteriores e int.						
DIMENSIONES	LARGO, cm	60.3	60.3	60.3	60.3	
	ANCHO, cm	30.3	30.1	30.3	30.3	
	ESPESOR, cm	8.0	8.05	8.08	8.08	
	PESO, g	16300	16300	16200	16300	
	PESO ESPECIFICO, kg/m ³	1115	1116	1097	1104	
PRUEBAS EJECUTADAS	MODULO DE RUPTURA A LA FLEXION, kg/cm ²	13.5	11.7	12.0	13.8	
	RESISTENCIA A LA COMPRESION A LA PRIMERA GRIETA, kg/cm ²	30.3	34.8	36.0	36.0	
	RESISTENCIA A LA RUPTURA, kg/cm ²	43.6	64.4	68.0	67.6	
% DE ABSORCION	24 HORAS EN AGUA FRIA	49.2	43.7	53.0	47.7	
	3 HORAS EN AGUA EN EBULLICION					
	COEFICIENTE DE SATURACION					

OBSERVACIONES

Ver en hoja con ensayos No 4454/4455.

EL LABORATORISTA _____ EL JEFE DEL LABORATORIO _____
 El Jefe de la Oficina de Pruebas y Ensayos
 PIC Gilberto Ortiz Fernández

INFORME DE PRUEBAS FISICAS EN TABIQUES

OBRA	CARRAS Habitación,	ENSAYES N°	4454/4455
LOCALIZACION	Oaxaca, Oax.	FECHA DE RECIBO	10-jun-85
	(CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.)	FECHA DE INFORME	25-jun-85

IDENTIFICACION	NUM. DE ENSAYE	4454	4455	ESPECIFICACIONES
	NUM. DE TABIQUE	5/6	6/6	
	PARA EMPLEARSE EN	Muros de carga en exteriores, e int.		
DIMENSIONES	LARGO, cm	60.3	60.3	
	ANCHO, cm	30.3	30.4	
	ESPESOR, cm	8.08	8.10	
	PESO, g	16200	16300	
	PESO ESPECIFICO, kg/m ³	1097	1098	
PRUEBAS EJECUTADAS	MODULO DE RUPTURA A LA FLEXION, kg/cm ²	13.8	12.0	
	RESISTENCIA A LA COMPRESION A LA PRIMERA GRIETA, kg/cm ²	35.0	37.7	
	RESISTENCIA A LA RUPTURA, kg/cm ²	66.0	55.0	
187				
% DE ABSORCION	24 HORAS EN AGUA FRIA	47.4	46.3	
	5 HORAS EN AGUA EN EBULLICION			
	COEFICIENTE DE SATURACION			

OBSERVACIONES

Características correspondientes a los blocks huecos "Muramol" de 60 x 30 x 8 cm. con 5 celdas de 3.3 cm de diámetro interior.

NOTA: En la prueba de resistencia a la compresión, la carga se aplicó en el sentido paralelo al eje de las celdas.

EL INGENIERO

EL JEFE DEL LABORATORIO

El Jefe de la Oficina de Pruebas Físicas
 Fto. Gilberto Ortiz Hernández

V. E. 10/10/85

DEPENDENCIA UNIDAD GENERAL DE SERVICIOS TECNICOSCENTRO SAHOP SOT. Oaxaca UNIDAD DE LABORATORIOSRESIDENCIA SEDUE

INFORME DE PRUEBAS FISICAS EN TABIQUES

OBRA	<u>CERRAS Habitación</u>	ENSAYES Nº	<u>4459/4460</u>
LOCALIZACION	<u>Oaxaca, Oax.</u>	FECHA DE RECIBO	<u>10-jun-85</u>
	(CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CANTONAMIENTO, ETC.)	FECHA DE INFORME	<u>25-jun-85</u>

IDENTIFICACION	NUM. DE ENSAYE	4459	4460	ESPECIFICACIONES
	NUM. DE TABIQUE	1/2	2/2	
	PARA EMPLEARSE EN	Muros de carga en exteriores e interiores		
DIMENSIONES	LARGO, cm	60.2	60.3	
	ANCHO, cm	30.3	30.3	
	ESPESOR, cm	15.2	15.3	
	PESO, g	27500	27520	
	PESO ESPECIFICO, $1g/cm^3$	991	985	
PRUEBAS EJECUTADAS 68T	MODULO DE RUPTURA A LA FLEXION, $1g/cm^2$	7	10	
	RESISTENCIA A LA COMPRESION A LA PRIMERA GRIETA, $1g/cm^2$	10	10	
	RESISTENCIA A LA RUPTURA, $1g/cm^2$	27	30	
% DE ABSORCION	24 HORAS EN AGUA FRIA	50.0	39.9	
	5 HORAS EN AGUA EN EBULLICION			
	COEFICIENTE DE SATURACION			

OBSERVACIONES

Características correspondientes a los bloques huecos "Muromol" de 60x30x15 cm. con 2 celdas rectangulares de 18 x 9 cm.

NOTA: En la prueba de resistencia a la compresión, la carga se aplicó en el sentido paralelo al eje de las celdas.

25 JUN 1985

EL LABORATORISTA

EL JEFE DEL LABORATORIO

El Jefe de la Oficina de Pruebas de Laboratorio

PRO. Guillermo Ortiz Hernández

FOM

5017

MINERALES INMET, S.A. DE C.V.
Km. 25 Carretera Jojutla a Yautepec
Tlaltizapán, Morelos

1 OCT. 1976

Al n. Sr. Héctor J. Rodríguez D.
Gerente General

Con relación a su comunicación en la que nos solicitan opinión técnica acerca del sistema constructivo denominado "Algez" para emplearse en la construcción de vivienda de uno a dos niveles, a continuación describimos brevemente dicho sistema.

Muros.- Sistema modular de piezas machimbradas para muros de diversas secciones y medidas denominado muromol, empleando en su fabricación materias primas de origen mineral con patente en trámite, que permite alojar en el interior de los bloques instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y telefónicas. Sus elementos principales son los bloques huecos mencionados, con dimensiones de 60x30x8cms, 60x30x11cms y 60x30x15cms con celdas circulares que permiten también alojar refuerzos verticales. Los muros requieren una estructura de soporte a base de dadas, castillos y cerramientos de concreto armado. La unión entre bloques se realiza con mortero de cemento - cret en proporción 1:1. Es necesario en el exterior de los muros un aplanado con aditivo adherente para protección de los mismos.

190

Estructura.- Compuesta por viguetas y bovedillas denominada losa algez, - las viguetas son pretensadas de concreto armado y las bovedillas denominadas bove-mol, utilizando en su fabricación las mismas materias primas de origen mineral que para los bloques.

El sistema brevemente descrito reúne varias ventajas, entre las que sobresalen aislamiento térmico y acústico, fácil colocación, bajo costo y rapidez de construcción.

En vista de que el sistema que nos ocupa lo encontramos adecuado, no tendríamos inconveniente en aprobar conjuntos habitacionales planeados con el mismo, si es el caso que los proyectos correspondientes cumplen con los aspectos de área construida, costo, valor y precio de venta de las viviendas que señalan nuestras normas.

.....#

FOVI

5377

Sin más por el momento, proporcionamos a ustedes la presente opinión - ofreciendo nuestra asesoría para la integración de la documentación relativa a las solicitudes de aprobación técnica planeadas con este sistema.

Atentamente

BANCO DE MEXICO
FONDO DE OPERACION Y FINANCIAMIENTO
BANCARIO A LA VIVIENDA



Miguel

191

c.c. Lic. Mario Hernández Gallardo. -Subdirector General
c.c. Arq. Mariano González García. -Subdirector Técnico
c.c. C.P. Abel Román Miranda. -Jefe de la Div. de Evaluación y Control
GMN/PVV/gem.

Vol. 5378
29.IX.86



ENSAYE DE MORTEROS

A COMPRESION.

MINERALES INMET, S.A.

MUESTRA	AGUA	CEMENTO	YESO	CAL	DENSIDAD Kg/m ³			RESISTENCIA Kg/cm ²		
					DIAS	DIAS	DIAS	DIAS	DIAS	DIAS
1	0.3	—	10	—	1.12 - 0.94	0.92 - 0.93	0.93 - 0.96	20 - 42	48 - 55	52 - 53
					7	21	30	7	21	30
2	7.7	1.0	9.0	—	1.14 - 1.00	1.00 - 1.01	1.01 - 1.02	42 - 47	62 - 62	70 - 62
					7	21	30	7	21	30
3	7.7	—	9.0	1.0	1.19 - 1.02	1.01 - 1.02	1.02 - 1.02	19 - 21	41 - 46	47 - 47
					7	21	30	7	21	30
4	3.7	1.0	4.0	—	1.11 - 1.12	1.02 - 1.10	1.07 - 1.06	26 - 36	70 - 70	62 - 62
					7	21	30	7	21	30
5	3.7	—	4.0	1.0	1.12 - 1.02	1.02 - 1.03	1.04 - 1.02	20 - 31	40 - 40	44 - 33
					7	21	30	7	21	30
6	7.4	1.0	3.0	1.0	1.24 - 1.11	1.05 - 1.07	1.05 - 1.07	22 - 31	42 - 42	43 - 47
					7	20	12	7	20	20
7	2.36	—	2.33	1.0	1.23 - 1.10	1.04 - 1.02	1.02 - 1.02	22 - 41	26 - 31	42 - 30
					7	20	12	7	20	20
8	3.55	1.0	3.5	0.5	1.16 - 1.24	1.07 - 1.03	1.07 - 1.03	40 - 44	44 - 43	47 - 47
					7	20	12	7	20	20
9	7.10	1.0	7.0	2.0	1.22 - 1.12	1.02 - 1.05	1.07 - 1.07	42 - 52	40 - 44	42 - 42
					7	20	12	7	20	20
10	1.97	—	1.5	1.0	0.96 - 0.93	0.97 - 0.93	0.97 - 0.97	12 - 21	20 - 20	20 - 21
					7	20	19	7	20	20
11	3.7	1.0	3.0	1.0	1.04 - 1.02	1.02 - 1.02	1.07 - 1.02	30 - 31	29 - 26	32 - 30
					7	19	13	7	19	23
12	7.7	1.0	6.0	3.0	1.07 - 1.00	0.93 - 1.01	0.94 - 0.93	26 - 20	19 - 24	22 - 22
					7	12	18	7	19	23
13	5.03	1.0	4.66	1.0	1.02 - 1.07	1.02 - 1.03	1.07 - 1.02	27 - 23	23 - 27	25 - 23
					7	13	15	7	19	23

ENSAYE DE VIGAS.

MINERALES INMET, S.A.

VIGA Nº	FECHA DEL COLADO	FECHA DEL ENSAYE	EDAD EN DIAS	DIMENSIONES CM	PESO KG	CARGA KG	M. R. KG/CM ²
1	26-IV-84	10-V-84	14	60 x 15.3 x 15.1	14.300	400	7.7
1	26-IV-84	28-V-84	55	60 x 15.3 x 15.2	15.546	800	15.3
2	27-IV-84	4-V-84	7	59.3 x 15.1 x 15.1	17.117	250	4.9
2	27-IV-84	11-V-84	14	60.1 x 15.1 x 15	14.460	208	4.0
2	27-IV-84	28-V-84	32	60.1 x 15.2 x 15.1	15.989	650	12.7
S/N	—	3-V-84	—	40.5 x 15.1 x 20	15.135	3600	42.6
S/N	—	3-V-84	—	40.3 x 15.2 x 20.2	15.100	4400	50.9
5% VINILICA	—	3-V-84	—	40.3 x 15.1 x 20.1	12.985	1900	22.4
1.7 CAOLIN	—	3-V-84	—	40.3 x 11.8 x 20.2	9.595	800	15.3
10% VINILICA	—	3-V-84	—	40.4 x 15.3 x 20.3	11.360	950	10.1
M-1	—	3-V-84	7	60.3 x 15.1 x 15.1	15.620	350	6.9

MR = MODULO DE RUPTURA

ENSAYE DE BLOCK

MINERALES INMET, S.A.

BLOCK	DIMENSIONES CM			PESO KG	CARGA KG	ESFUERZO KG/CM ²
	ANCHO	LARGO	ALTO			
BLANCO	20.2	40.3	15.2	15.430	24.267	23.8
ROSA	20.2	40.3	14.5	13.020	14.515	17.8

Congruentemente a todo lo anterior, y considerando como instrumentos de apoyo todos estos datos técnicos fué como desarrollamos incluso hasta la práctica el diseño de un nuevo SISTEMA CONSTRUCTIVO, el cual de manera sintetizada describimos a continuación.

5.1.- CONCEPCION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO:

Tomando como antecedente o punto de partida la forma tradicional de trabajar el yeso por parte de los denominados "YESEROS" en la clasificación ó categorización que se da a todos aquellos que forman parte de gremios de la rama de la construcción, fué como se dió origen a la primera imagen o primer concepto para el desarrollo de un nuevo Sistema Constructivo, así mismo se analizaron otras ramas de actividad que emplean el yeso como materia de transformación como es el caso de la industria de la cerámica, en donde como es sabido para transformarlo o dar "FORMA" se requiere de moldes o matrices de diseños y características especiales.

La concepción de este sistema partió así, bajo una única idea, no romper con las formas tradicionales de trabajo sino por el contrario adecuar el diseño a lo ya establecido y que no requiera de mano de obra especializada y por consiguiente de capacitación.

En cuanto a la concepción técnica se analizaron todos aquellos sistemas de prefabricación moderna destinados a la construcción. Los cuales casi en su mayoría requerían de equipo y maquinaria así como de capacitación obrera, tal es el caso del sistema

CORTINA, SISTEMA CAPFCE, etc. lo que los alejaba de la idea de recurrir a la autoconstrucción lo cual también forma parte del concepto general.

Partiendo de este análisis general es como conceptualizamos nuestro esquema a seguir y logramos determinar los alcances mínimos necesarios que consideramos debía cumplir el diseño y desarrollo del sistema constructivo y que bien podemos señalar como condicionantes del diseño y objetivos del mismo, es así como de manera resumida y a fin de dejar enmarcadas estas condicionantes anotamos lo siguiente:

5.2. CONDICIONANTES DE DISEÑO:

- 1) El diseño del sistema no debe romper con las formas tradicionales en el empleo -- del yeso.

- 2) El diseño del sistema debe considerar el empleo de la mano de obra del futuro -- usuario, o bien debe considerar a la autoconstrucción con un mínimo de apoyo o asesoría técnica.

- 3) El sistema no debe incluir equipo o maquinaria especializada a fin de no incrementar costos de construcción ni capacitación de especialistas técnicos.

- 4) El sistema debe apoyarse en sistemas tradicionales de construcción en cuanto a factibilidad técnica.

- 5) El diseño del sistema debe considerar todas aquellas especificaciones técnicas --

aprobadas y señaladas en los reglamentos de construcción vigentes.

6) El diseño de este sistema debe aportar ventajas y beneficios de tipo cuantitativos y cualitativos, en comparación con otros sistemas constructivos.

5.3.- DESARROLLO DEL SISTEMA:

Teniendo en consideración todas y cada una de las condicionantes es como se desarrolla el diseño del sistema constructivo y a fin de sintetizarlo se enlistarán todos los procesos describiendo cada uno de ellos.

1) Sabido es la forma tradicional en que hasta la fecha se ha venido empleando el yeso del mismo modo se sabe que el yeso industrializado o comercial al agregarse agua da -- inicio un proceso de fraguado o endurecimiento el cual puede ser modificable dependiendo de la cantidad de agua empleada en su mezclado, del mismo modo sabemos que los "YESEROS" utilizan herramienta como artesa (cajón), mezclador (diablito) y llana, así mismo emplean andamios y botes cuando se trata de vaciados de objetos meramente decorativos.

Como primer proceso, con el fin de no cambiar lo establecido se incorpora como herramienta de trabajo un bote tipo plástico cilíndrico que evita la adherencia de la mezcla a las paredes del mismo, y únicamente como aportación técnica se determina la dosificación exacta entre Agua-Algez siendo el 80% de agua contra 100% de Algez, tomada como -- unidad de volumen, cabe recordar que el Algez presenta características similares al --

yeso en cuanto a proceso de trabajo y comportamiento físico mecánico.

2) Dada la sencillez con la que es obtenida la mezcla, partimos hacia su aplicación en elementos que conforman ó conformarán una vivienda para lo cual y en base a moldes simples de madera (triplay) logramos vaciar bardas completas, con claros no -- máximos de 2.40 x 2.40 m., esta experiencia y después de someterlas a pruebas de ca racter técnico nos llevo a conceptualizar la idea de moldear los muros que conforma- ban un cuarto piloto de 4.00 x 4.00 m. incluyendo la losa colada de modo integral a- las paredes del mismo.

3) Los resultados de estas experiencias y el estudio de otros sistemas constructivos nos llevan a incluir como parte de este proceso, el sistema de encofrados para muros y losas bajo la patente Mecano Empresa Mexicana. La diferencia es que el colado ó va ciado no se realizaria con concreto, sino con Algez, como prueba piloto se seleccionó un terreno en Ahuatepec, Morelos y se decidió a realizar ahí esta prueba, cabe seña- lar que se obtubieron permisos y licencias y el apoyo financiero de Minerales Inmet.

5.4.- OBSERVACIONES A LA PRIMERA EXPERIENCIA:

1) Encontramos que el manejo del yeso por parte de los operadores no presentó difi- cultad alguna, a pesar de ser personal no calificado en lo que se refiere a la alba- ñileria que fué proporcionado por la misma empresa, unicamente se contó con la cola- boración de un electricista y plomero. En cuanto a ensamble de moldes y colocación

se conto con la participación de personal enviado por la Empresa Mecano.

2) La incorporación del Sistema Mecano generó un gasto adicional por concepto de renta de moldes que incidió directamente sobre el costo total de la obra, sin considerar los gastos por concepto de asesoría técnica.

3) Aunque existía la posibilidad de compra o renta de moldes que se amortizarían en la construcción de una unidad habitacional de minimamente 100 viviendas, encontramos que el proceso de colocación, nivelación, transporte y almacen, requerían de gastos y de cierta capacitación técnica.

4) La altura total de los muros fué de 2.40 m. (obligada por los moldes) lo que provocó vaciar a esta altura por lo que requerimos vibradores para lograr un colado uniforme, esto origino cierto desperdicio de material dado que los muros tenían 10cm. de espesor.

5) En resumen la experiencia nos dejó claro que la inclusión de encofrados:

- A) Eliminan la posibilidad de autoconstrucción.
- B) Eleva el costo por concepto de mano de obra.
- C) Requiere de técnicos especializados.
- D) Requiere de transportación, almacen y mantenimiento.
- E) Aumenta el desperdicio de material y con ello el costo.
- F) Requiere de equipo especial adicional como son vibradores.

5.5.- COMENTARIOS:

En relación a todo lo anterior queda señalado que en virtud de no cumplir con los alcances mínimos planteados en las condicionantes y conceptualización del diseño del sistema se opta por desechar este proyecto, lo que si podemos tomar de él son los aspectos positivos como lo fueron la apropiada adaptación al material Algez por parte del personal no calificado, así mismo se pudo comprobar físicamente que las características y propiedades Termico-Acústicas sin dejar a un lado su comportamiento físico mecánico, el cual respondió y cubrió todas las pruebas de carácter técnico a que fue sometido tales como, toma de muestra (cilindros), para pruebas a compresión (70k/cm²) de vigas para pruebas a tensión (32k/cm²) pruebas que correspondieron a todas las realizadas en los laboratorios de la U.N.A.M.

Por otra parte y en base a estos datos técnicos se pudo realizar memoria de cálculo la cual fue presentada para la obtención de la licencia de construcción.

Como consecuencia de esta experiencia y dada la necesidad de encontrar y diseñar el Sistema Constructivo que alcanzara los objetivos antes mencionados, retomamos de nuestro análisis primario la factibilidad de moldear piezas a nivel cerámica o artesanal, esta alternativa de solución nos llevo a pensar en la excelencia tradicional del block de hormigón y el tabique, fue así como se dió origen a la idea de diseñar una pieza que sustituyera o compitiera directamente en calidad y costo contra estos elementos tradicionales.

Las nuevas condicionantes que surgen como consecuencia de este nuevo proyecto son:

- A) Diseñar un elemento que sustituya al block y al tabique y que no requiera de mano de obra especializada.
- B) Diseñar un elemento que se integre como componente de un sistema constructivo integral.
- C) Que aporte ventajas cualitativas y cuantitativas en comparación con lo tradicional.
- D) Que sea más bajo en cuanto a costo y de fácil obtención.
- E) Que continúe con la conceptualización establecida en las condicionantes de diseño del planteamiento general.

5.6.- CREACION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO ALGEZ:

El sistema fué diseñado bajo los lineamientos antes señalados y al cual se le asignó el nombre de SISTEMA CONSTRUCTIVO ALGEZ, y consiste en una serie de piezas machimbreadas para la construcción de muros, los cuales les dimos el nombre como componentes - MUROMOL, dado su origen ya que es un muro moldeado.

El MUROMOL se fabrica con materia prima de origen mineral (Algez), en moldes de lamina

con características especiales dado su diseño ya que como se menciona es machimbrado por sus cuatro lados.

MUROMOL permite dado su diseño simplificar los procedimientos en la obra y por la - facilidad de su colocación ofrece importantes avances de obra.

De acuerdo a sus características y diseño MUROMOL permite alojar en su interior instalaciones eléctricas, hidráulicas menores y telefónicas ya que se encuentra provisto de ductos para esta función, eliminando así ranurados posteriores a su construcción - incluso se puede adicionar refuerzos verticales (castillos ahogados) en caso de ser - utilizado como elemento estructural, también y como se menciona por la facilidad de - colocación no requiere de mano de obra calificada y su empleo bien puede ser destinado a la autoconstrucción con un mínimo de asesoría técnica, ya que solo requiere del manejo de hilos, trazos y nivelación.

Puede presentar acabado aparente reduciendo considerablemente los costos de materiales y mano de obra para acabados, así mismo el diseño de machimbre reduce la utilización - de morteros para adherencia en un porcentaje considerable, es más ligero que otros sistemas 25% aproximadamente, por las características particulares de la materia prima - proporciona un importante aislamiento Térmico-Acústico, así mismo su alto grado de fusión (1,400°C) le brinda una mayor protección al fuego y no requiere de herramienta ni equipo especializado para el ensamble y colocación de piezas.

EL SISTEMA CONSTRUCTIVO ALGEZ cuenta también con elementos para la construcción de ---

losas autoportantes a base de viguetas y bovedillas (BOVEMOL) para entrepisos y azoteas en peraltes de 18 y 20 cm. Cabe resaltar que estas vigas y bovedillas se calculan de acuerdo a las condiciones y requerimientos técnicos de cada obra, la Losa Algez incluye una capa de compresión de 3 a 5 cm. dependiendo del caso particular del que se trate y esta capa tiene como función transmitir las cargas que se transmiten sobre la losa a los elementos pretensados (VIGUETAS) y obtener una superficie plana para dar los terminados a entrepisos y azoteas.

En la fabricación de Bovedillas al igual que el MUROMOL se fabrican con materias primas de origen mineral (Algez).

Las viguetas estan constituidas por una armadura de acero trefilar de alta resistencia $F_y = 15,000 \text{ kg/cm}^2$ y concreto $F_c = 350 \text{ kg/cm}^2$. Es pertinente señalar que se fabrican -- bajo el proceso de pretensado.

Como características particulares podemos señalar su alto margen de seguridad ya que se calculan con un elevado coeficiente de seguridad, su diseño de peralte y material e fabricación reducen considerablemente el peso total de la losa (23%) con su consecuente influencia-costos en cimentación, elimina el empleo de cimbras ya que la Vigueta se apoya directamente sobre muros de carga o trabes y por su sencillez de manejo y colocación reduce considerablemente el tiempo de ejecución y al igual que el MUROMOL la losa Algez no requiere de mano de obra especializada y brinda las mismas condiciones de aislamiento Termico-Acustico.

A fin de resumir de manera general podemos decir que el SISTEMA CONSTRUCTIVO ALGEZ, es un sistema prefabricado integral para la construcción de muros y losas e incluso comprende diseños de cimentación que se condiciona a tipos de terrenos, topografía y condiciones geológicas del mismo, es un sistema que bien puede ser empleado en autoconstrucción con un mínimo de asesoría técnica y no rompe con los procesos tradicionales de construcción, así mismo mejora las condiciones cualitativas como material para construcción y ofrece un bajo costo y facilidad de obtención, además abate el costo por ejecución de obra, mejorando incluso los rendimientos y facilitando un mayor y mejor control de avance y ejecución.

Es importante también señalar que el dimensionamiento de todos los componentes obedece a un profundo y conciente estudio de prefabricación, tomando la coordinación modular -- todos los datos y estadísticas que nos permitieron encontrar un módulo básico y por ende un módulo de diseño tanto en el sentido vertical como horizontal.

En cuanto al aspecto técnico el SISTEMA CONSTRUCTIVO ALGEZ cumple con todas las especificaciones señaladas en los reglamentos de construcción vigentes ya que para el diseño del mismo se ha recurrido a las normas en vigor Freyssinet.

Congruentemente con los objetivos planteados al inicio de este trabajo y después de haber obtenido resultados positivos en cuanto al diseño y desarrollo de un sistema constructivo que utiliza al yeso dosificado en los diferentes elementos que componen una vivienda y para dar continuidad y aplicación objetiva y directa de este trabajo a

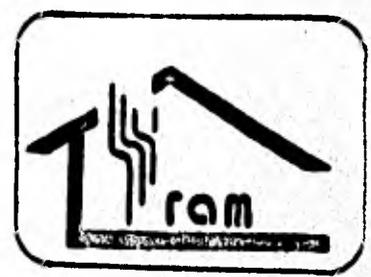
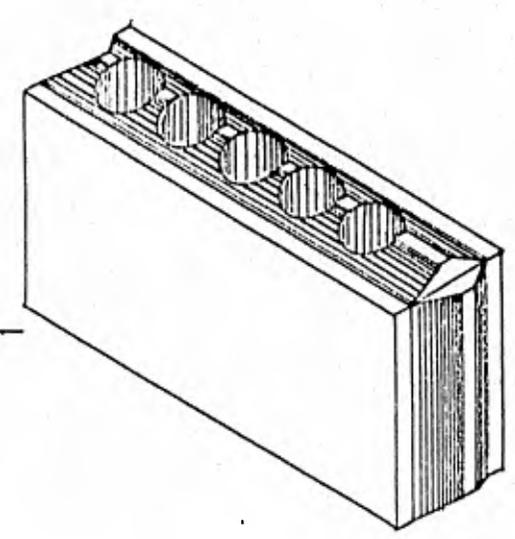
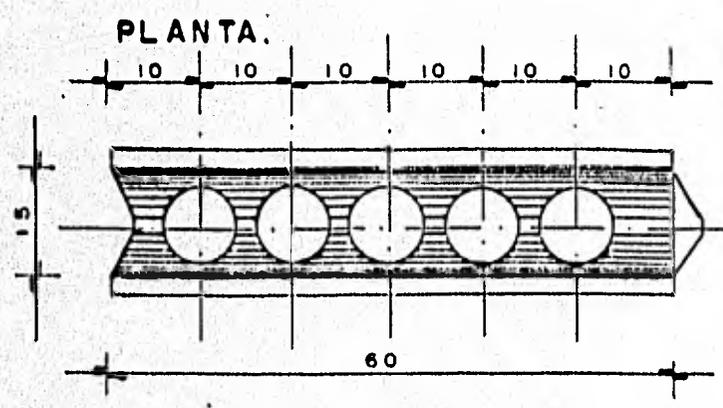
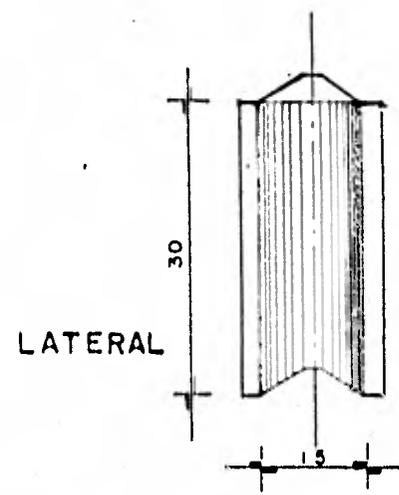
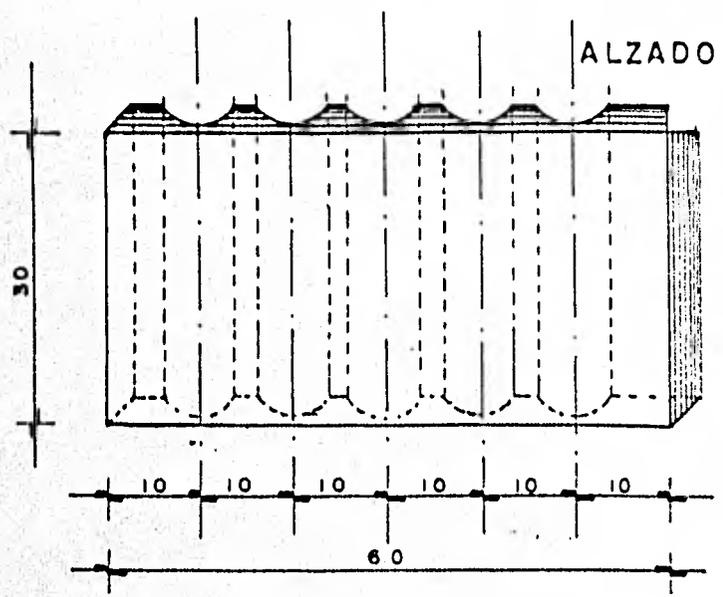
un problema específico como lo es la demanda de vivienda y el deterioro del poder adquisitivo por un gran sector de la población, pretendemos dar una solución rasonable y económica lograda a través del desarrollo de una técnica constructiva simple con factibilidad de prefabricación e incluso a pie de obra, apoyada no tanto en la mano de obra no especializada, sino considerando la participación directa del futuro usuario de la vivienda.

Es por esta razón cuyo objetivo fundamental y a manera de conclusión de esta tesis y dada nuestra estrecha vinculación y participación en la elaboración del plan de desarrollo urbano para el estado de Tlaxcala y zonas conurbadas y siendo conocidas por nosotros las políticas, lineamientos y estrategias en cuestión urbana, planteamos como proyecto a desarrollar un conjunto habitacional de tipo unifamiliar, dentro de la políticas de vivienda ubicada en las áreas aptas para el crecimiento urbano de acuerdo al plan de desarrollo urbano para esta zona.

Del mismo modo adecuamos este proyecto a las posibilidades económicas y de financiamiento de los destinatarios, a través de los programas para el efecto por parte de los organismos dedicados a esta actividad, El Fondo Para La Vivienda (FOVI) - y El Instituto Para El Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) de tal forma que este proyecto responda alas necesidades especiales en relación -- directa y congruente Costo-Beneficio, a través del abatimiento del costo de cons-- trucción mediante la utilización del Sistema Constructivo Algez y de esta manera - estaremos proponiendo o aportando una solución a la demanda de vivienda, ofreciendo la posibilidad de adquisición a la población comprendida en rangos de una a dos

veces el salario minimo participando así, de una manera real y efectiva ante un problema a nivel nacional con los lineamientos y objetivos de la facultad de arquitectura Autogobierno de la Universidad Nacional Autonoma de México.

**SISTEMA
CONSTRUCTIVO
ALGEZ**

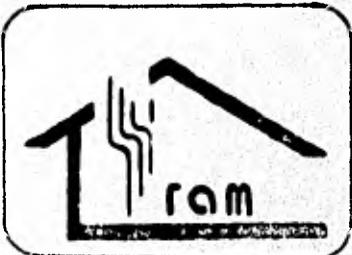


OBSERVACIONES:

muro-mol.

Colas en
C.M.S.
Esc. 1:75

m.m.



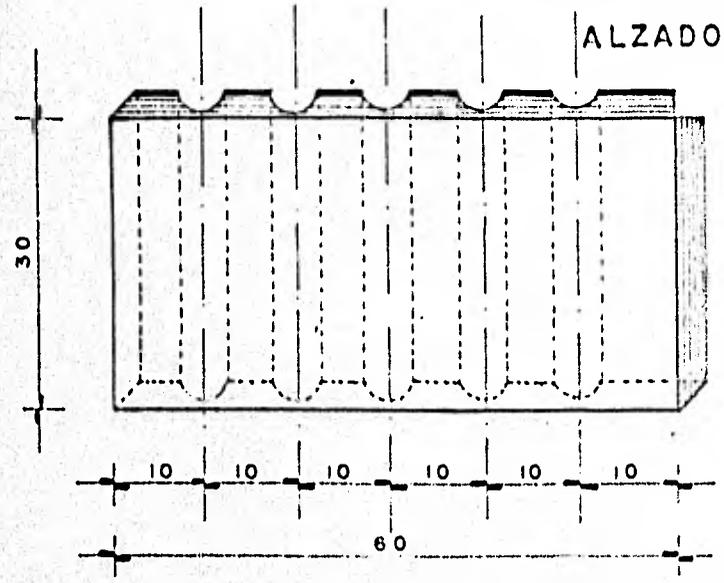
OBSERVACIONES:

muro-mol.

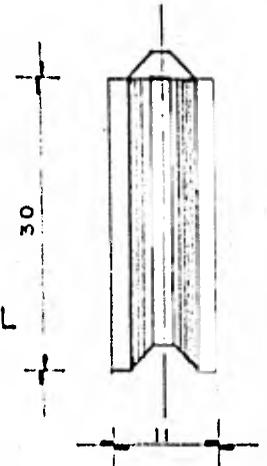
Colas en
CMS.
Esc. 1:75

m.m.l

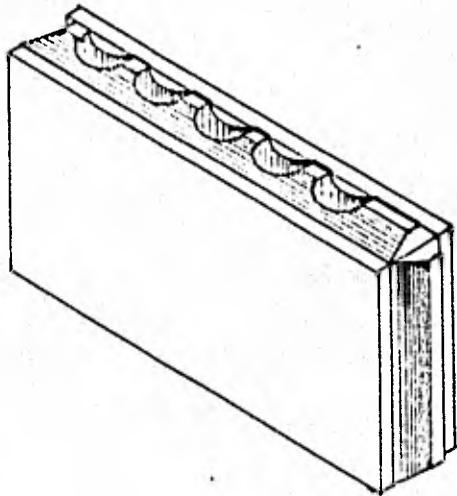
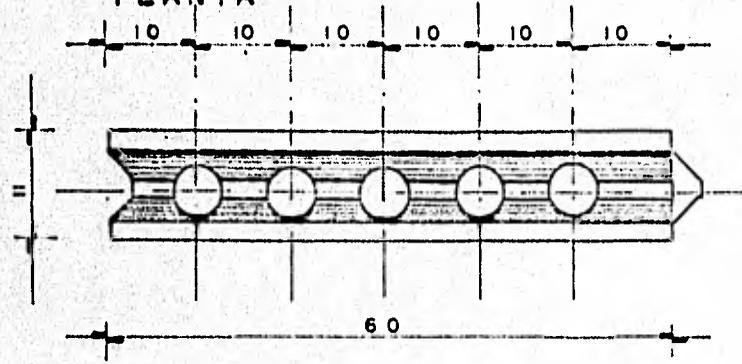
ALZADO

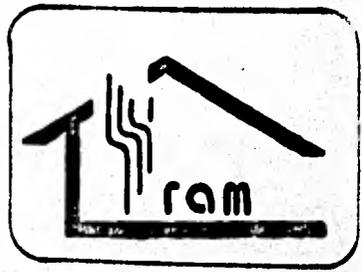


LATERAL

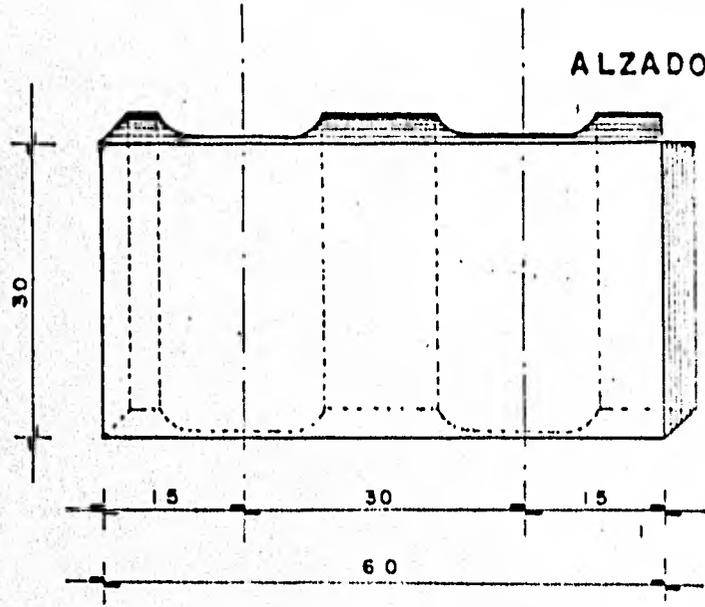


PLANTA

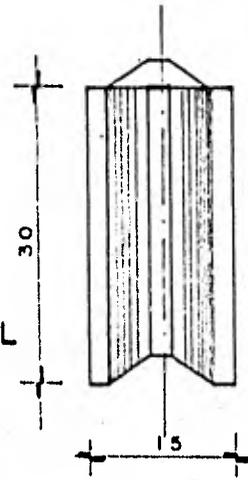




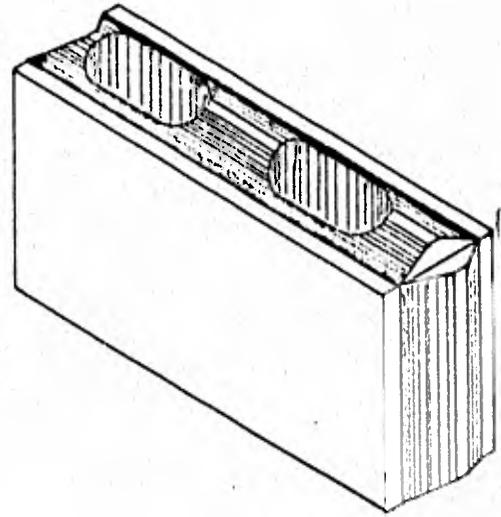
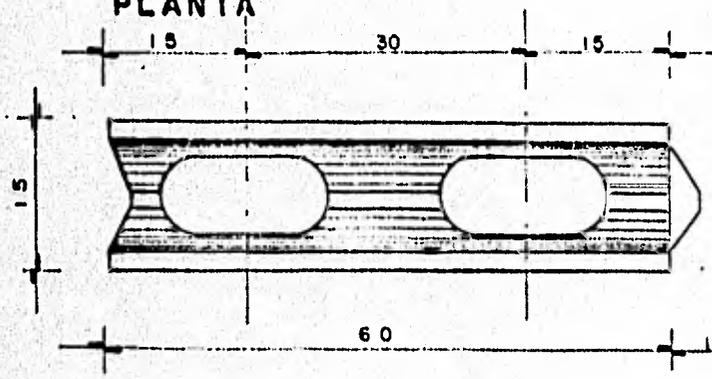
ALZADO



LATERAL



PLANTA

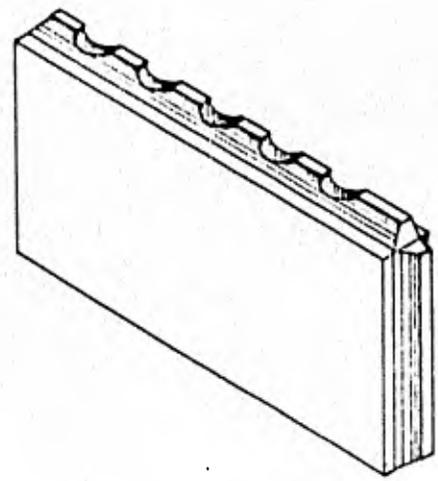
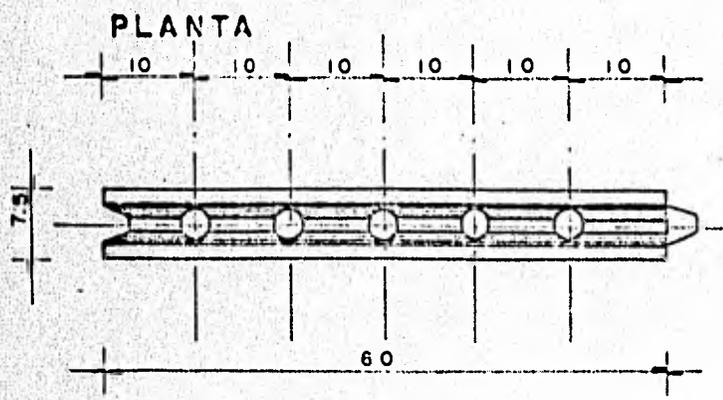
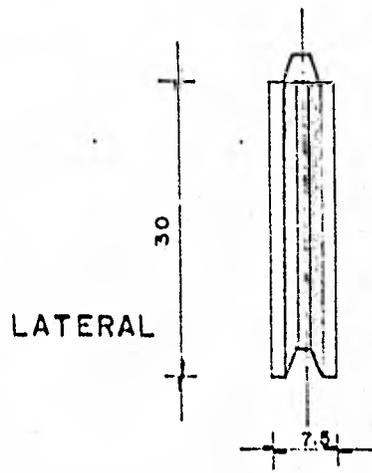
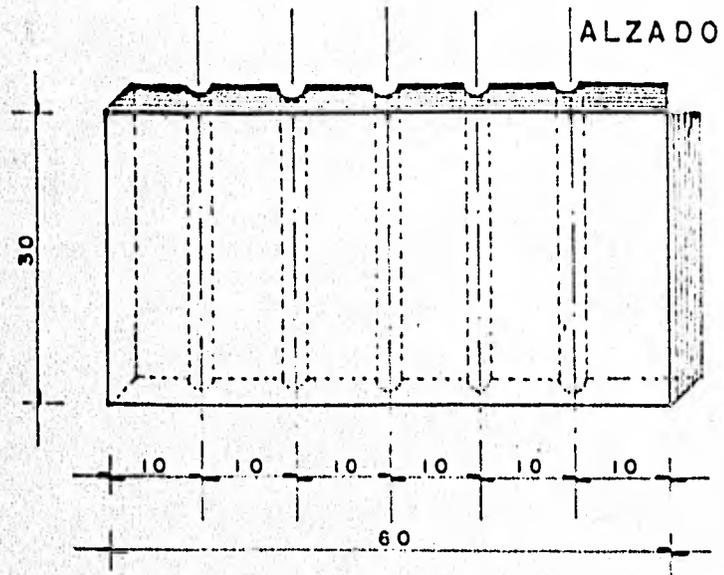
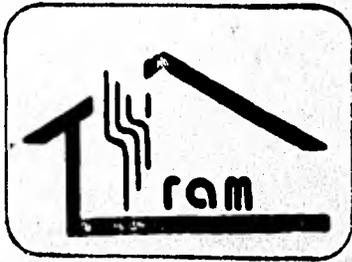


OBSERVACIONES:

muro-mol.

Colas en
CMS.
Esc. 1:75

m.m.

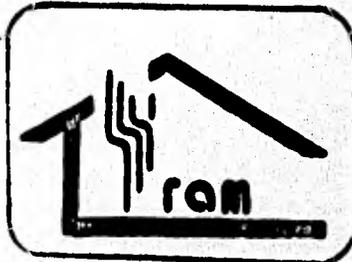


OBSERVACIONES:

muro - mol.

Cotas en
CMS.
Esc. 1:75

m.m.3



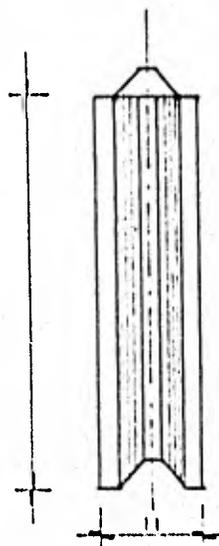
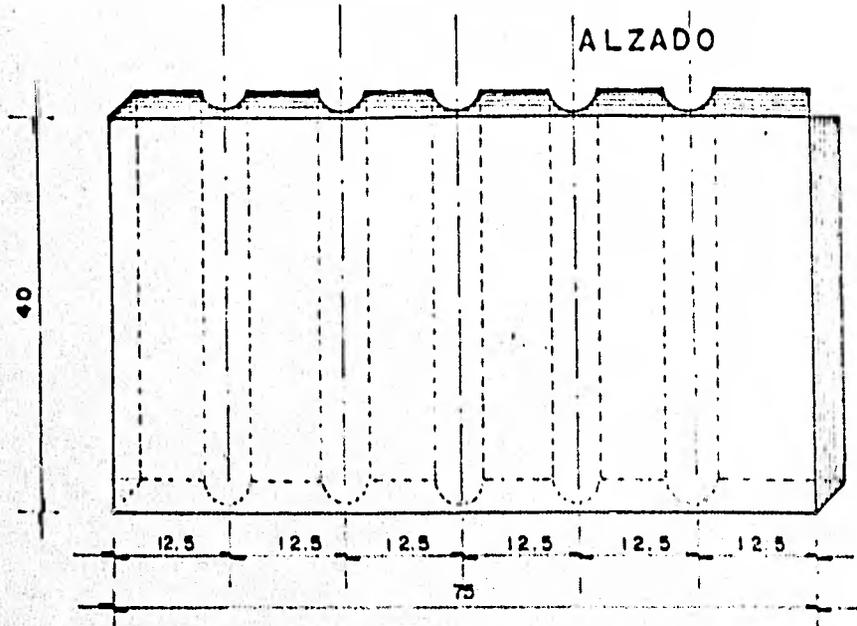
OBSERVACIONES:

muro-mol.

Cotas en
CMS.
Esc. 1:75

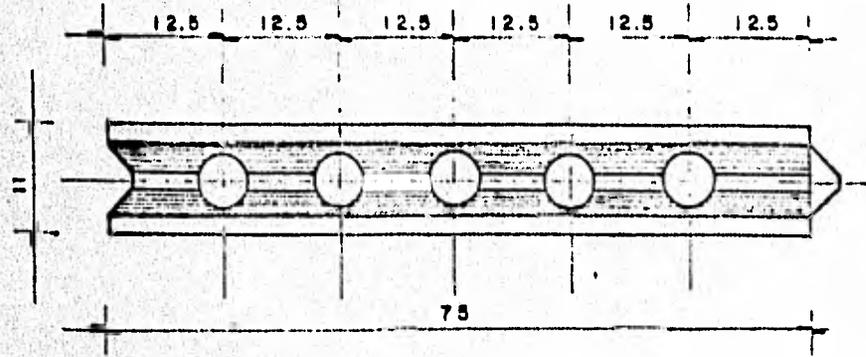
m.m.

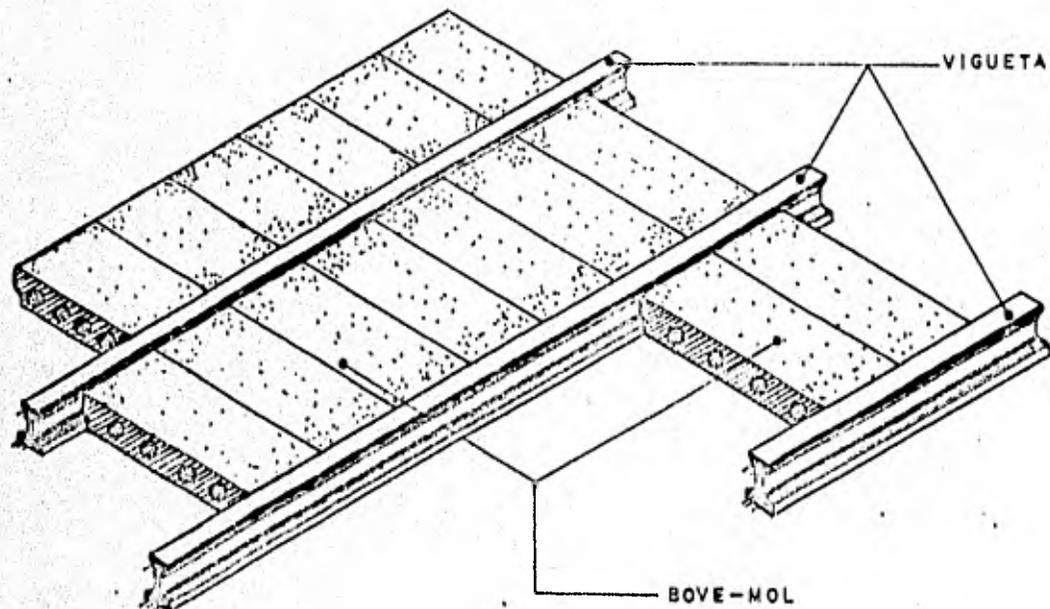
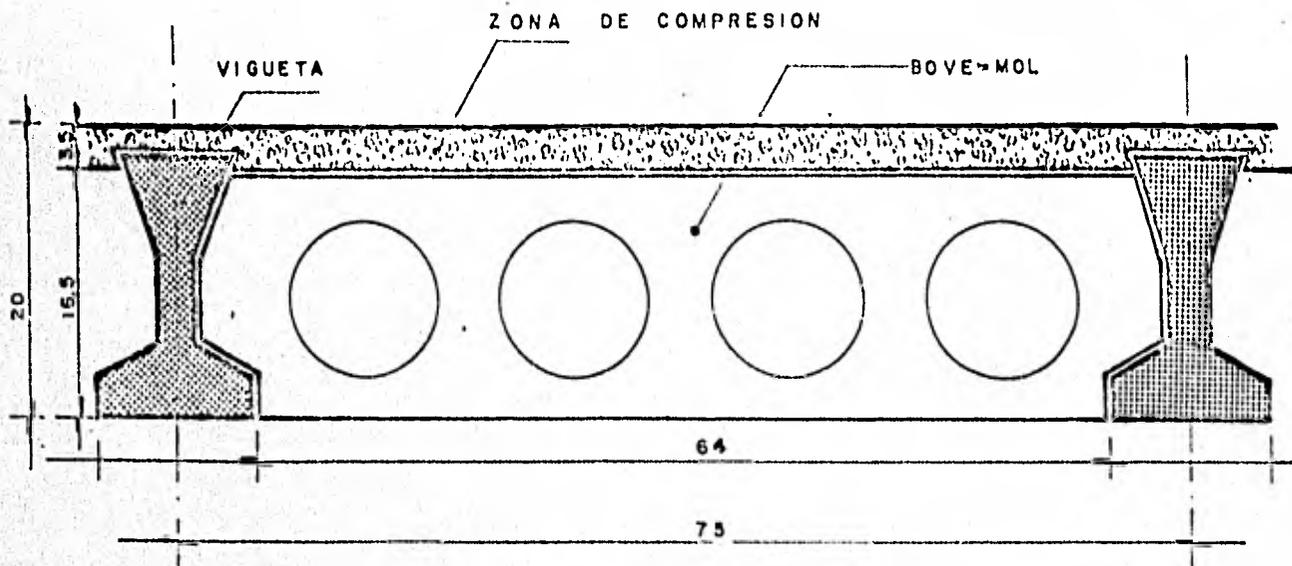
ALZADO



LATERAL

PLANTA



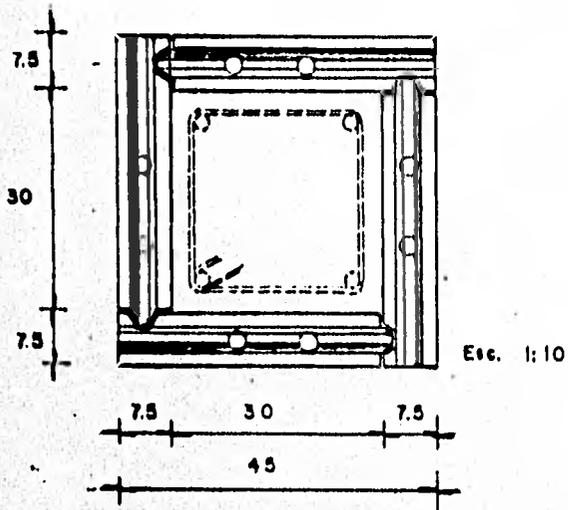


OBSERVACIONES:

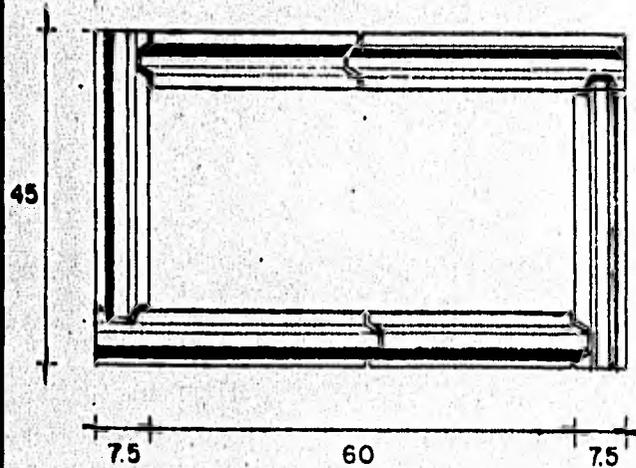
bove-mol.

Colas en
CMS.
Esc. 1:50

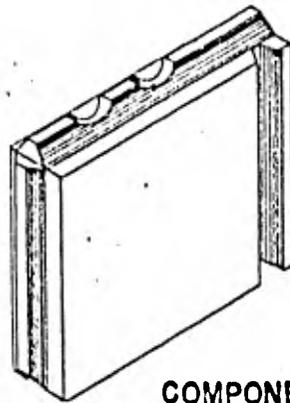
b.m



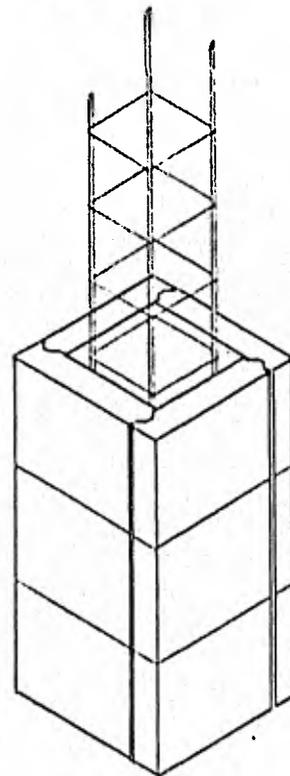
SECCION DE LA COLUMNA EN PLANTA



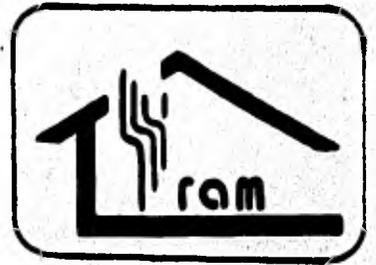
COLUMNA MODULAR



COMPONENTE BASICO



Esc. 1:20



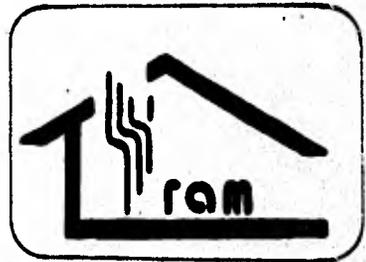
OBSERVACIONES.

- LOS DUCTOS EN LOS COMPONENTES SON OPCIONALES.

cimbra modular.

Colas en
C.M.S.
Esc. indicado

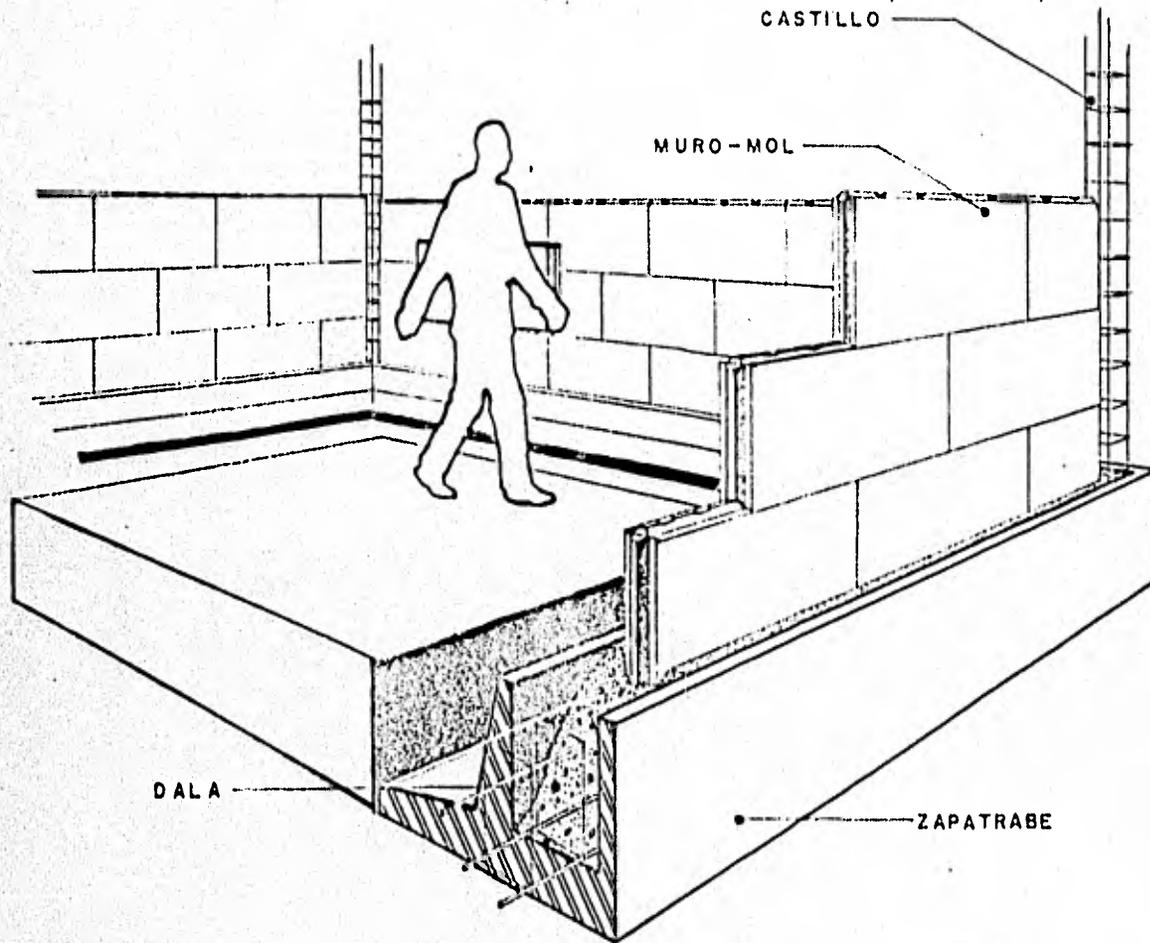
c.m

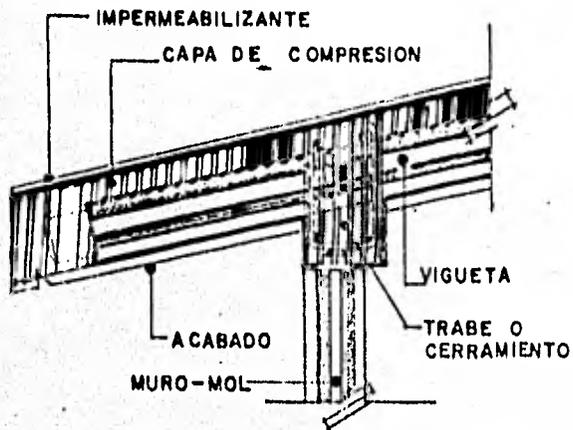


OBSERVACIONES:

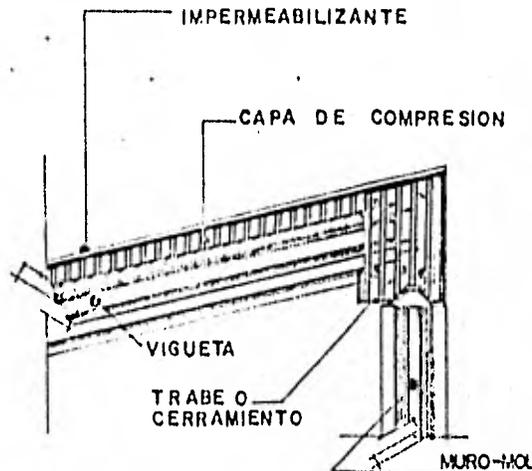
colocación y
desplante.

Sin Escala

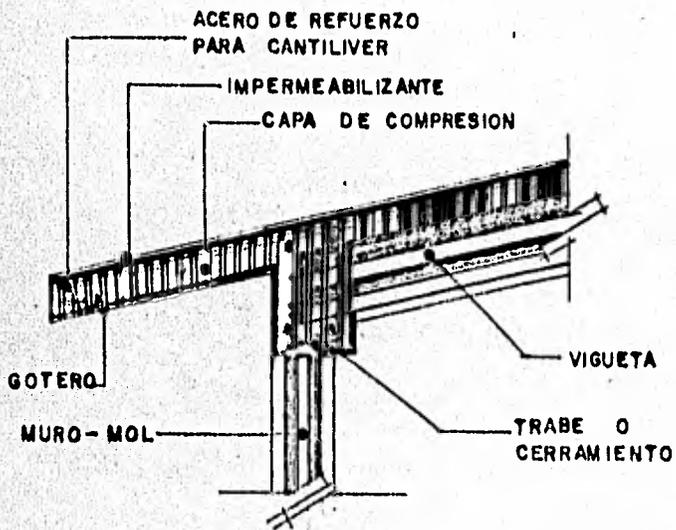




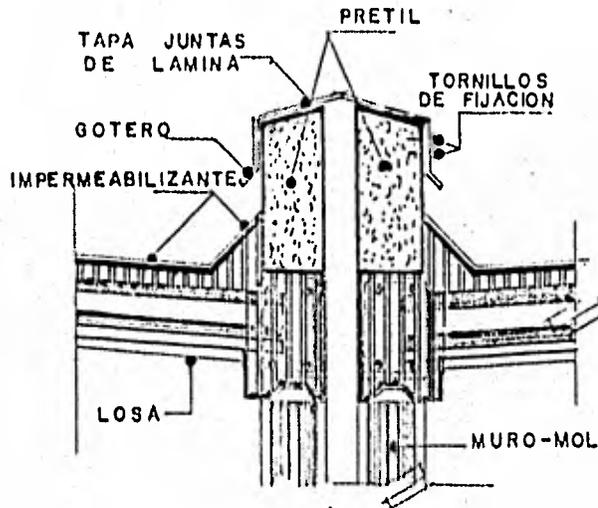
VOLADO DE LOSA CON PENDIENTE



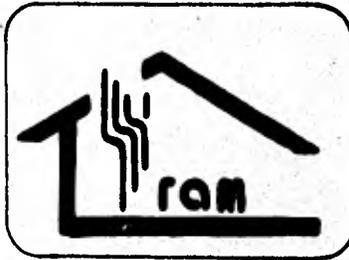
APOYO A UN AGUA



VOLADO DE LOSA CON PENDIENTE



JUNTA CONSTRUCTIVA

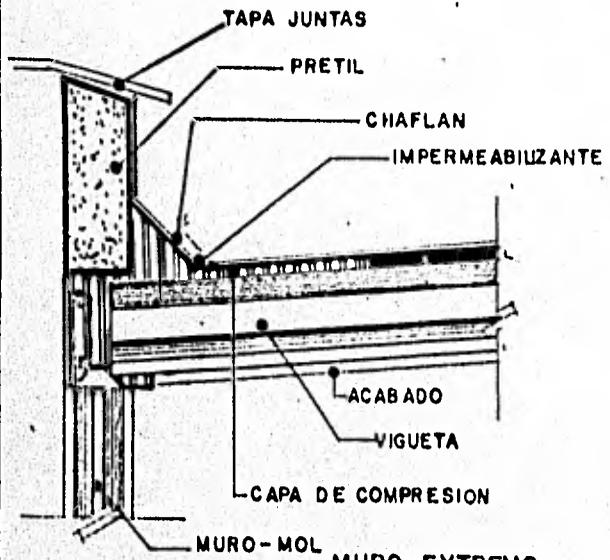


OBSERVACIONES:

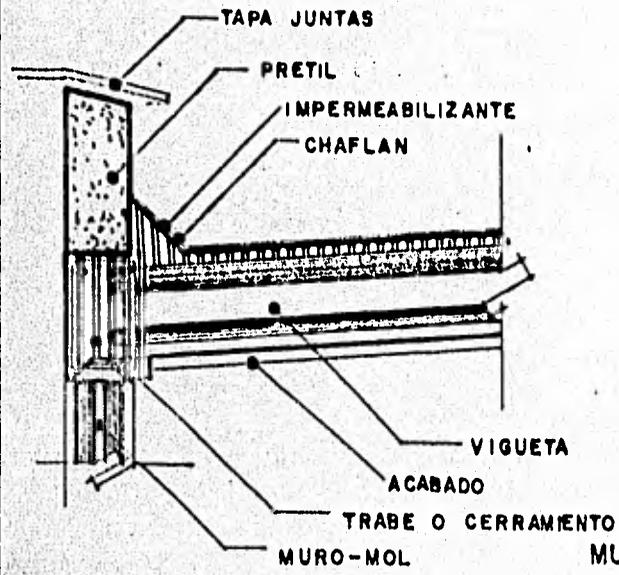
detalle constructivo

Sin Escala

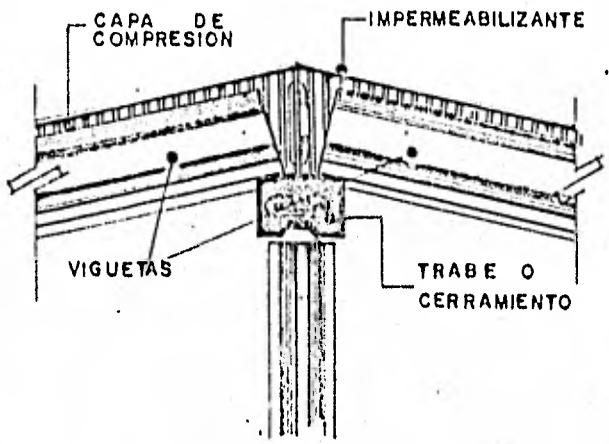
d.c.!



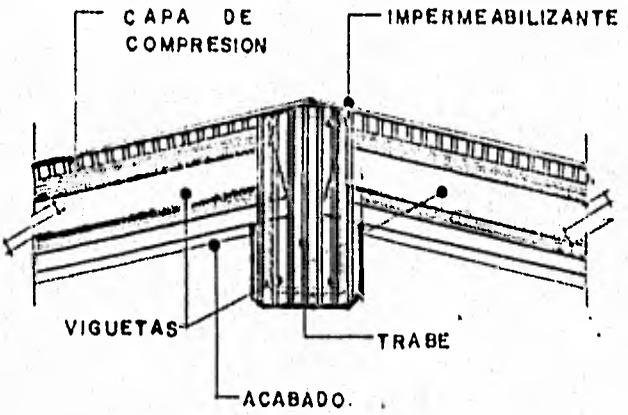
MURO EXTREMO OPCION "A"



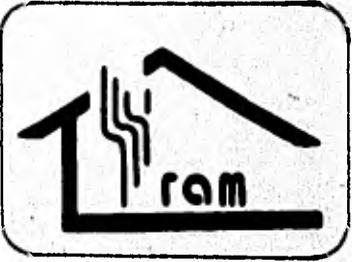
MURO EXTREMO OPCION "B"



MURO EN CUMBRERAS A DOS AGUAS



VIGAS AHOGADAS EN TRABES DE CUMBRERA A DOS AGUAS

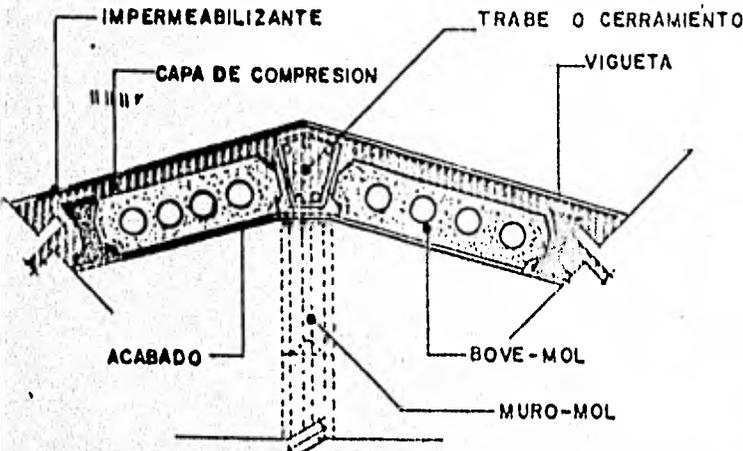
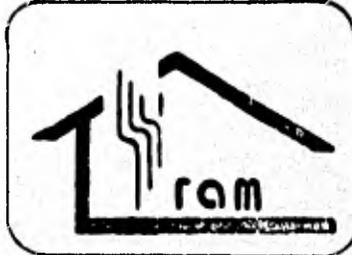


OBSERVACIONES:

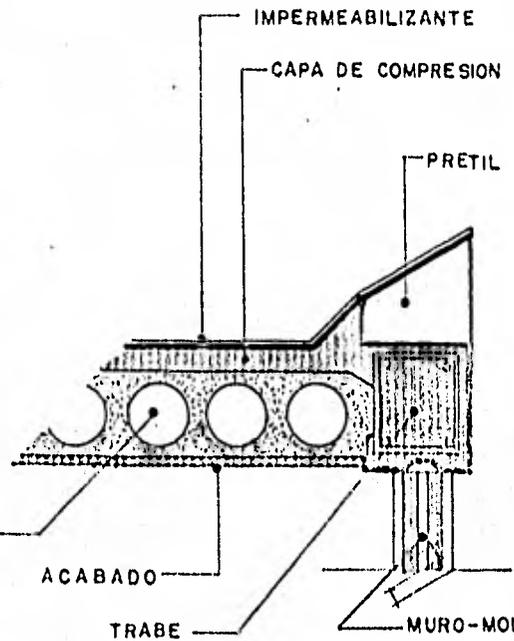
detalle constructivo

Sin Escala

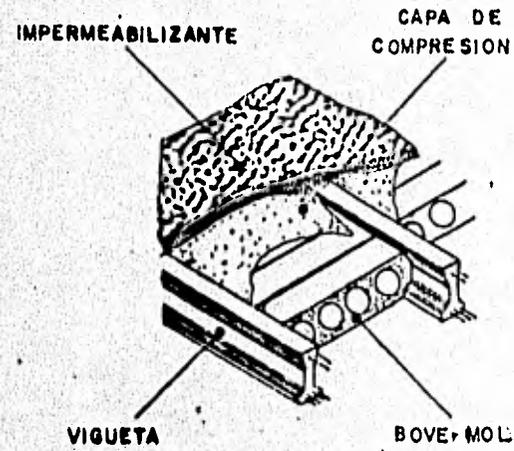
d.c.2



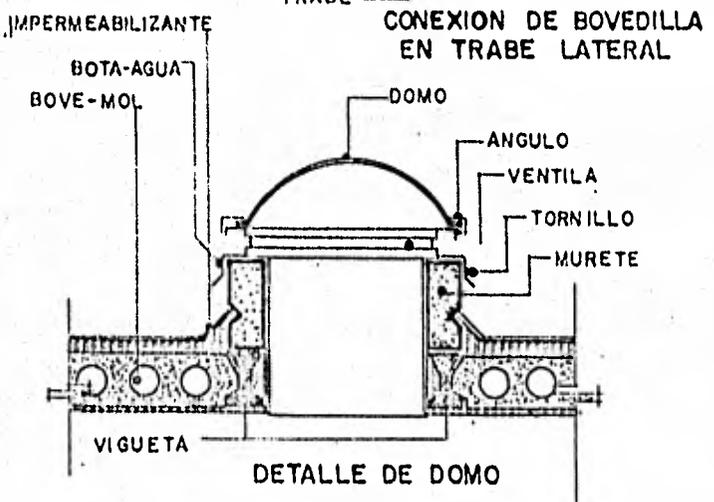
CONEXION DE BOVEDILLAS EN TRABE DE CUMBRERA



CONEXION DE BOVEDILLA EN TRABE LATERAL



DETALLE DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA LOSA



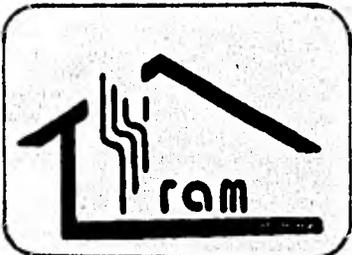
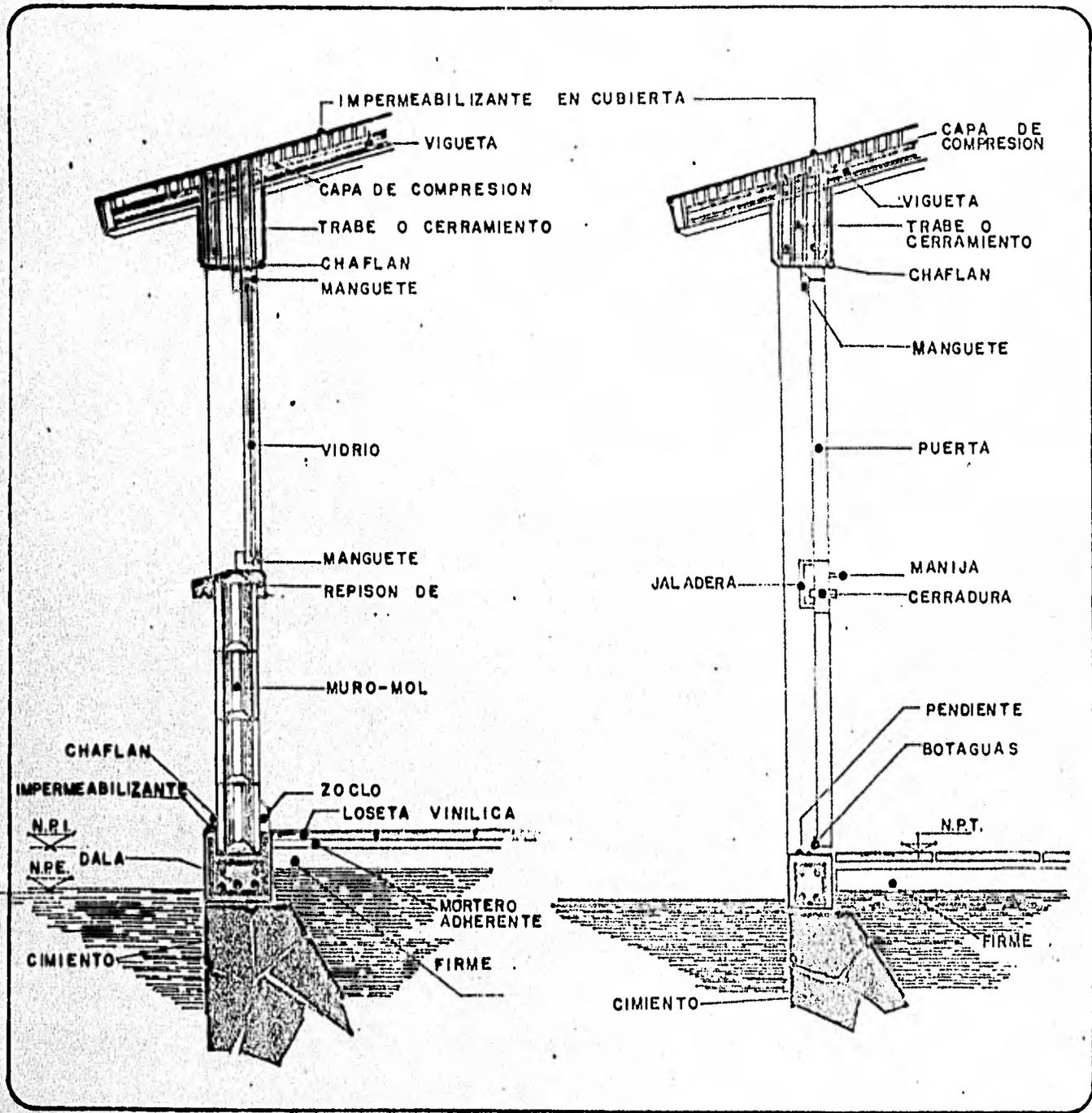
DETALLE DE DOMO

OBSERVACIONES:

detalles constructivos.

Sin Escala

dc-3

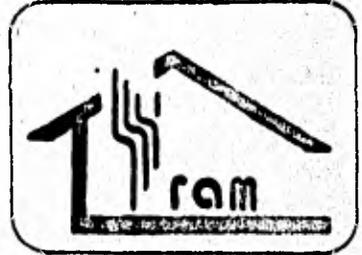


OBSERVACIONES:

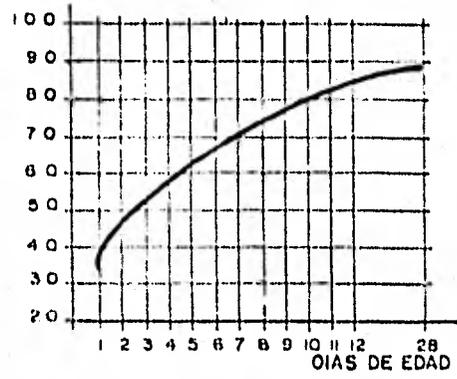
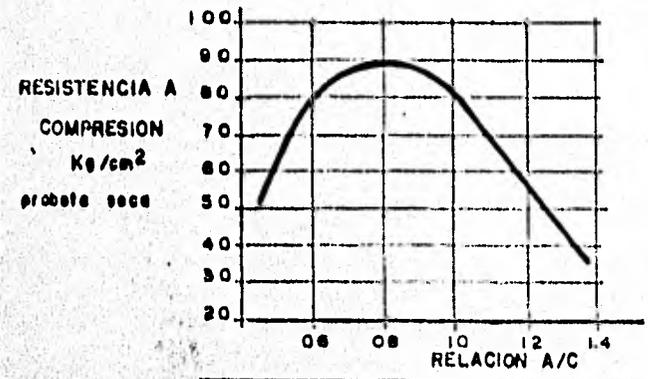
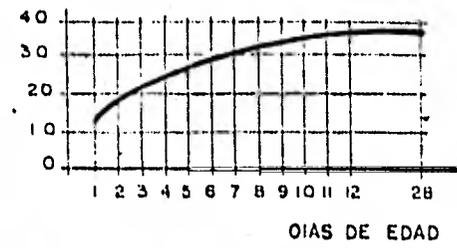
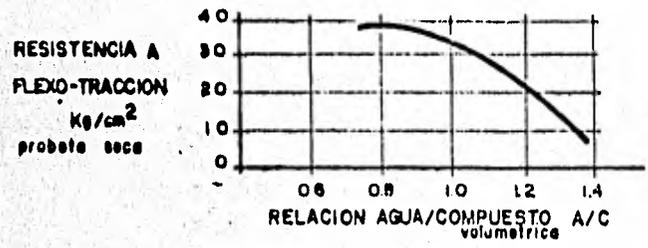
detalle
constructivo

Sin Escala

d.c.4.



AGUA PARA EL AMASADO:

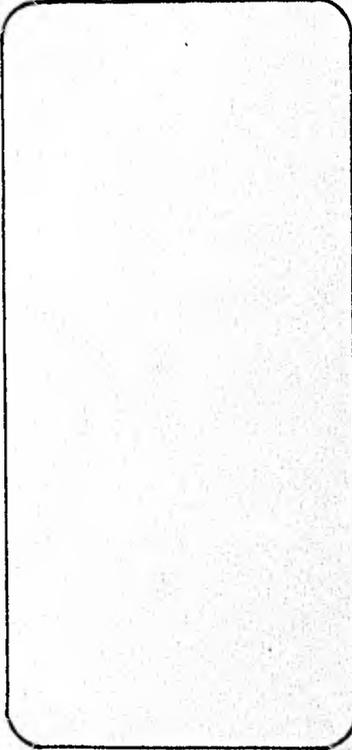


TIEMPO DE FRAGUADO:

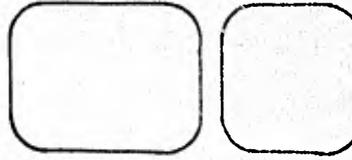
COMPONENTE	PROPORCION		TIEMPO APARENTE DE FRAGUADO.	TIEMPO DEFINITIVO DE FRAGUADO
	agua	compuesto		
Sin Aditivo, Acelerante ni Retardante.	0.8	1.0	4 minutos	26 a 29 dias

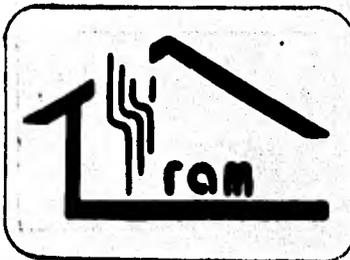
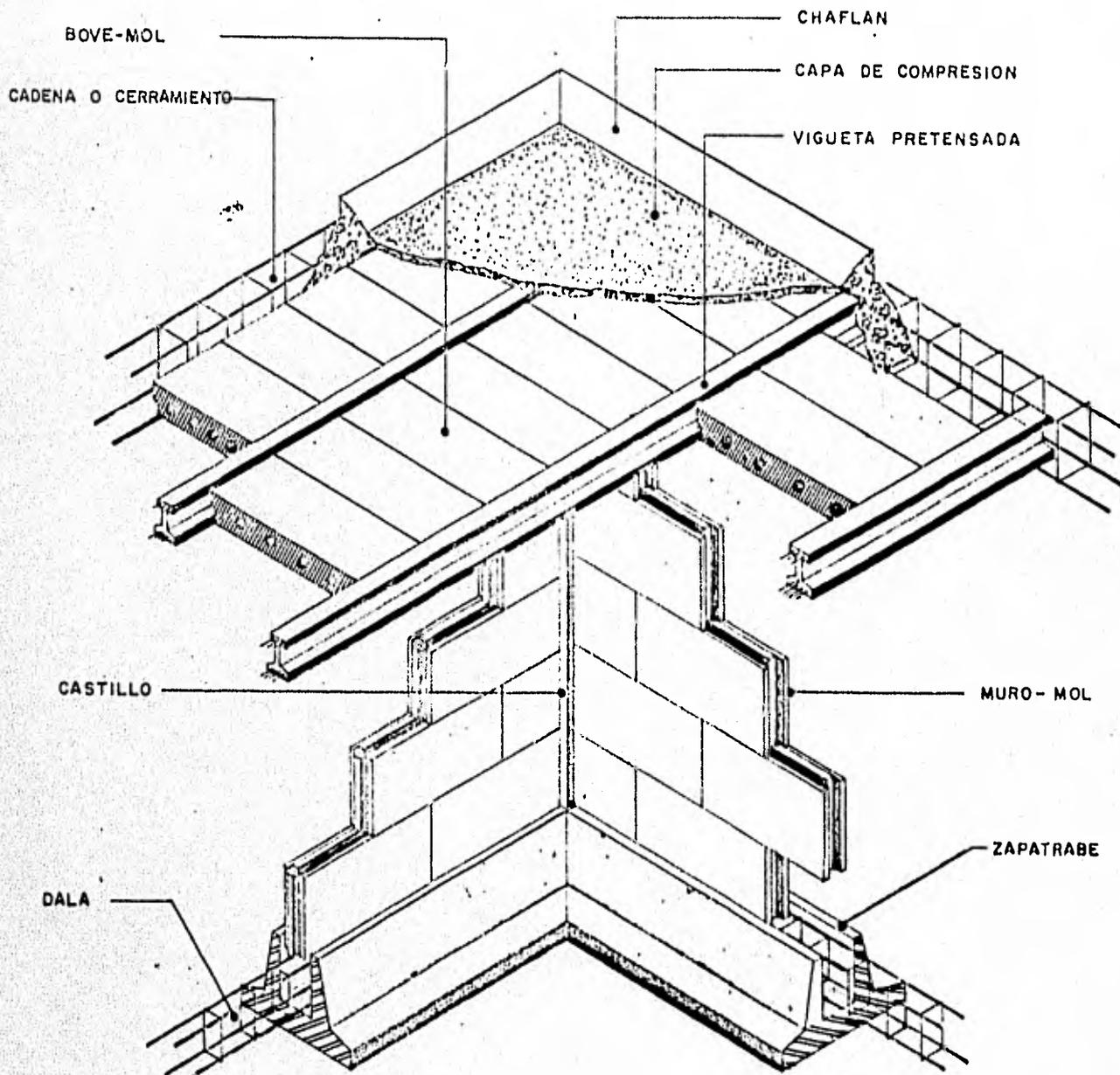
OTRAS CARACTERISTICAS:

- EXELENTE ADHERENCIA A LOS MATERIALES POROSOS.
- FRAGUADO MODIFICABLE.
- PROPIEDADES AISLANTES TERMICAS.
- PROPIEDADES ACUSTICAS DADA SU POROSIDAD.
- LIGERESA.
- SU ALTO PUNTO DE FUSION (1400°C) LE PROTEJE CONTRA EL FUEGO.
- SU BAJO COSTO DE OBTENCION E INDUSTRIALIZACION LO HACEN DE FACIL ADQUISICION.



características tecnológicas.





OBSERVACIONES:

sistema
constructivo.

Sin Escala

6.0.- ANALISIS URBANO DE TLAXCALA, TLAXCALA Y PROYECTO DE VIVIENDA:

La morada del hombre, algo historicamente fundamental para la subsistencia de la especie, se ha convertido en un factor básico para la organización y desarrollo de la existencia familiar, al adquirir desde el siglo pasado un carácter y una función eminentemente social que la han transformado de ser un problema individual a adquirir relevancia social.

Unos de los problemas crónicos que afronta toda nación en franco progreso, es el impresionante crecimiento demográfico y que se acentúa en las áreas ya densamente pobladas. Una de las fallas en los países en desarrollo, al tratar de solventar sus necesidades de vivienda ha sido el alto costo debido principalmente a errores en la planificación así como la falta de aportaciones en lo referente a la investigación de los materiales, adecuadas políticas crediticias, tecnologías y de tenencia de la tierra.

La vivienda por lo tanto ha adquirido caracteres de derecho social en cuanto a que todo individuo o familia tiene derecho de poseer una vivienda.

Actualmente la población de México es una de las tasas más elevadas del mundo, sobre todo en el sector urbano. Se calcula que para 1990 la población aumente a 58 millones de habitantes, por lo cual el requerimiento de vivienda será de grandes proporciones.

El desmesurado crecimiento de la población se inicia a partir de los años 40, con el abatimiento de la tasa de mortalidad, además de que en estos años comienza a desarrollarse la acelerada industrialización del país, con lo que también se incrementa en gran medida el proceso de urbanización.

Ante esta situación comienzan los problemas para proporcionar los servicios de infraestructura y equipamiento demandados por la creciente población urbana.

La falta de previsión hacia el crecimiento urbano trae como consecuencia una especulación tanto en la tierra como en la vivienda, que a la postre acarrea grandes costos para producir infraestructura y servicios urbanos favorables.

A raíz de que en nuestro país comenzó a existir un aumento desmesurado en la población y un crecimiento acromegálico de las ciudades en las zonas industrializadas, día a día la demanda de vivienda se hace más aguda y el déficit crece en grandes proporciones.

En 1973 en el país se detectó un déficit aproximado de 4 millones de viviendas, 2.3 millones en el medio urbano y 1.7 en el rural. Según cálculos desarrollados en este entonces se requeriría construir 362 mil viviendas; 307 mil urbanas y 55 mil rurales, pero en la actualidad las cifras han crecido y de seguir así México llegará a un déficit superior a los 12 millones de viviendas para el año 2 mil.

De acuerdo a los niveles de ingreso de la población o sea la capacidad que tiene para adquirir una vivienda en el mercado institucional o privado, solo el 30% de la población representa la demanda efectiva, lo que significa que el representante 70% de la población resuelve su problema en forma personal, desarrollando una autoconstrucción de vivienda que no llena los requerimientos mínimos recomendables a nivel humano.

Esto se constituye un problema serio, debido a que la población puede improvisar una vivienda aún en las situaciones más precarias.

Sin embargo la tierra también existe en cantidades limitadas, ya que está sometida al régimen de la propiedad en cualquiera de sus formas, por lo cual, requiere de una provisión de tierras con servicios urbanos indispensables para el asentamiento de una población urbana.

La construcción de una vivienda en México está sujeta a las libres fuerzas del mercado (oferta y demanda) o sea que no existe una política integral de vivienda. Algunos datos señalan que el total de vivienda que se construye, la iniciativa privada cubre el 15%, las instituciones de vivienda el 15% y el esfuerzo individual el 80%, por lo cual se puede observar que la mayoría de la población opta por construir su propia casa.

La construcción de viviendas en gran parte se realiza por empresas privadas por razo

nes de organización, eficiencia y capacidad operativa.

Por otra parte, amplios sectores de la población han demostrado gran capacidad para construir sus viviendas con recursos escasos, así como para complementarlas y mejorarlas en un proceso continuo.

En el caso que ahora nos ocupa, Tlaxcala, la producción de vivienda construidas por los propios usuarios representa el 78.7% del total. Por otra parte, el 21.3%, emplearon contratistas en la construcción o la compraron hecha.

La vivienda acreditable en 1980 era de 5,140 unidades, lo que representa el 42.8% del total, 23.7% con 28.43 unidades de vivienda media y 4,027 viviendas que representan el 33.5% de viviendas precarias.

Es por esto que congruente con el Plan de Desarrollo Urbano para la zona conurbada - Tlaxcala, Santa Ana Chiautempan, San Nicolas Panotla, San Juan Totolas, San Pablo - Apetatitlán y de acuerdo con las políticas, lineamientos y estrategias mencionados - en la primera parte de esta investigación, planteamos como proyectos a desarrollar, un conjunto habitacional de tipo unifamiliar, dentro de las políticas de vivienda en las áreas aptas para el crecimiento urbano.

La dimensión y la categorización del conjunto habitacional estará condicionado por:

- a).- Grado de desarrollo urbano de la localidad.
- b).- Demanda de vivienda.
- c).- Perfil socioeconómico de los destinatarios.
- d).- Monto de crédito autorizado.
- e).- Leyes, reglamentos y convenios vigentes.
- f).- Densidades recomendadas.
- g).- Diagnóstico urbano predial-zonal.
- h).- Requerimiento de equipamiento urbano.
- i).- Selección de terreno.
- j).- Valores del suelo urbano.

Y siendo nuestros objetivos:

- 1.- Considerar las necesidades del usuario en equilibrio con la capacidad de pago de los mismos.
- 2.- El conjunto deberá integrarse armónicamente con el contexto urbano de la zona, para así, aprovechar los beneficios que ello implica, como pueden ser, la relación vivienda trabajo; servicios e instalaciones urbanas, ambientación, etc.
- 3.- Se intentará satisfacer las necesidades individuales y comunales, buscando más eficiencia de los recursos técnicos-económicos.
- 4.- Aprovechar las características y uso potencial del suelo, procurando -

- obtener los índices de densidad adecuados.
- 5.- Aprovechar las mejores condiciones de orientación y ventilación en función de los elementos naturales, garantizando la mejor calidad ambiental, evitando el contacto con fuentes de contaminación acústica, malos olores, polvos, etc.
 - 6.- Mejorar la calidad de la vivienda del individuo e integrar los espacios habitacionales al medio ambiente.
 - 7.- Consideremos las necesidades sociales del individuo como son identidad y seguridad, entendiéndose por estos:

SEGURIDAD.- La estabilidad física y emocional del usuario, tanto por el tipo de tendencia como las características físicas, ambientales y sociales del medio habitacional en que se encuentra.

IDENTIDAD.- El sentido de pertenencia del individuo a una comunidad o grupo, donde la vivienda cumple la función de ubicar espacialmente y socialmente al usuario.

- 8.- Y por último, implementar y desarrollar un sistema técnico-construtivo mediante la máxima utilización del yeso como material básico en la construcción de viviendas, dosificado en los diferentes elementos tanto estructurales como decorativos y de acabados, intentando así abatir los costos de la edificación y crear una alternativa de solución a la vivienda como de adquisición por parte del sector

popular.

Cabe señalar que la determinación del área para crecimiento, se realizó en base a proyecciones de población, de acuerdo a las características económicas de la zona y a la política adoptada (1), así como el potencial de la zona, la que tendrá 123,648 habitantes aproximadamente al año 2,000 con un incremento de 55,187 habitantes los que requerirán de 107 has., nuevas para el crecimiento urbano, y las que estarán localizadas al este de Tlaxcala, sobre el actual libramiento de Ocotlán que une a ésta con Santa Ana Chiautempan y las ubicadas al sur de San Pablo Apetatitlán y noreste de Sana Ana Chiautempan. Zona que a su vez presenta incentivos en lo que respecta a dotación, mejora y conservación de los servicios y equipamiento urbano.

También es conveniente señalar que las estimaciones y los requerimientos de vivienda, contempladas en el plan, para corto plazo son:

AÑO	No de viviendas.
1982-1983	.1,412
1984-1986	1,515
1987-2000	<u>10,659</u>
	13,586

Nota: Las que se distribuirán de acuerdo al tipo de vivienda y recursos económicos señalados para cada caso.

6.1.- GRADO DE DESARROLLO Y CRECIMIENTO URBANO DE LA LOCALIDAD:

Con el fin de analizar la zona que nos ocupa en detalle y dar una idea más clara de como se ha venido dando el crecimiento urbano en ésta, diremos que los pequeños poblados que circundaban a las ciudades de Tlaxcala y Santa Ana Chiautempan, se encuentran en su mayoría ya absorbidos por el crecimiento de estas ciudades, y que prácticamente se ha dado en todas direcciones y de manera anárquica, algunas veces sobre topografías inadecuadas y en algunas otras sobre zonas agrícolas. Estos crecimientos que son los más importantes están por unir a las ciudades de Tlaxcala con la Trinidad Tepehitec (situada al poniente), y con las cabeceras municipales de Totolac y Panotla, que apenas se dividen por la autopista México-Apizaco, por otro lado la sección vecina a Santa Ana no presenta un orden definitivo, ya que como se menciona anteriormente, son pequeños barrios o poblados que han sido alcanzados por la mancha urbana, así como un crecimiento también absorbente sobre los ejes viales primarios que la conectan con Tlaxcala y San Pablo Apetatitlán por el eje que los une, dándose algunas veces sobre terrenos agrícolas que paulatinamente se han ido urbanizando con la poca presencia de infraestructura y equipamientos adecuados.

Siendo este crecimiento el que nos interesa para proponer un asentamiento ordenado, nos abocaremos directamente a realizar un análisis a nivel diagnóstico de esta zona en particular.

Este diagnóstico nos permitirá conocer y evaluar cualitativamente y cuantitativamen-

te el equipamiento urbano existente, y en base a este estudio y a la dimensión o categorías del conjunto propuesto, podrá determinarse si existen diferencias en el equipamiento urbano, y poder satisfacer los requisitos sociales de acuerdo al balance costo-beneficio y a la factibilidad técnica, evitando por una parte que existan deficiencias en el habitar y por otra parte que haya un sobre equipamiento.

De este modo contribuir a obtener la máxima eficiencia en el aprovechamiento del uso del suelo del promedio seleccionado, donde deberá aplicarse los criterios de densificación que satisfagan las necesidades del programa de vivienda, del estudio económico y de acuerdo a los reglamentos vigentes en la localidad, solucionando así, en forma equilibrada las necesidades individuales y sociales de los destinatarios.

De acuerdo a lo anterior, se recomienda desarrollar conjuntos de las categorías I a IV ya que ofrecen el mejor balance de eficiencias en unidades como son:

CATEGORIA	LIMITE INFERIOR DE VIV.	LIMITE SUP. DE VIV.	EQUIPAMIENTO NECESARIO.
I	I	49	-
II	50	50	comercio primario.
III	100	249	Comercio primario, centro social.
IV	250	500	Comercio prim. centro social, E. primaria.

Estas categorías obedeciendo al número de la vivienda generarán sus propias normas de diseño urbano, en las cuales se especifican los mínimos requerimientos que deben ser cumplidos.

NOTA: Lo anterior constituyen los requerimientos mínimos que se señalan para el diseño de conjuntos habitacionales: INFONAVIT.

Por otro lado tenemos, lo que señala en el reglamento para zonificación en el Territorio del D.F. en su artículo 40 y que clasifica a los conjuntos de la siguiente manera:

- a).- Conjunto habitacional 25 a 50 viviendas.
- b).- Conjunto habitacional vecinal 51 a 250 viviendas.
- c).- Conjunto habitacional de barrio más de 250 viviendas.

6.2.- PLANTEAMIENTO Y DEFINICION DEL PROYECTO:

El proyecto que se propone estará ubicado dentro de la categoría 1 ó conjunto habitacional, ya que está compuesto por 30 viviendas de tipo unifamiliar.

El proyecto comprenderá todos y cada uno de los elementos que han de intervenir en el desarrollo urbano, en base a la investigación de requerimientos de tipo social y físico, detectados y que habrán de encontrar una satisfacción a través de los plan-

teamientos de diseño que se emplean, así como la consideración de normas y criterios que se recomiendan por parte de las instituciones como FOVISSSTE, e INFONAVIT y las condicionantes que se señalen en los reglamentos vigentes de la localidad.

En virtud de que un conjunto urbano debe incluir gran diversidad de elementos que no lo conviertan en un agrupamiento de casas, deberá considerarse una correcta distribución de estos, a este nivel se definirá primeramente los porcentajes, especificaciones y normas conforme a los cuales ha de utilizarse el suelo para cada uno de los elementos constitutivos del conjunto.

6.3.- ANTEPROYECTO URBANO:

Esta etapa comprende la formulación de condiciones al plan físico preliminar en base a los datos obtenidos en la primera parte del desarrollo, correspondientes a la investigación, estas condiciones son:

- a).- Para llevar a cabo el planteamiento inicial, es necesario determinar la densidad de población propuesta en el Plan de Desarrollo Urbano para la zona en cuestión, la que nos marca para conjunto habitacional una densidad de 150 a 200 hab/ha (1), o bien basarnos en el cuadro de densidades de población y vivienda que propone el FOVISSSTE.

LOCALIDADES	No. DE HABITANTES	MINIMA		MAXIMA	
		Viv/ha	Hab/ha	Viv/ha	Hab/ha
de más de	1,000,000	80	448	120	672
de 500,000	1,000,000	65	365	100	560
de 100,000	500,000	50	280	80	448
de 15,000	100,000	40	224	60	336

b).- Ahora bien, para aquellas unidades de hasta 50 viviendas por hectárea en áreas urbanas y pequeños conjuntos de saturación como en nuestro caso, la dosificación de elementos se reduce a determinar porcentajes de utilización del suelo de la siguiente manera:

VIVIENDA	45%
ESTACIONAMIENTOS	25%
ESPACIOS ABIERTOS	30%

c).- Los indicadores obtenidos en el estudio, señalan una densidad domiciliaria en 1980 a 1990 de 5.7 personas; en 1990 a 1999 de 4.1 personas y en el año 2000, 5.7 personas.

Por otra parte y con la finalidad de proponer un proyecto que sea congruente con las posibilidades económicas y de financiamiento de los destinatarios, y que responda a las necesidades espaciales se realiza un estudio de

programas de financiamiento por dos sectores básicamente el FOVI ó Banco de México y el del INFONAVIT.

6.3.1.- CREDITOS PARA LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL (BANCO DE MEXICO):

El programa financiero de vivienda ha venido actuando en tres ámbitos:

El de la vivienda llamada de interés social VIS A y VIS B, para atender a acreditados de bajos y medianos ingresos y el de la vivienda denominada de interés social para acreditados de ingresos mínimos VAIM.

En los tres tipos de vivienda los precios o valores deberán comprender el terreno urbanizado, la construcción debidamente terminada y toda clase de gastos adicionales.

Los créditos para la vivienda de interés social se otorgan hasta por el 80% del valor de garantía, cuando se trate de adquirientes de vivienda de interés social tipos A y VAIN que no estén en condiciones de construir dichas garantías adicionales, esta ampliación podrá ser hasta el 95% del valor de la garantía.

Entendiéndose por garantía; el apoyo a los créditos por parte de un fideicomiso del Banco de México cuya finalidad es compensar a la Institución de Crédito, los costos de los créditos que otorgan para la vivienda de interés social y es para darles

una mayor garantía en la operación de dichos créditos para evitarles quebrantos.

ASPECTOS GENERALES:

- a).- El valor del terreno no debe exceder del 35% del precio total de venta de la vivienda.
- b).- Los créditos para vivienda de interés social, causan un interés que no excederá del 11% anual, tratándose de viviendas VAIM del 14% para VIS A. En los casos para viviendas VIS B, la tasa de interés no será menor a 14% anual, ni superior a lo que resulte de restar siete puntos porcentuales al costo porcentual promedio de captación de la banca siendo de 39.12 a marzo de 1983.
- c).- Los créditos para vivienda de interés social se otorgan a un plazo no menor de 10 años.
- d).- Las instituciones de crédito procurarán que en el primer año, los abonos mensuales que efectúan los acreditados de las viviendas, en tanto el pago de capital como de intereses, representan aproximadamente el 20% del ingreso mensual del comprador. En ningún caso el abono mensual representará más del 25% de este ingreso.

CARACTERISTICAS DE VIVIENDA:

- a).- Vivienda para acreditados de ingresos mínimos:
Deberá estar constituida cuando menos por un espacio específico y cerrado pa-

- ra el aseo personal, otro para la preparación de alimentos y un espacio de usos múltiples que permita dormir, comer y estar.

El lote en que se ubique no podrá ser menor de 60 m^2 y la construcción inicial deberá tener un área mínima construída de 33 m^2 .

b).- Vivienda de ingresos tipo VIS A:

Deberá estar constituída por estancia-comedor, dos recámaras, baño y cocina. El área mínima construída de la vivienda será de 49 m^2 .

c).- Vivienda de ingresos medios tipo VIS B:

Deberá estar constituída cuando menos por estancia, comedor, tres recámaras, baño y cocina. El área mínima construída será de 65 m^2 .

En los tres casos, se incluirán muros medianeros y la propiedad común, excluyéndose volados, áreas para lavado y tendido de ropa y, áreas ocupadas por elementos de propiedad común (excepto los muros).

De lo anterior encontramos que los intereses, el monto total de financiamiento, el plazo para pagar y las dimensiones que se proponen, así como los requisitos para los tres tipos de vivienda, no vienen a solucionar el problema y paradójicamente no beneficia ni satisface las necesidades del adquiriente, sino por el contrario, los

somete a un régimen de liquidación de préstamo que tiene que pagar por una vivienda que no cumple ni enfrenta los problemas de solución, ya que esta no deja de ser un cuarto de los denominados redondos o de usos múltiples. Refiriéndonos básicamente al programa VAIM.

Por esto es que nosotros hemos determinado, trabajar y encontrar una relación congruente de costo-beneficio basándonos y apoyándonos en los programas de financiamiento propuestos por el INFONAVIT, lo cual aunado a nuestro propósito de abatir el costo de construcción, mediante la utilización del yeso, intentamos abrir una posibilidad de adquisición de viviendas a menor costo y con destino a los sectores de medianos y bajos ingresos.

6.3.2.- ANALISIS DE LOS PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO INFONAVIT::

Se entiende por programas de financiamiento a la construcción de vivienda para los trabajadores sindicalizados, debidamente identificados y que sean derechohabientes del propio instituto.

El financiamiento a la construcción de viviendas, se llevará a cabo de acuerdo a los rangos de salarios de los diferentes trabajadores de la localidad en que se realice la construcción, los que han sido agrupados en los siguientes cajones:

Cajón A	De 1	Hasta 1.25	Veces el salario mínimo.
---------	------	------------	--------------------------

Cajón B	De 1.25	Hasta 2	Veces el salario mínimo.
Cajón C	De 2	Hasta 3	Veces el salario mínimo.

En donde el valor del terreno no deberá exceder del 30% del importe total de la promoción.

Los créditos a los trabajadores tendrán las siguientes características:

- a).- Devengarán un 4% anual sobre saldos insolutos.
- b).- Tratándose de créditos para adquisición y/o construcción de sus habitaciones, el plazo no será menor de 10 años.
- c).- Los descuentos o abonos que se hagan a los trabajadores con salarios mínimos, para el pago de los créditos, no podrán exceder del 25% de sus salarios integrales mensuales. Para los salarios superiores al mínimo estos descuentos o abonos no podrán exceder del 30% del salario mensual.
- d).- Los sistemas y plazos para amortización de créditos estará determinado por el consejo de administración del instituto, el cual regularmente otorga:

AÑOS AMORTIZACION	VECES SALARIO MINIMO
20	1.0
17	1.5
15	2.0

Para resumir lo anterior, se han elaborado las siguientes tablas, las cuales nos permitirán determinar y conocer el monto total de financiamiento otorgado por el INFONAVIT, así como las áreas de construcción y terreno que se podrán adquirir con dicho financiamiento.

En virtud a que consideramos que el monto del financiamiento para el cajón I no nos permite dar una solución ideal a la vivienda, por el bajo alcance de que se dispone en cuanto a área construída (49 m^2) y de acuerdo a nuestros objetivos planteados, destinaremos la propuesta de vivienda a los sectores ubicados en el cajón C (2 veces salario mínimo), de donde se derivan las características y dimensiones del conjunto habitacional.

Estando nuestro conjunto conformado por 30 viviendas, las cuales ocupan 126 m^2 . cada una, nos dan $3,780 \text{ m}^2$ destinados a sembrados de lotes, ahora bien, si sabemos que esta área es el 45% del total del predio, tenemos que se requerirá una superficie total de $8,400 \text{ m}^2$ de acuerdo al siguiente planteamiento:

$$\begin{array}{l} 30 \text{ viv} \times 126 \text{ m}^2 = 3,780 \text{ m}^2 \\ \text{si } 3,780 \text{ m}^2 \text{ es el } 45\% \\ \quad \times \quad \quad \text{es el } 100\% \end{array}$$

Por lo tanto

$$\frac{3,780 \times 100}{45} = 8,400 \text{ m}^2$$

45

La población en el conjunto será de 168 habitantes correspondiendo a una densidad - de 199 hab. por hectárea, por lo cual, la propuesta se apega y alinea a la política de densificación para esta zona, la que nos marca 200 hab/ha.

6.4.- NORMAS ADOPTADAS DE DISEÑO URBANO:

6.4.1.- DONACIONES:

En todos los conjuntos que estén formados por 25 viviendas en adelante, deberán dejar áreas de donación cuya superficie será el 10% del total del predio en estudio, debiendo tener frente a la vía pública.

6.4.2.- ESTACIONAMIENTOS:

El diseño y la distribución de los cajones de estacionamiento estarán determinados de acuerdo a las normas de la comisión de vialidad y transporte urbano, la dimensión de los cajones están señalados en el reglamento de estacionamientos vigentes, así como la demanda calculada de la manera siguiente:

Tipo de Vivienda	Base para cuantificar la demanda m ² de construcción	No. mínimo de espacios para estacionamientos.
Unifamiliar	Menos de 150 m ²	1/cada vivienda.

FACTORES QUE LO DETERMINAN:

- a).- Número de viviendas en la unidad.
- b).- Promedio de automóviles por familia.
- c).- Promedio de visitantes en automóvil.
- d).- M² ocupados por automóvil.

Para una población entre una y dos veces salario mínimo se considera:

1 automóvil por familia.

4% del total de cajones como incremento por visita 30m² por automóvil incluyendo recorrido y áreas para maniobras.

NOTA: Las medidas de los espacios de estacionamientos para automóviles será de 5x3m. Se podrán diseñar estacionamientos en cordón en cuyo caso la dimensión del cajón será de 6x3m., pudiendo ser en un 50% de 4.80 x 2.50 mts, para carros chicos.

6.4.3.- ESPACIOS ABIERTOS:

Estos espacios están conformados por zonas:

- a).- De descanso.
- b).- De recreación familiar
- c).- Jardines.

PORCENTAJE DE UTILIZACION DEL SUELO:

Jardín	6.81 m ² /viv.
Area de recreación infantil	11.20 m ² /viv.
Area de descanso	0.49 m ² /viv.
	<hr/>
	18.50 m ² /viv.

A su vez para juegos infantiles se determina que:

11% de la población tiene 2 a 6 años	18.48 hab.
15% de la población tiene 7 a 13 años	25.2 hab.
	<hr/>
	43.68
4% Adultos acompañantes	6.72 hab.
	<hr/>
	50.42 hab.

Y como norma tenemos 5 m² por niño (219m²).

6.4.4. - CIRCULACION PEATONAL:

Se considerará un 4% de la superficie del total del terreno como espacio ocupado por la población para el área de convergencia peatonal.

En cada carril se incluirán las instalaciones como son: iluminación, equipamiento ur

bano (cestos, bancas, etc.).

Con todo lo anterior podemos definir los porcentajes y dimensiones de áreas ocupadas por los distintos usos del suelo y que resumidos son:

		m ² de superficie ocupada
VIVIENDA	45.0%	3,780
DONACION	10.0%	840
ESTACIONAMIENTO	22.5%	1,890
VIALIDAD PEATONAL	4.0%	336
ESPACIOS ABIERTOS	18.5%	1,512
	<u>100.0%</u>	<u>8,398</u>

6.5.- LOCALIZACION DEL PREDIO:

El terreno seleccionado para la ubicación del proyecto, se encuentra en la zona noroeste de Santa Ana Chiautempan, en la Calle de Camino de Jesús (s/n).

6.6.1.- CONDICIONES FISICO AMBIENTALES:

Localización geográfica

Latitud norte 19°15"
Longitud oeste 98°12'3"
Altitud 2,252 m.s.n.m.

6.6.2.- CLIMA:

El clima que predomina en la zona es semi-seco, con otoño e invierno secos, sin cambio térmico invernal definido.

Temperatura promedio de verano.	30.0°C.
Temperatura promedio de invierno.	2.5°C.
Temperatura media anual	15.6°C.
Precipitación pluvial media anual	804.7mm.
Heladas.	65 al año.

6.6.3. - VIENTOS:

Los vientos dominantes provienen del sur durante los seis primeros meses del año y diciembre. En julio, septiembre, octubre y noviembre, los vientos dominantes provienen del norte y en agosto, provienen del suroeste. Los vientos dominantes que vienen del sur, tienen una velocidad equivalente, a 21 km/h, se presentan en las zonas 65 días al año con helada total.

Como complemento, ver gráficas 1 y 2.

6.6.4. - TIPO DE TERRENO:

Composición.

En cuanto a la resistencia y nivel freático no existe algún estudio específico de mecánica de los suelos para esta área, pero en observaciones realizadas en el sitio, se puede notar que el cimiento tipo para viviendas de hasta dos niveles, está construido a base de mampostería de piedra braza de dimensiones de hasta 1.00 de profundidad y 60 a 70m. de base, sin que se encuentre agua en las cepas de dichas dimensiones, por lo tanto, es posible considerar que la resistencia de terreno estará comprendida en el rango de 3.0 a 5.0 ton.

6.6.5. - CONFORMACION:

El terreno presenta una topografía plana con una pendiente máxima de 2%, por lo que no presenta problemas de asentamiento en topografía inadecuada. Por el lado sur colinda con el río "Los Briones" y la característica es que se dan asentamientos aislados en terrenos de baja producción agrícola, sin detectar una topografía definida ya que actualmente se construyen viviendas con características que van desde construcción residencial hasta viviendas precarias.

Las características dominantes visuales son: La escuela primaria al norte y a la ri vera del río Los Briones en el lado sur del predio. En cuanto a las vistas tenemos los espacios abiertos con vista panorámica desde el terreno hacia el oeste y el no roeste, donde se aprecian los cerros y lomerios que enmarcan la región.

6.6.6.- FOCOS DE CONTAMINACION:

La contaminación atmosférica se da básicamente por el polvo, debido a que en esta zona se presentan espacios bastante abiertos y no cuenta con una barrera, ya sea na tural o artificial que los contenga.

En cuanto a la contaminación sónica y de humo, prácticamente se considera nula. Sin embargo, debido a la cercanía del río, donde frecuentemente se presentan estancamientos de agua y a la desatención de las autoridades correspondientes, así como la descarga de aguas negras en este río, ocasionarán, de no haber nada, contaminación de tipo visual, infecciones, suciedad, olores, produciéndose con esto criaderos de

insectos, ratas, así como depósitos y acumulación de basura.

6.6.7.- VALOR DEL TERRENO:

Se consideran los dos tipos de valores: catastral y comercial, siendo estos:

Catastral	\$ 160,000 m ²
Comercial	\$ 800 a 1000 m ²

6.6.8 - SISTEMA VIAL:

Prácticamente el sistema vial de esta zona se considera secundario, pero el potencial de desarrollo vial que presenta es prometedor, ya que la calle de Camino de Jesús (actualmente terrecería) comunica con San Pablo Apetatitlán, ofreciendo un libramiento que desahogue la ya de por sí congestionada carretera a Apizaco, y de ser así, comunicará más rápida y fácilmente a los obreros de Santa Ana con la industria localizada en San Pablo Apetatitlán o viceversa, en el caso de la relación vivienda-comercio.

6.6.9.- SISTEMA DE ENERGIA:

La zona cuenta con servicios de luz perfectamente regularizada por parte de la Comisión Federal de Electricidad.

En cuanto a donaciones de gas, el servicio a base de tanques, ya sea estacionario o renovables.

6.6.10.- SISTEMA DE COMUNICACION:

No se cuenta con líneas telefónicas, ni con cablevisión, pero las líneas de servicios para teléfono se encuentran a 150 m. de distancia del predio.

6.6.11. - SISTEMA DE AGUA:

La alimentación o dotación es a base de red de distribución municipal por tuberías, el suministro es continuo, no presentando deficiencias. Se desconoce la presión del servicio, pero para una vivienda de dos niveles localizada en la zona, no se ha presentado problemas que sean de consideración.

6.6.12. - SISTEMA DE DESPERDICIO:

La zona cuenta con sistemas de alcantarillado y drenaje, aunque funcionando como uno solo, la recolección de basura municipal es por medio de camión recolector municipal, aunque no es muy frecuente su presencia en este sector.

6.6.13. - SISTEMA DE SEGURIDAD:

Considerando casi nulo, ya que una patrulla recorre la zona solamente una vez al día, pero en carácter de desplazamiento de Santa Ana a San Pablo.

6.6.14.- SISTEMA DE MOBILIARIO URBANO:

No existe de ningún tipo.

6.6.15. - SISTEMA DE AREAS VERDES:

No existe de ningún tipo.

6.6.16. - EQUIPAMIENTO URBANO:

(Ver croquis anexo).

6.6.17. - ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO:

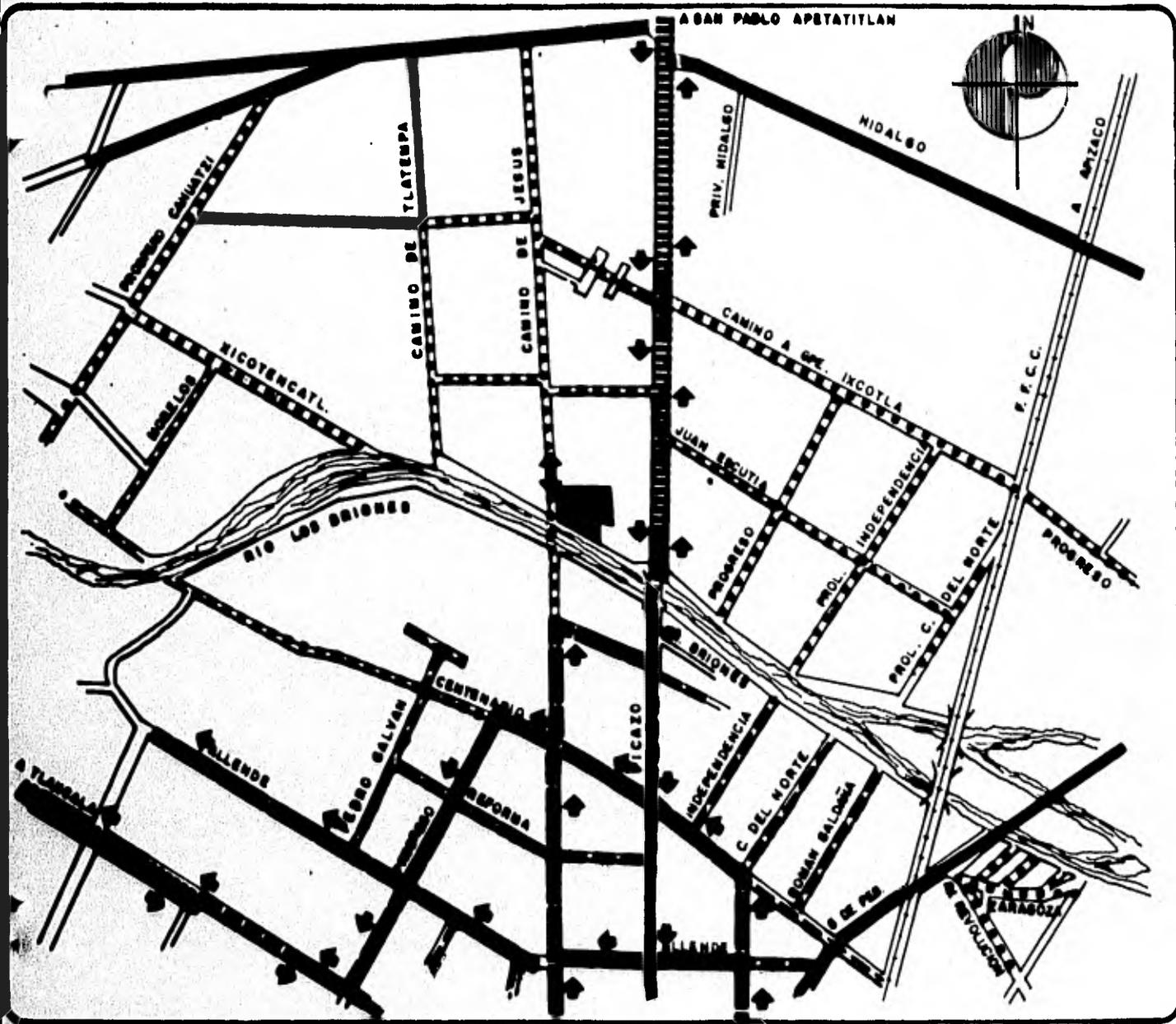
Como se mencionó con anterioridad, no existe un nivel social definido en la zona de estudio, en cuanto al origen de los pobladores, generalmente son naturales de la región, siendo su ocupación desde obreros-industriales, comerciantes y algunos dedicados a la agricultura. La densidad actualmente se encuentra en el rango que va de 30 a 50 hab/ha.

6.6.18. - CENTROS DE VICIO:

Solo se localizó una pulquería a escasos 100 m. de distancia, la cual tiene la tendencia a desaparecer, ya que no presenta incidencia regular.

6.6.19. - OTROS FACTORES:

El terreno que se seleccionó, es propiedad privada y no se detectó algún problema de tipo legal ni irregularidad desde el punto de vista legal.

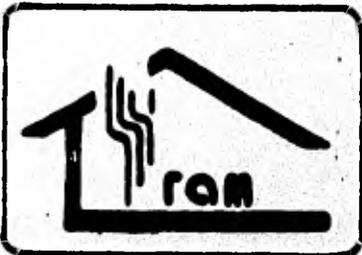
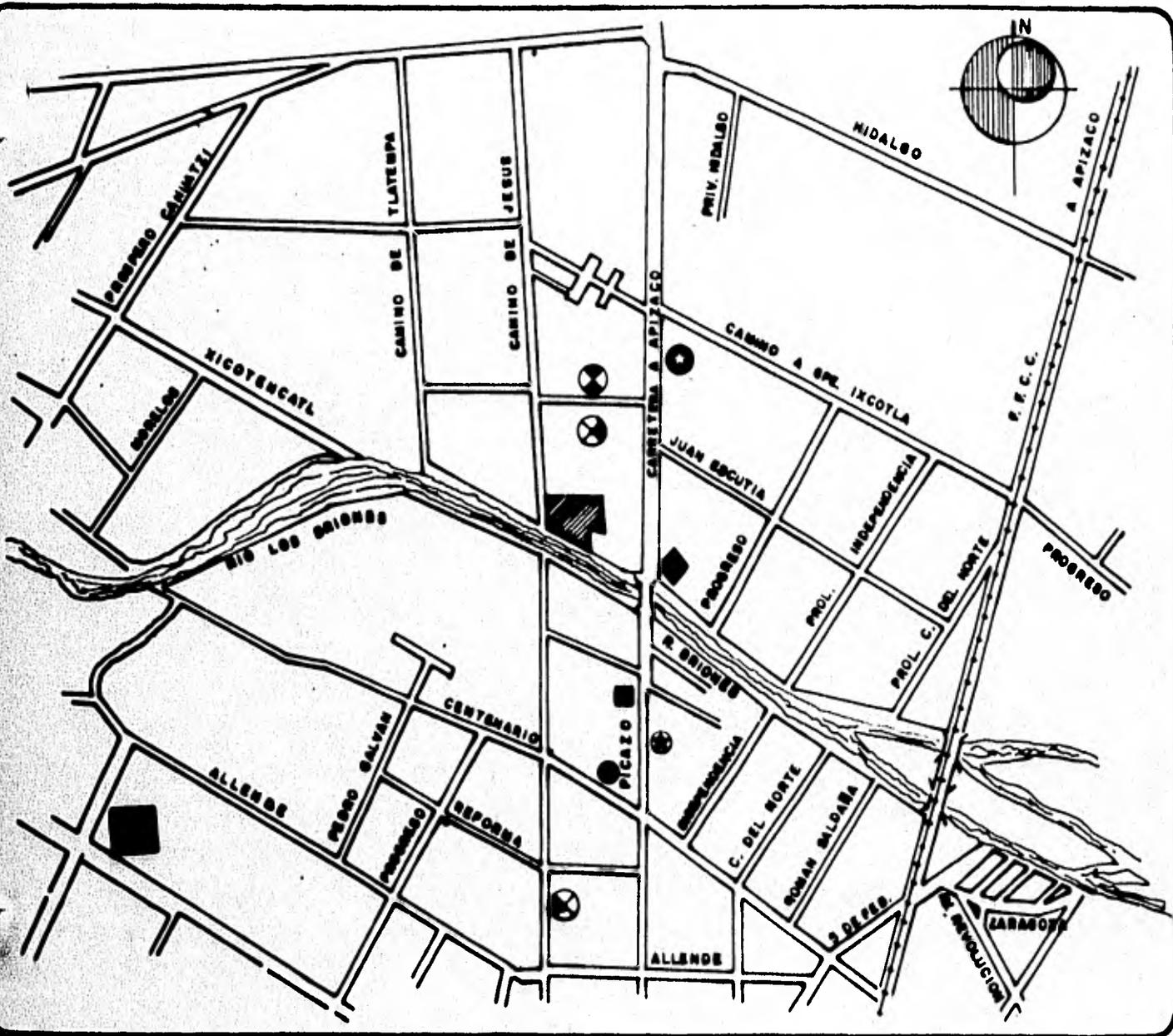


- SIMBOLOGIA:**
-  VIALIDAD REGIONAL
 -  VIA RAPIDA
 -  ARTERIA PRINCIPAL
 -  CALLE PRINCIPAL
 -  CALLE SECUNDARIA
 -  CALLE SECUNDARIA SIN PAVIMENTAR
 -  TERRENO EN ESTUDIO
 -  INDICA SENTIDO

vialidad
DIAGNOSTICO - ZONAL

JUNIO / 68

D-2

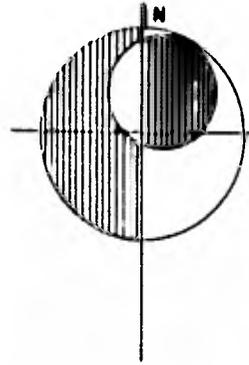
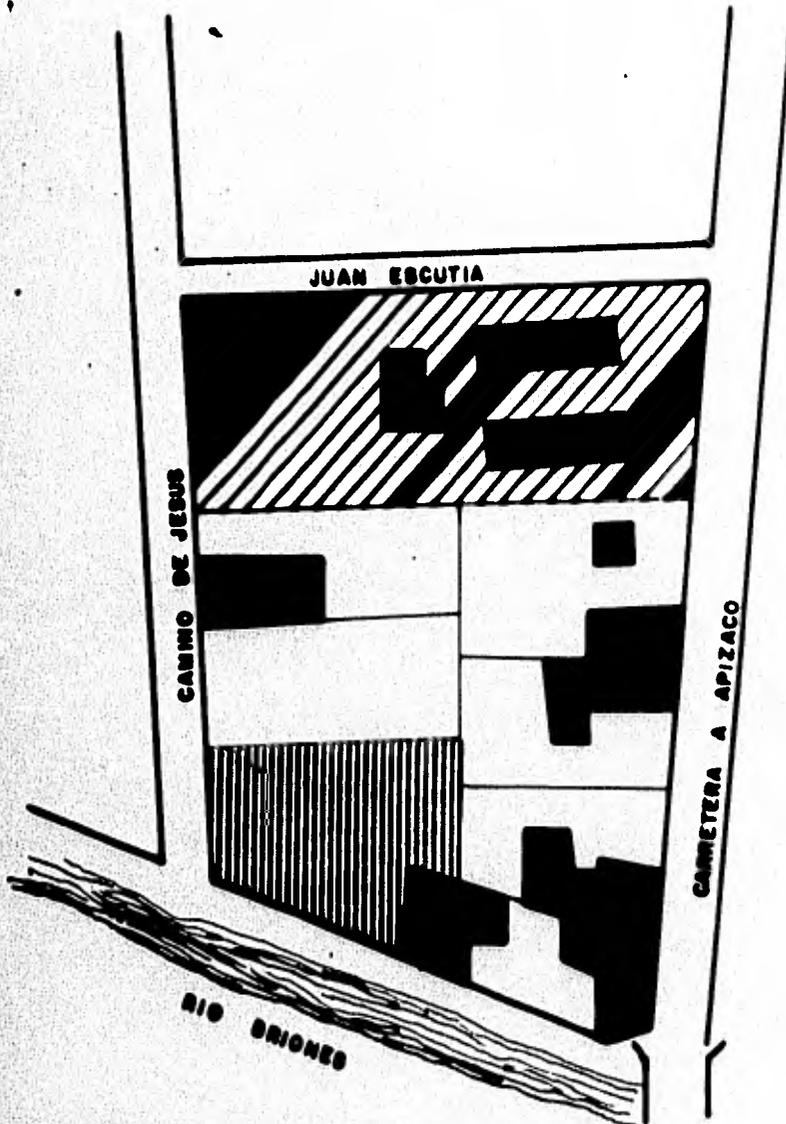


- SIMBOLOGIA:**
- CINE
 - ⊙ CENTRO DE SALUD S.S.A.
 - ⊗ ESCUELA TECNICA
 - ⊗ ESCUELA PRIMARIA
 - ⊗ PRIMARIA Y JARDIN DE NIÑOS.
 - ◆ SABOLINERA
 - ⊙ CLINICA IMSS
 - SITIO DE TAXIS
 - CENTRO DEPORTIVO

equipamiento
DIAGNOSTICO-ZONAL

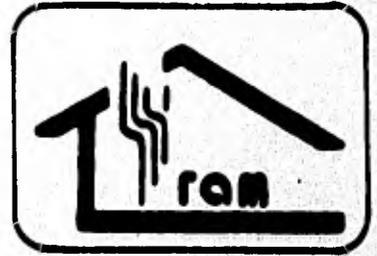
JUNIO/ 88

D-3



AREA TOTAL	55,000	100.0%
AREA PUBLICA	19,800	36.0%
AREA PRIVADA	35,200	64.0%
NUMERO DE LOTES	8	
NUMERO DE VIVIENDAS	15	

FUENTE: ESTUDIO DE INDECO I



SIMBOLOGIA

-  AREA PUBLICA
-  AREA PRIVADA
-  AREA CONSTRUIDA
-  RIO

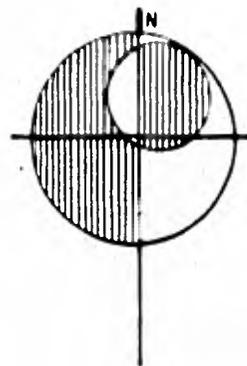
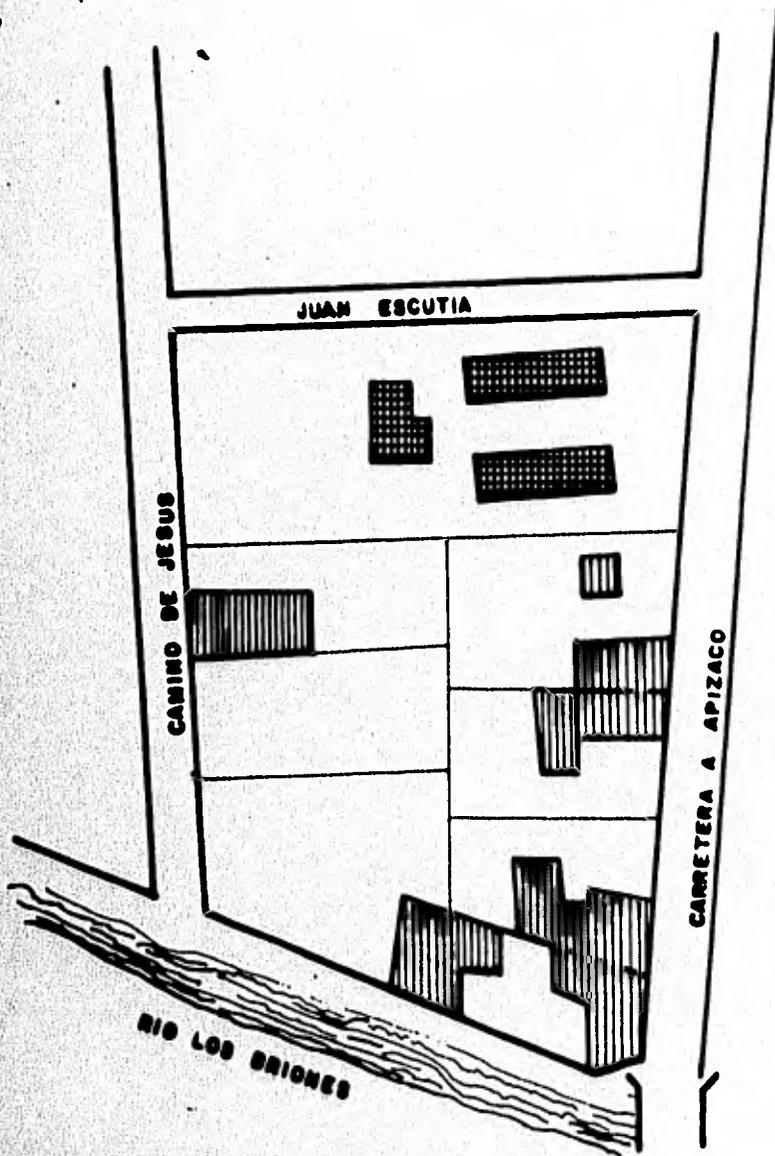
-  TERRENO EN ESTUDIO

USO del suelo

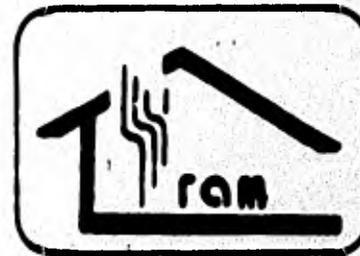
ANALISIS DE MANZANA

JUNIO / 88

D-4



AREA HABITACIONAL CONST.	16.8 %
AREA PUBLICA CONST.	3.7 %
AREA SIN/CONSTRUIR	79.5 %
AREA TOTAL 55,000 m ²	100.0 %



SIMBOLOGIA

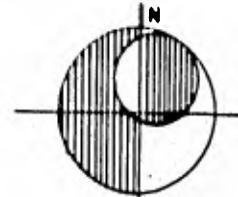
-  AREA HABITACIONAL
-  AREA PUBLICA
-  AREA S/CONSTRUIR
-  RIO

**ocupacion
de suelo**

JUNIO/83

D-5

CENTRO DE
SALUD SSA.



ESCUELA TECNICA

JUAN ESCUTIA

ESCUELA PRIMARIA

CAMINO DE JESUS

CARRETERA A APIZACO

RIO BRIONES

SERV. Y EQUIPAMIENTO

- POLICIA
- BOMBEROS
- CENTROS DE SALUD
- ESCUELAS
- RECREACION

INFRAESTRUCTURA

- AGUA
- DRENAJE
- DRENAJE PLUVIAL
- ELECTRICIDAD
- ALUMBRADO
- RECOLECCION DE BASURA
- TRANSPORTE PUBLICO
- TELEFONO
- CALLES PAVIMENTADAS
- BANQUETAS



SIMBOLOGIA:

TERRENO EN ESTUDIO

equipamiento e
infraestructura

ANALISIS DE MANZANA

JUNIO/88

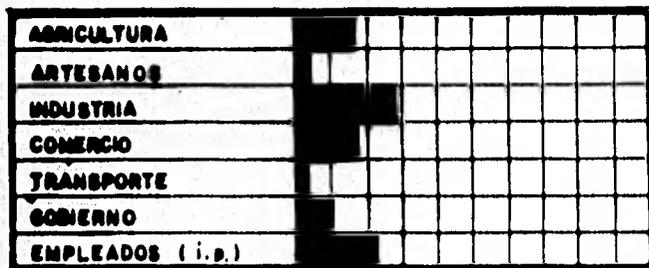
D-6

ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO DE LOS POBLADORES.

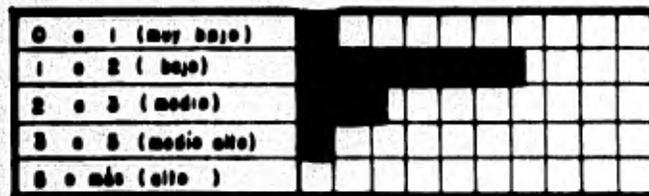
SITUACION LABORAL



FUENTES DE TRABAJO



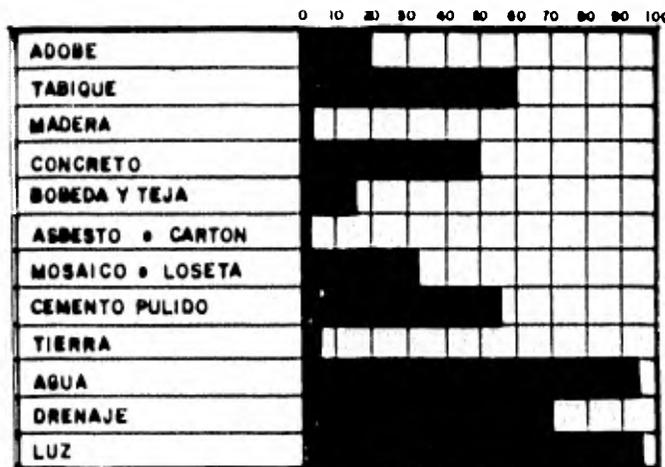
INGRESO (en salarios mínimos)



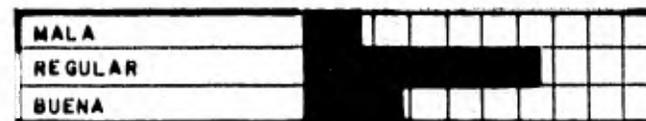
GASTO PORCENTUAL EN:



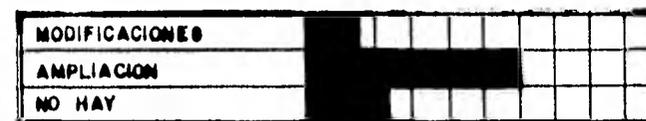
MATERIALES Y SERVICIOS



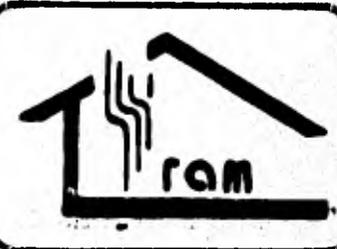
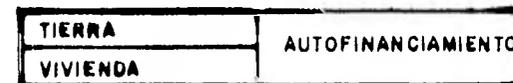
ESTADO DE LA VIVIENDA



MEJORAMIENTO DE LA VIVIENDA



FINANCIAMIENTO



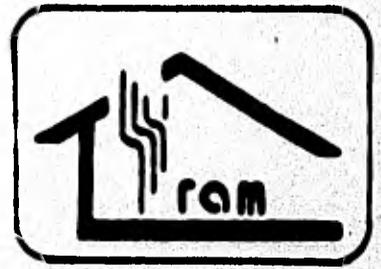
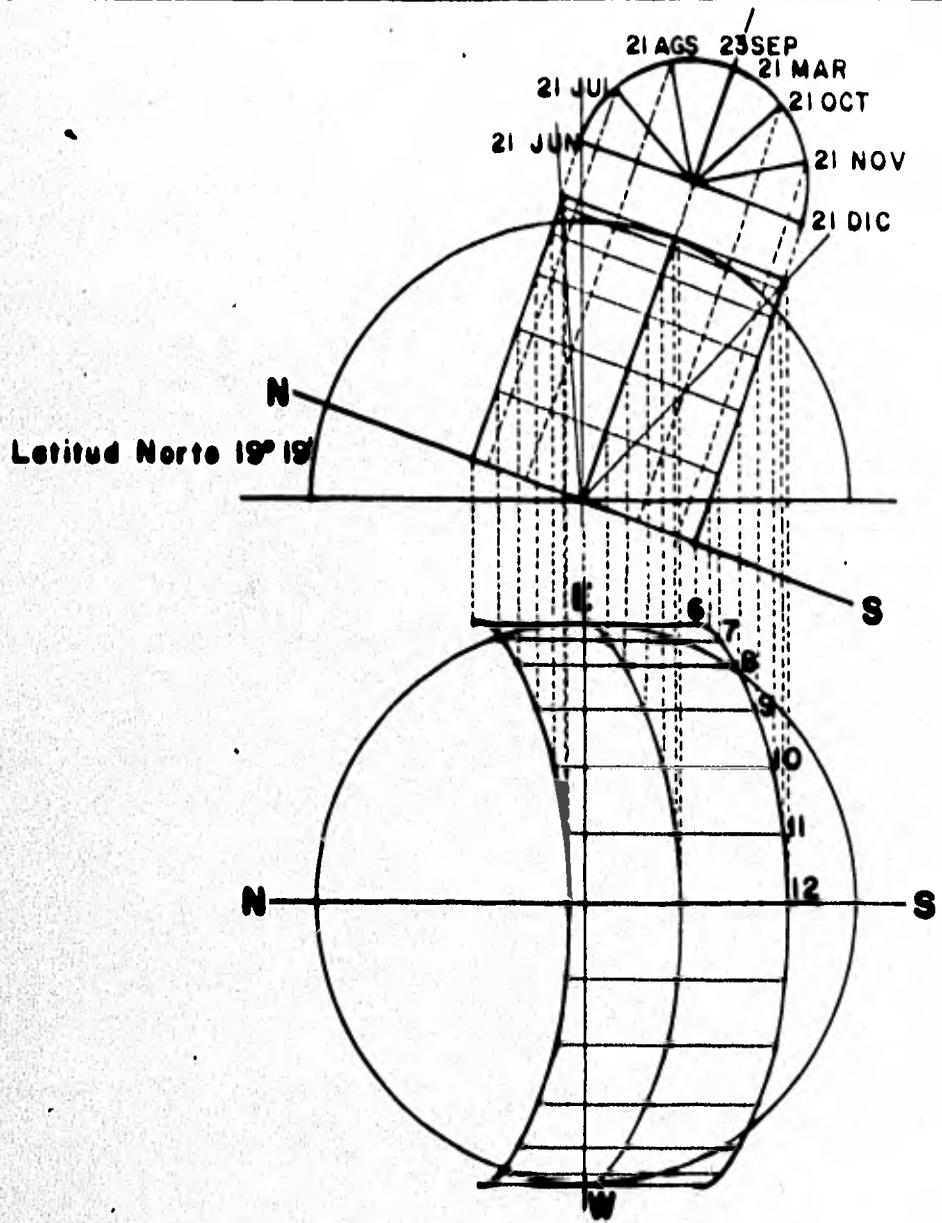
SIMBOLOGIA:

FUENTE: ESTUDIO DE INDECO

estudio
socio
economico

JUNIO / 68

D-7

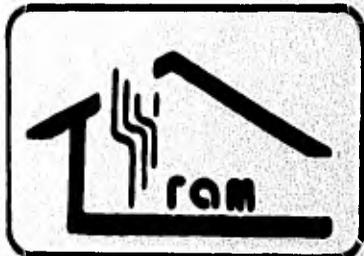
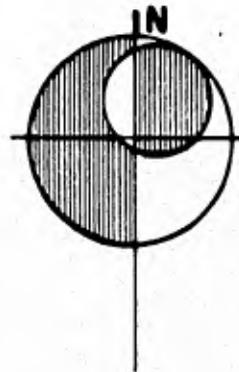
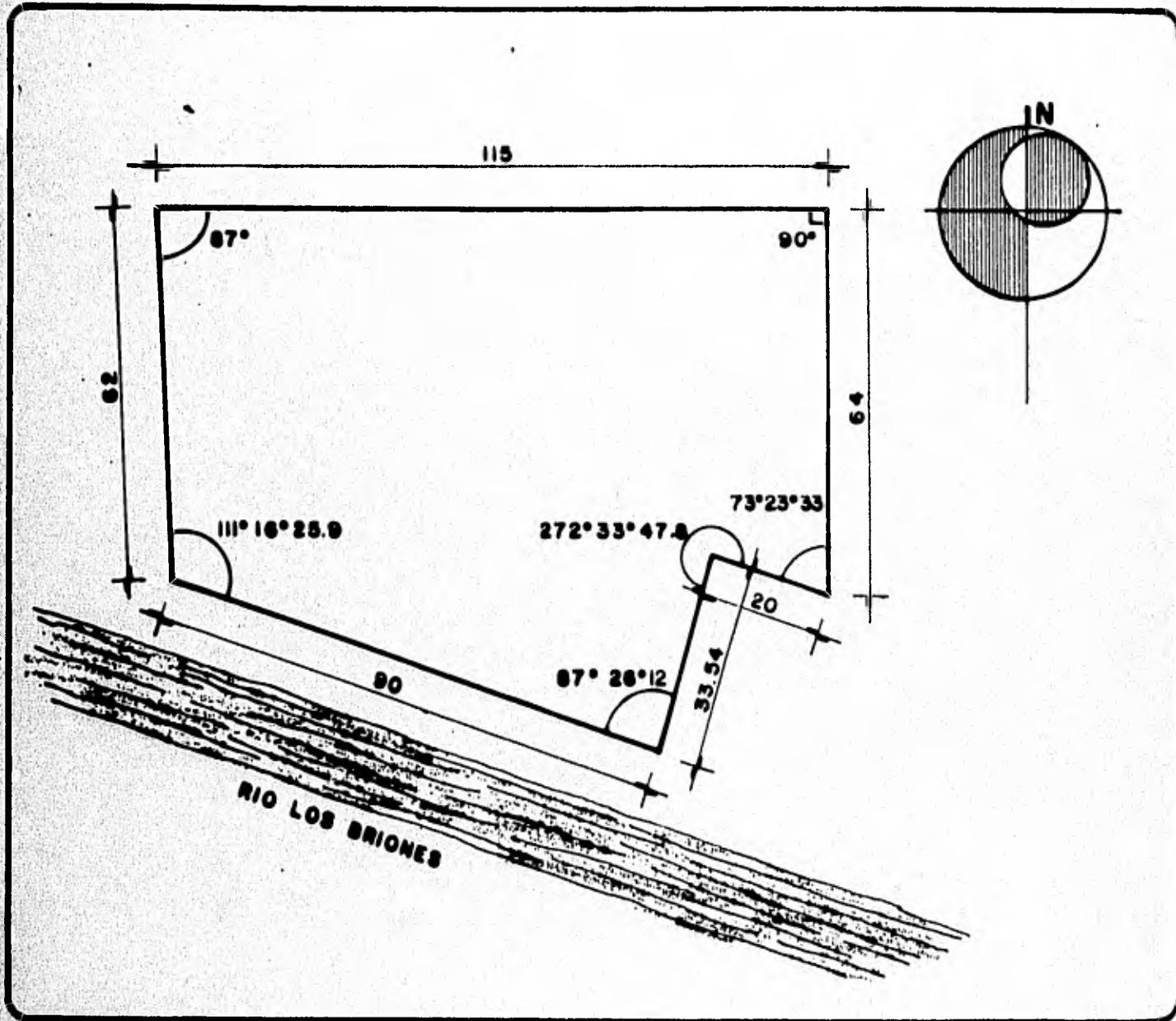


SIMBOLOGIA

montea solar

JUMO/88

L-1

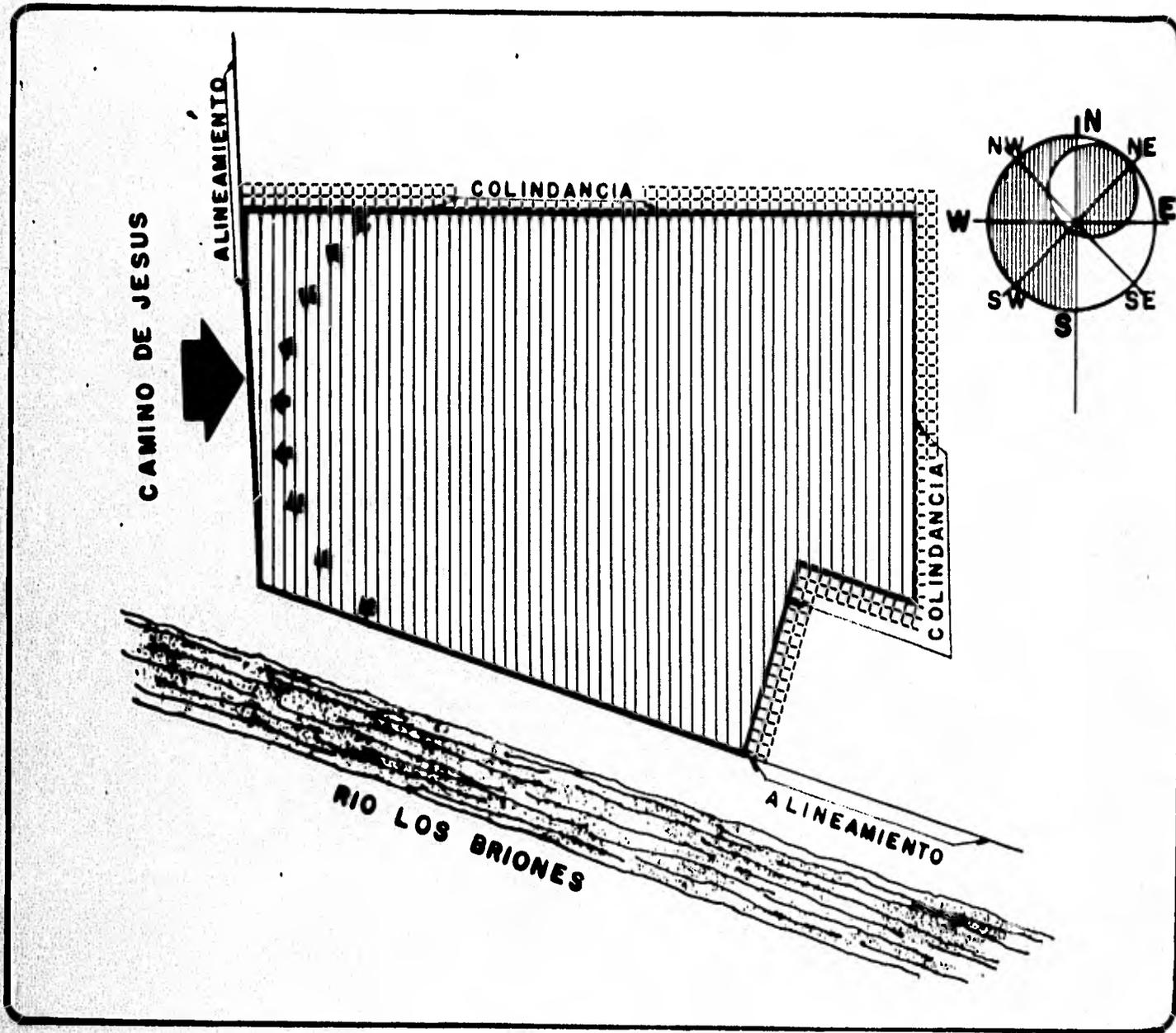


SIMBOLOGIA:
 TOPOGRAFIA del 2 %
 ACOT. en Metros y Grados

poligonal

JUNIO/88

L-2



SIMBOLOGIA:

▶ ACCESO

◄ VISTAS

colindancias y orientaciones

JUNIO / 68

L-3

TABLA DE FINANCIAMIENTO (INFONAVIT)

CAJON	VECES SALARIO MINIMO	(a) INGRESOS MENSUALES	(b) % DE DESCUENTO MENSUAL	(c) ALCANCE MENSUAL PARA PAGO (a x b)	(d) ALCANCE ANUAL (c x 12)	(e) AÑOS DE AMORTIZACION	(f) MONTO (d x e)	(g) - 4% DE IMPUESTOS SOBRE SALDOS INSOLUTOS (f x .04)	(h) MONTO TOTAL DE FINANCIAMIENTO (f - g)
A	1	16,275	25%	4,068.75	48,825	20	976,060	39,060	937,440.00
B	1.5	24,412.5	30%	7,323.75	87,885	17	1,494,045	59,761.80	1,434,283.20
C	2	32,550	30%	9,765.00	117,180	15	1,757,700	70,308.00	1,687,392.00

DISTRIBUCION DE PRESTAMO.

TERRENO 20%		VIVIENDA 80 %		DIMENSION PROPUESTA DE TERRENO
¢ DISPONIBLE	M ² DE TERRENO	¢ DISPONIBLE	M ² DE CONSTRUCC.	
187,488	187.5	749,952.00	60.25	7 x 11.5 ó 8 x 10.20
286,856.65	286.8	1,147,426.60	80.00	7 x 18.0 ó 8 x 15.60
337,478.40	337.5	1,349,913.60	103.00	7 x 21.0 ó 8 x 18.50

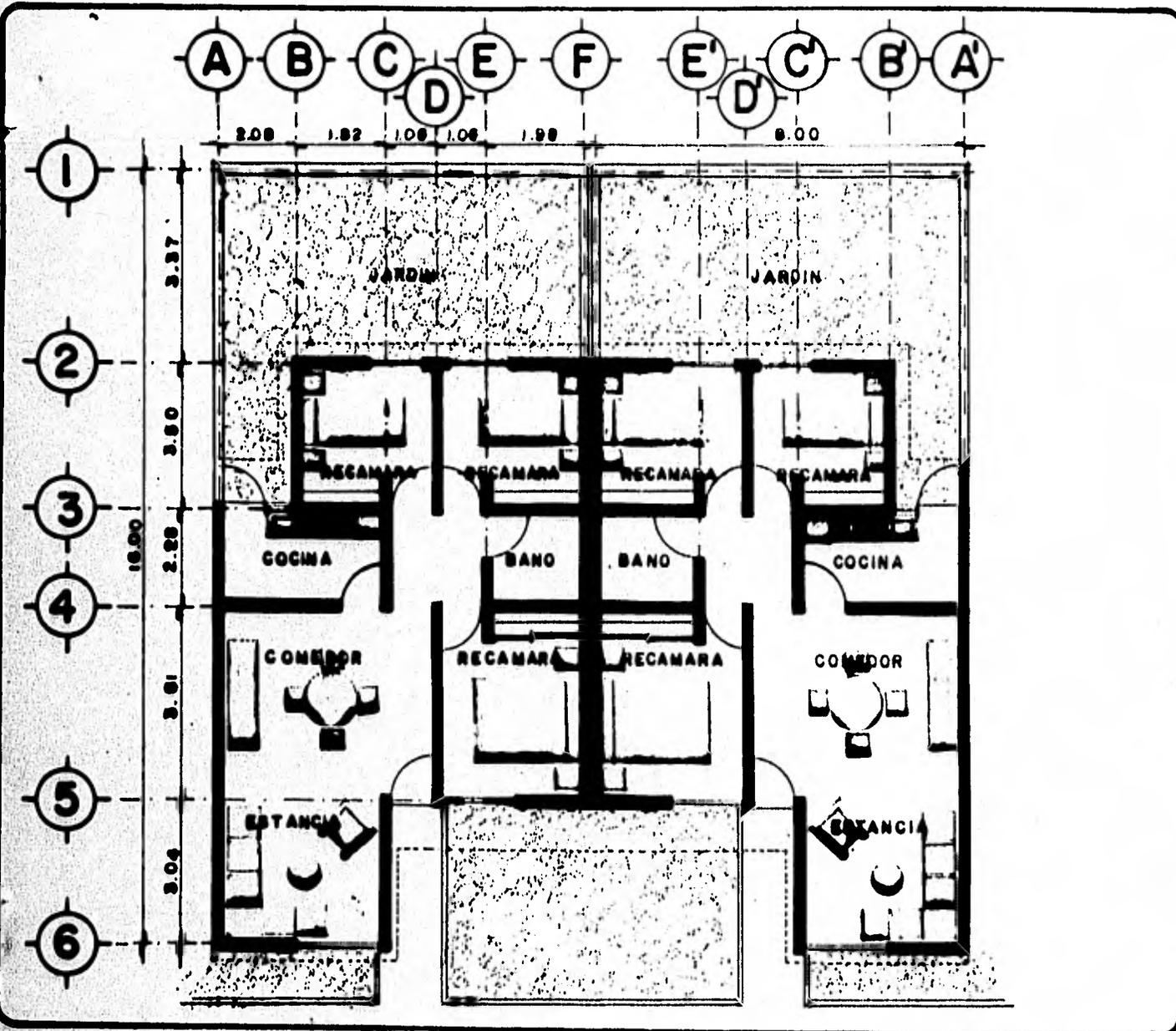
NOTAS:

a) SE CONSIDERO COMO SALARIO MINIMO: 825.00 pesos DIARIOS

b) VALOR DE TERRENO 1,080.00 m²

261

c) VALOR DEL M² DE CONSTRUCCION 13,000.00

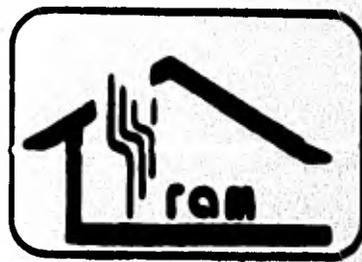
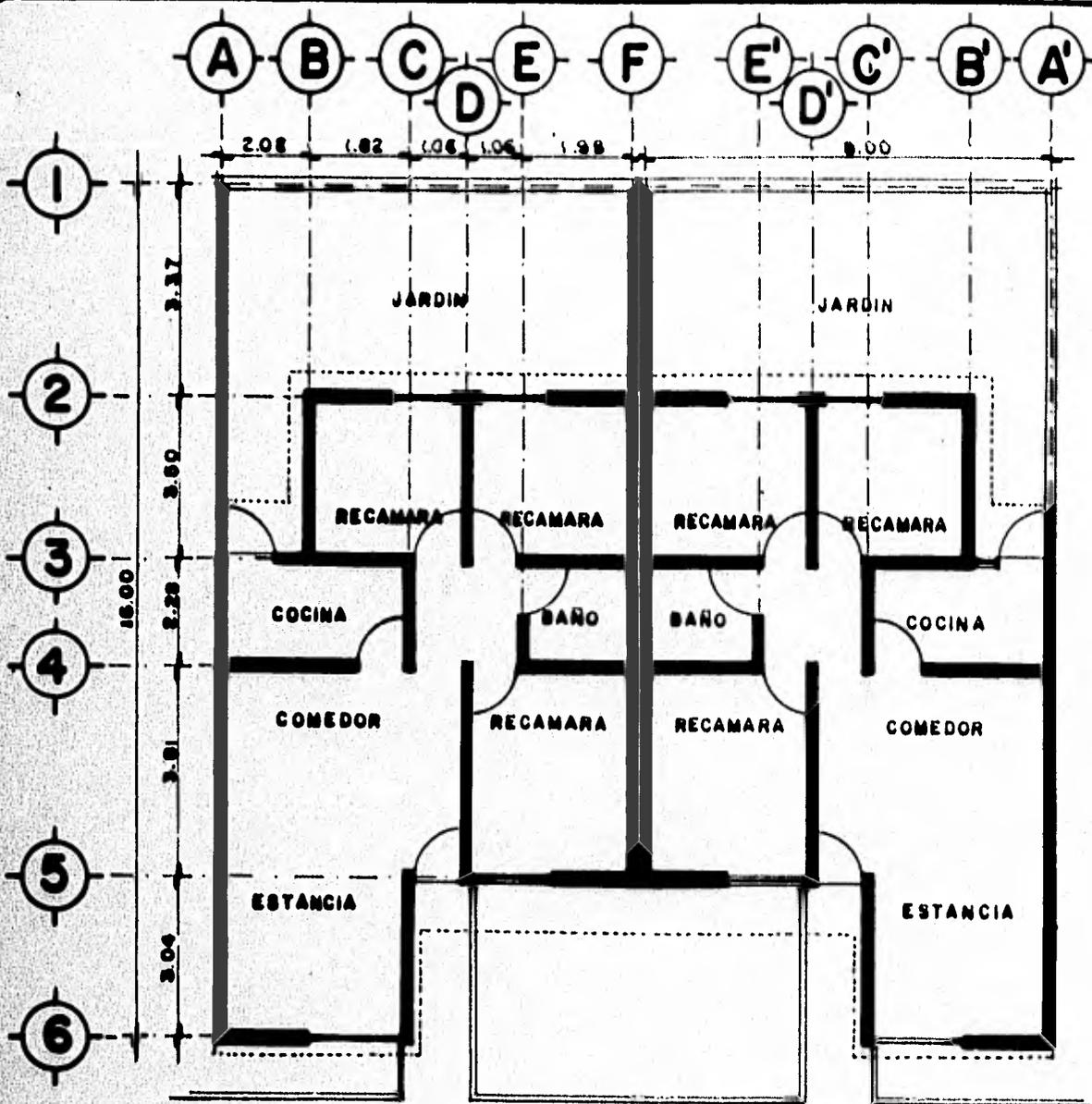


SIMBOLOGIA

**planta de
amueblado**

Cotas en Mts.
JUNIO / 88

A-1



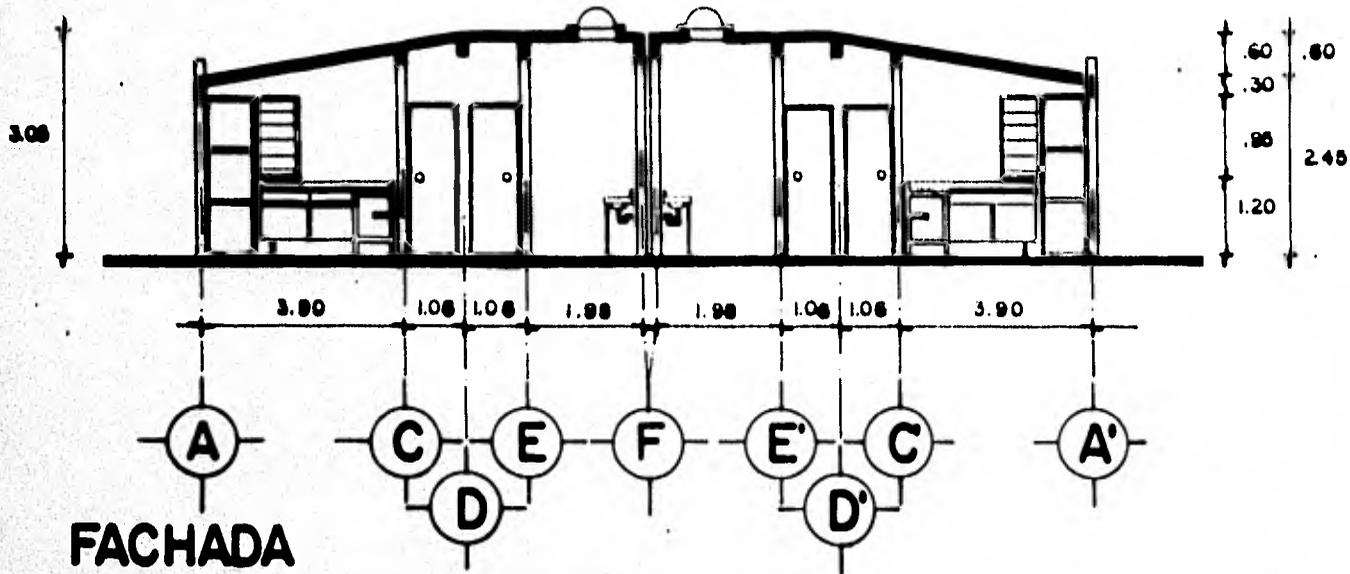
SIMBOLOGIA

planta
arquitectonica

Cotas en Mts.
JUNIO / 88

A-2

CORTE a-a'



FACHADA



SIMBOLOGIA

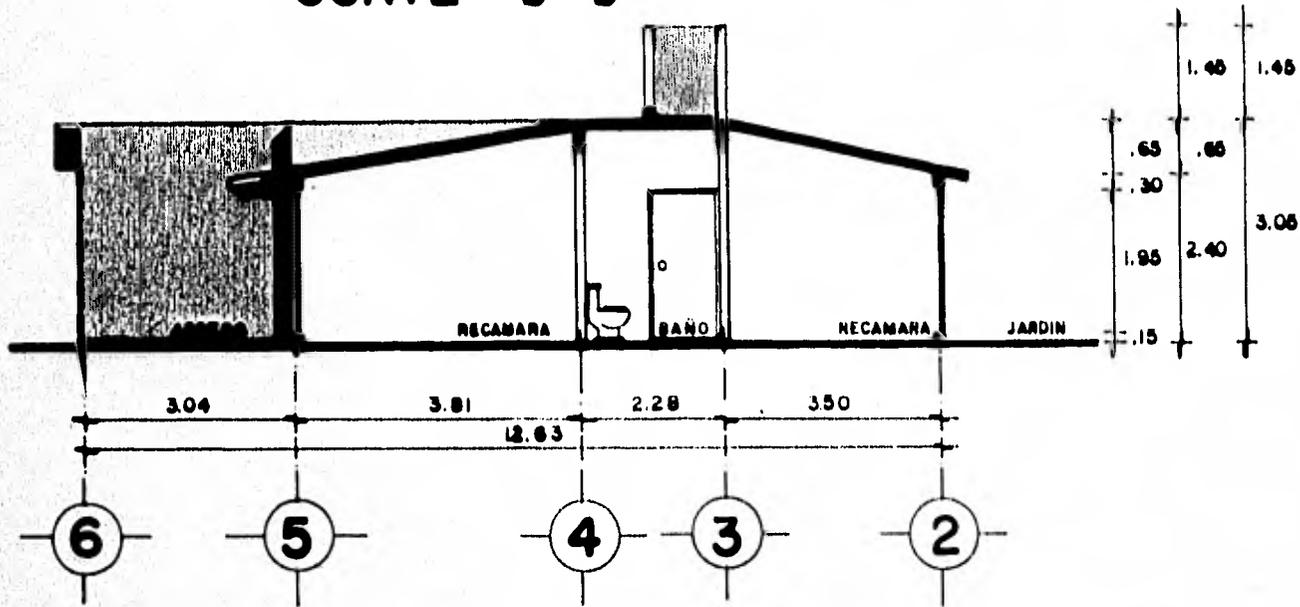
**corte y
fachada principal**

Cortes de Mto.

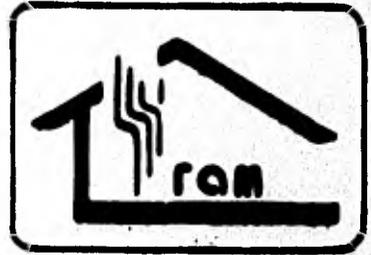
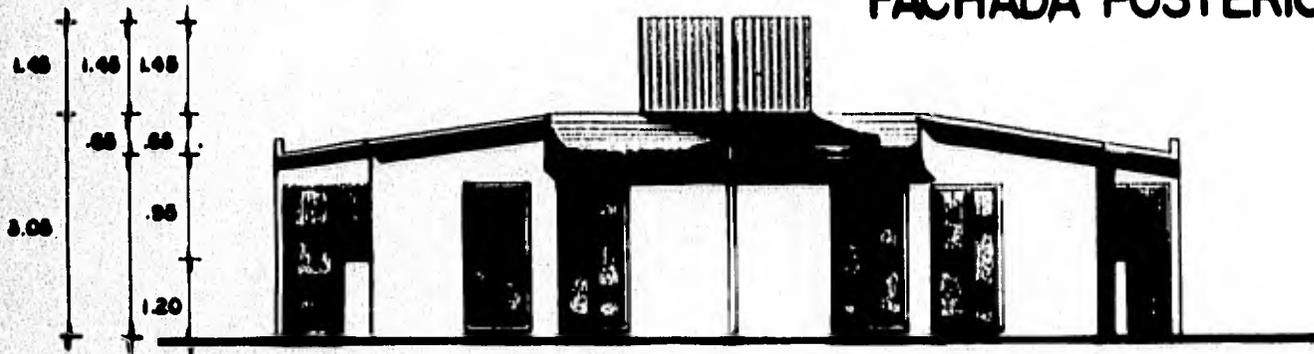
JUNIO / 88

A-3

CORTE b-b'



FACHADA POSTERIOR

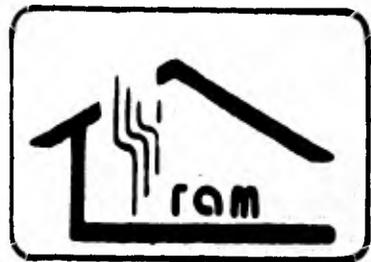
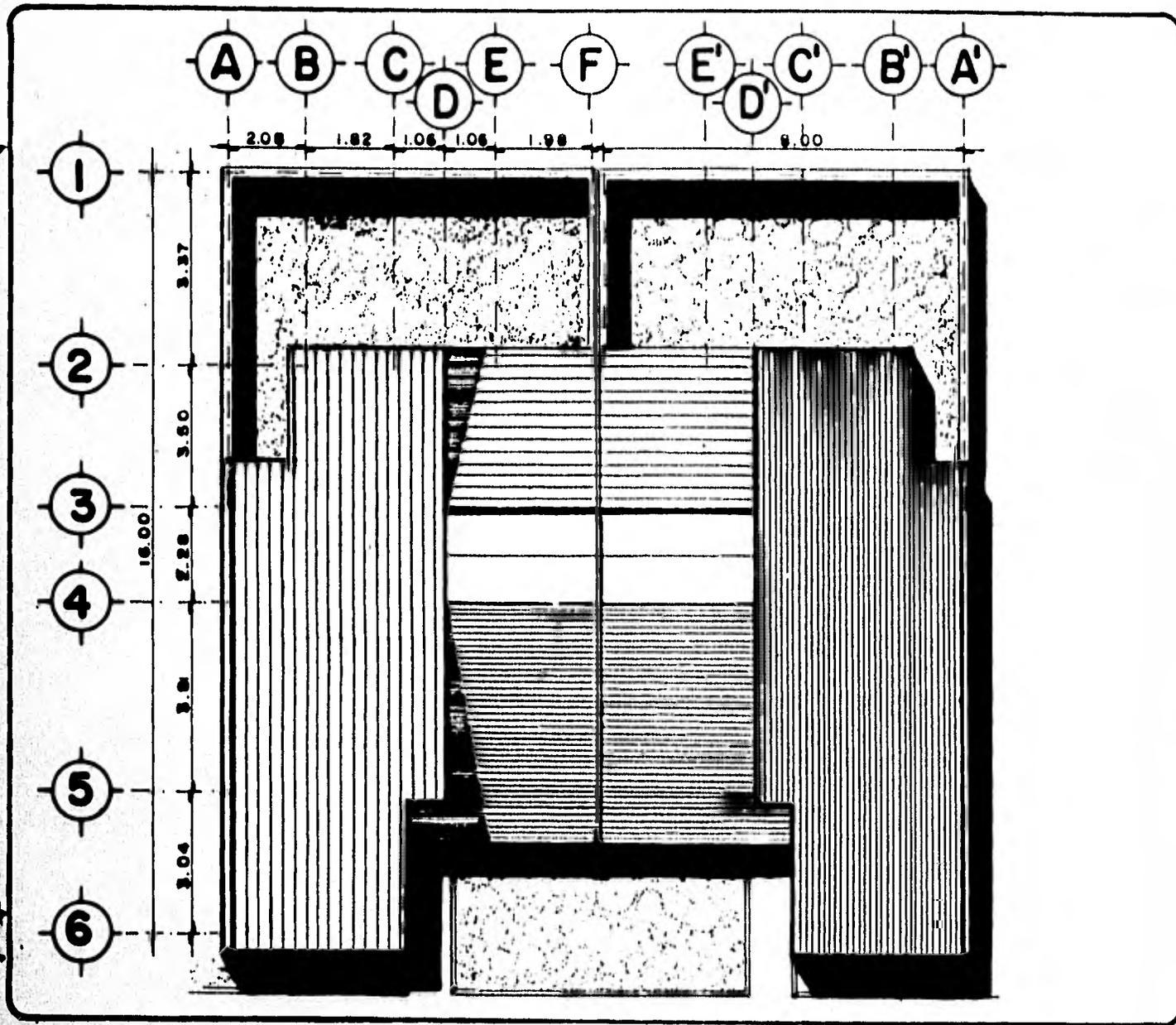


SIMBOLOGIA

Corte y fachada posterior

Cotas en Mts.
JUNIO/88

A-4



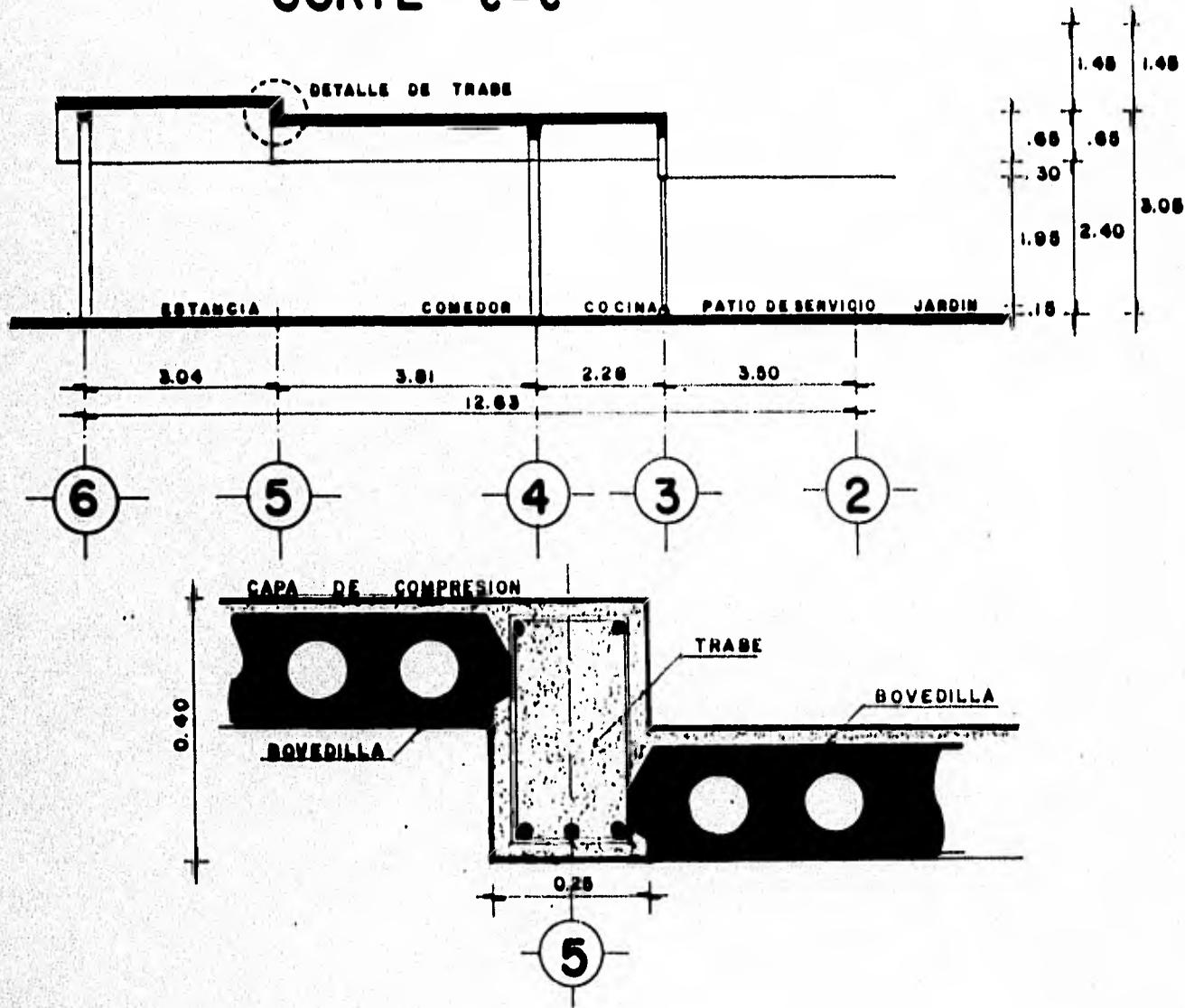
SIMBOLOGIA

planta de azoteas

Cotas en Mts.
JUNIO / 88

A-5

CORTE c-c'



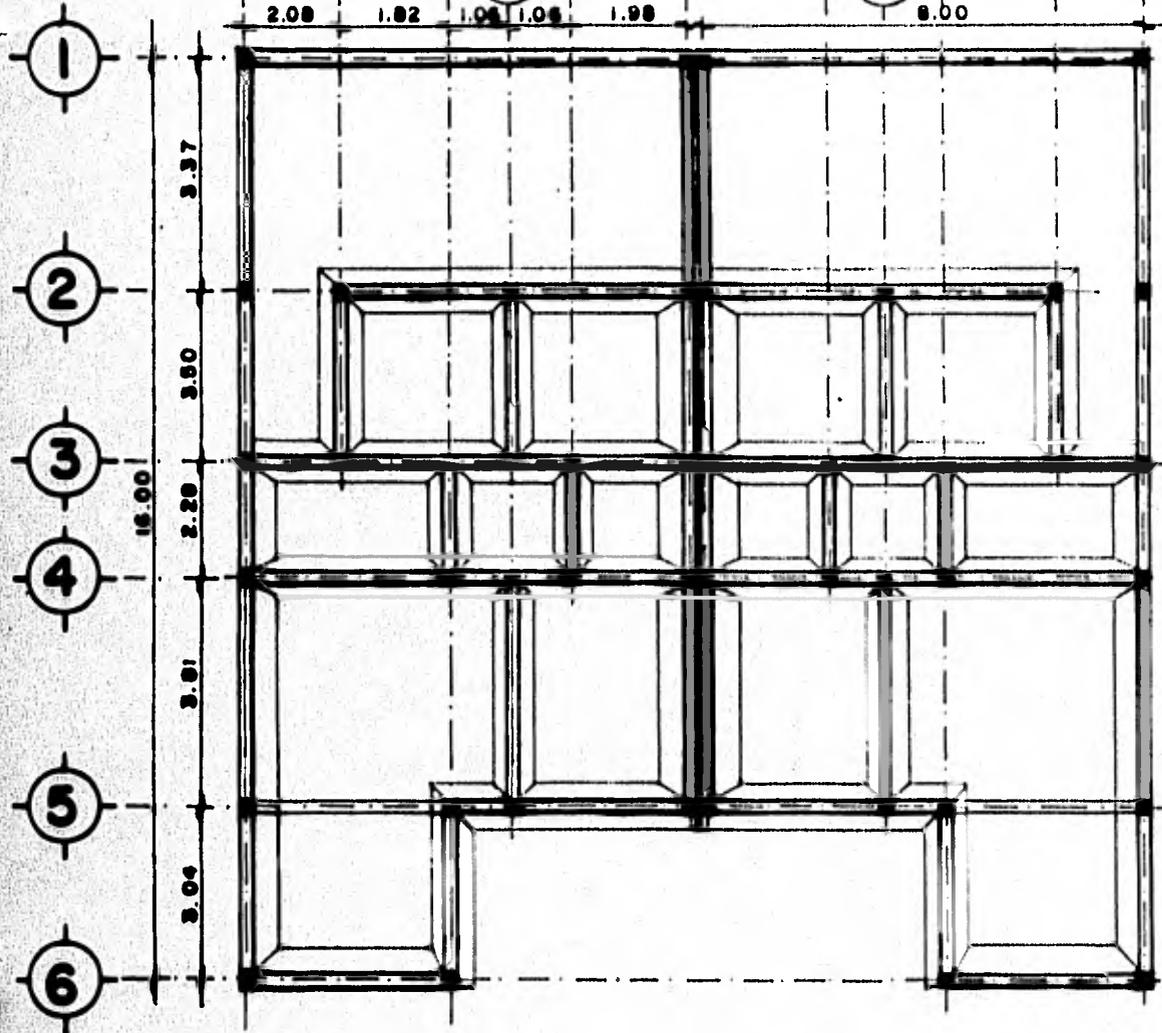
SIMBOLOGIA

corte

Corte en Mts.
JUNIO/88

A-6

A B C D E F E' D' C' B' A'



SIMBOLOGIA

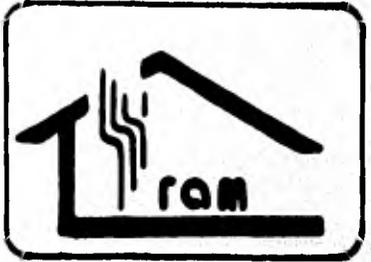
— — — — — CADENAS

— — — — — CASTILLOS

**planta de
cimentacion**

Cotas en Mts.
JUNIO/83

E-1

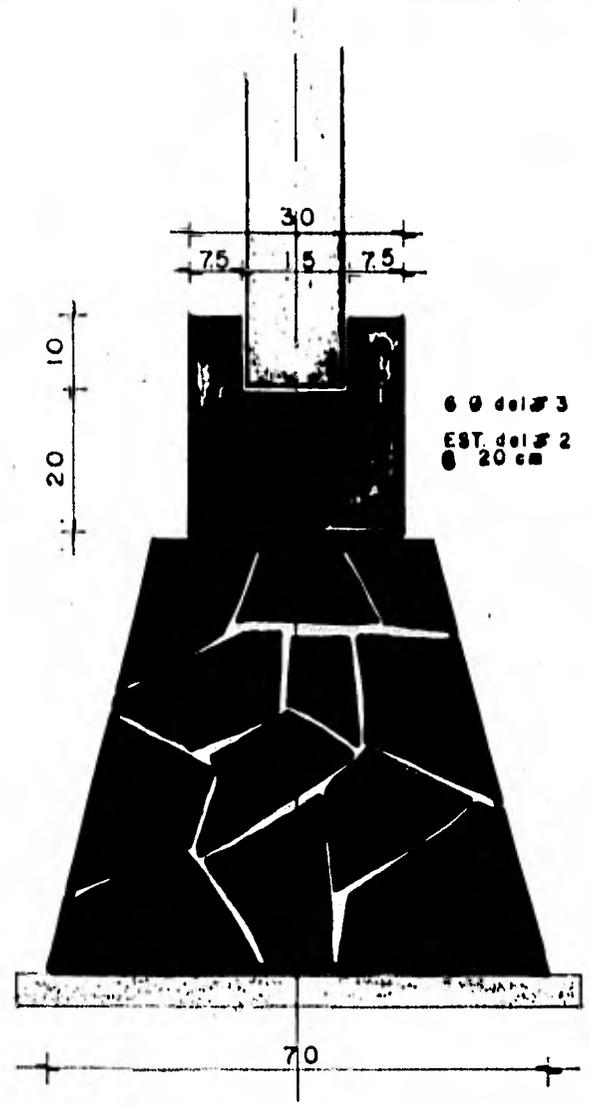
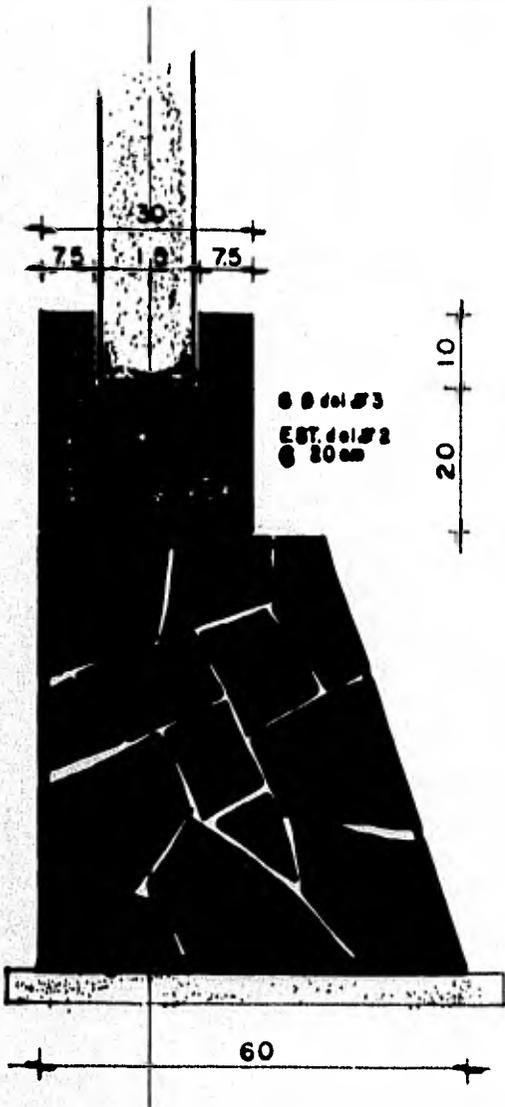


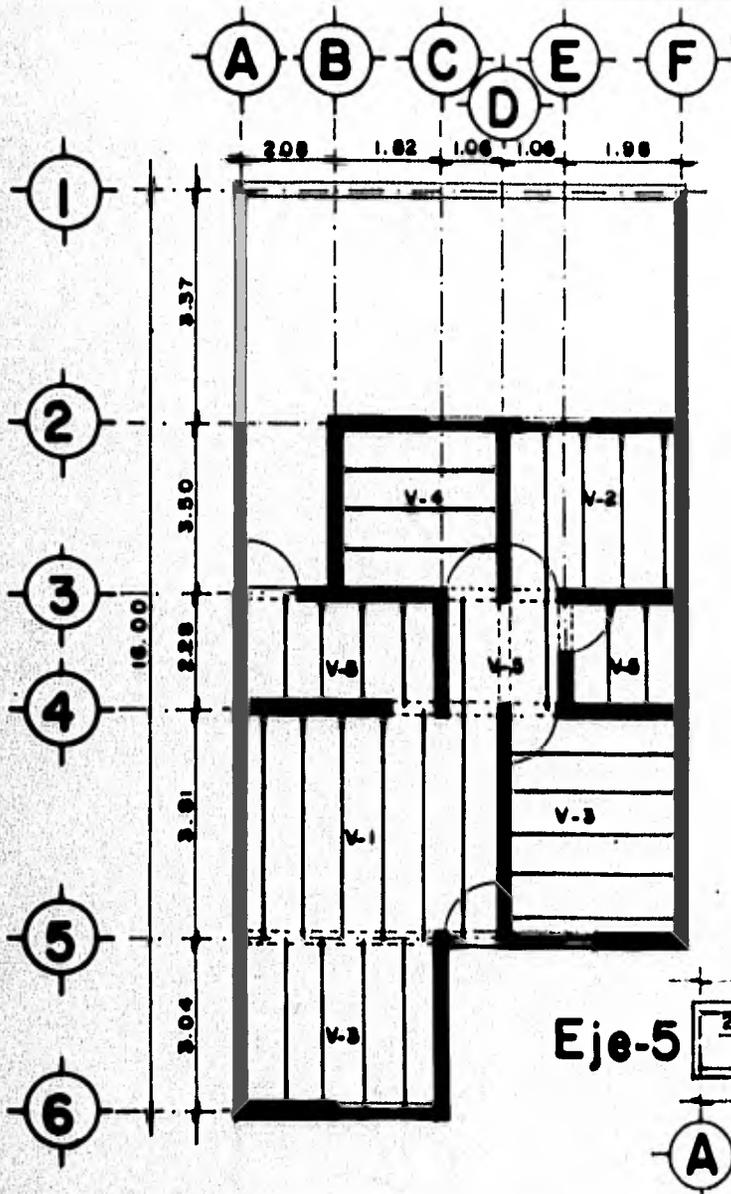
SIMBOLOGIA

tipos de
cimentacion

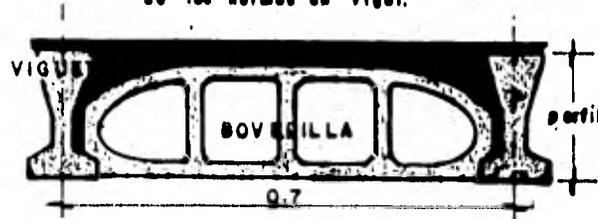
Cotas en Mts
JUNIO/88

E-2

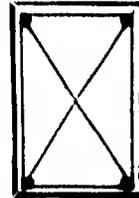




LOSA: Será de viguetas de concreto pretensado, con un f_c de 380 kg/cm², y acero de alta resistencia con f_s de 18,000 kg/cm², calculadas con las expresiones de las normas en vigor.

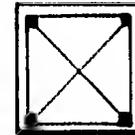


CERRAMIENTOS de 15x25

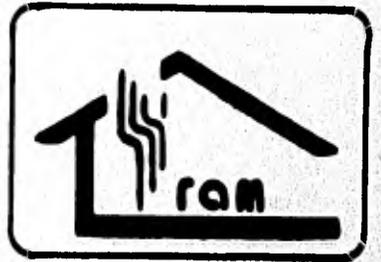
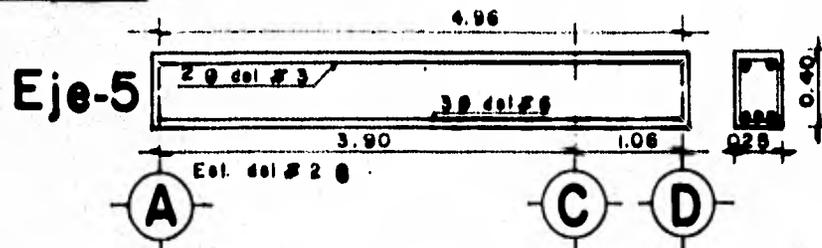


4 Ø del #3
 Est. del # 2 @ 20cm.

CASTILLOS de 15x15



4 Ø del #3
 Est. del # 2 @ 20cm.



SIMBOLOGIA

- V-1 Tipo 70
- V-2 Tipo 60
- V-3 Tipo 40
- V-4 Tipo 40
- V-5 Tipo 30

Ver Tabla de aplicación

estructural
 losa de azotea

Cotas en Mts.
 JUNIO/88

E-3

	Separación Entre Ejes de Viguetas	Peralte de la Vigueta	Peralte de la Bevedilla	Peso/M.L. de Vigueta	Peso/Uni dad de Bevedilla	Análisis / M2 de Losa	Peso a Con siderarse/ M2 de Losa
Partit 100	0.70 m	0.18 m	0.165 m	23.7 Kg	19.6 Kg	1.33m de Vigueta 32 Kg 4.73 Uni de Bevedilla 93 Kg 24 Lt. Capa Compresión 52.5 Kg	177.5 Kg

	SOBRECARGA EN KG / M2								
	200	250	300	350	400	450	500	550	600
30	3.25	3.05	2.90	2.75	2.60	2.50	2.40	2.30	2.25
40	3.75	3.50	3.35	3.15	3.00	2.90	2.80	2.70	2.60
50	4.20	3.95	3.70	3.55	3.40	3.25	3.10	3.00	2.90
60	4.60	4.30	4.10	3.85	3.70	3.55	3.40	3.30	3.20
70	4.95	4.65	4.40	4.20	4.00	3.85	3.70	3.55	3.45
80	5.15	4.85	4.60	4.35	4.15	4.00	3.85	3.70	3.60
90	5.45	5.15	4.85	4.60	4.40	4.25	4.05	3.95	3.80

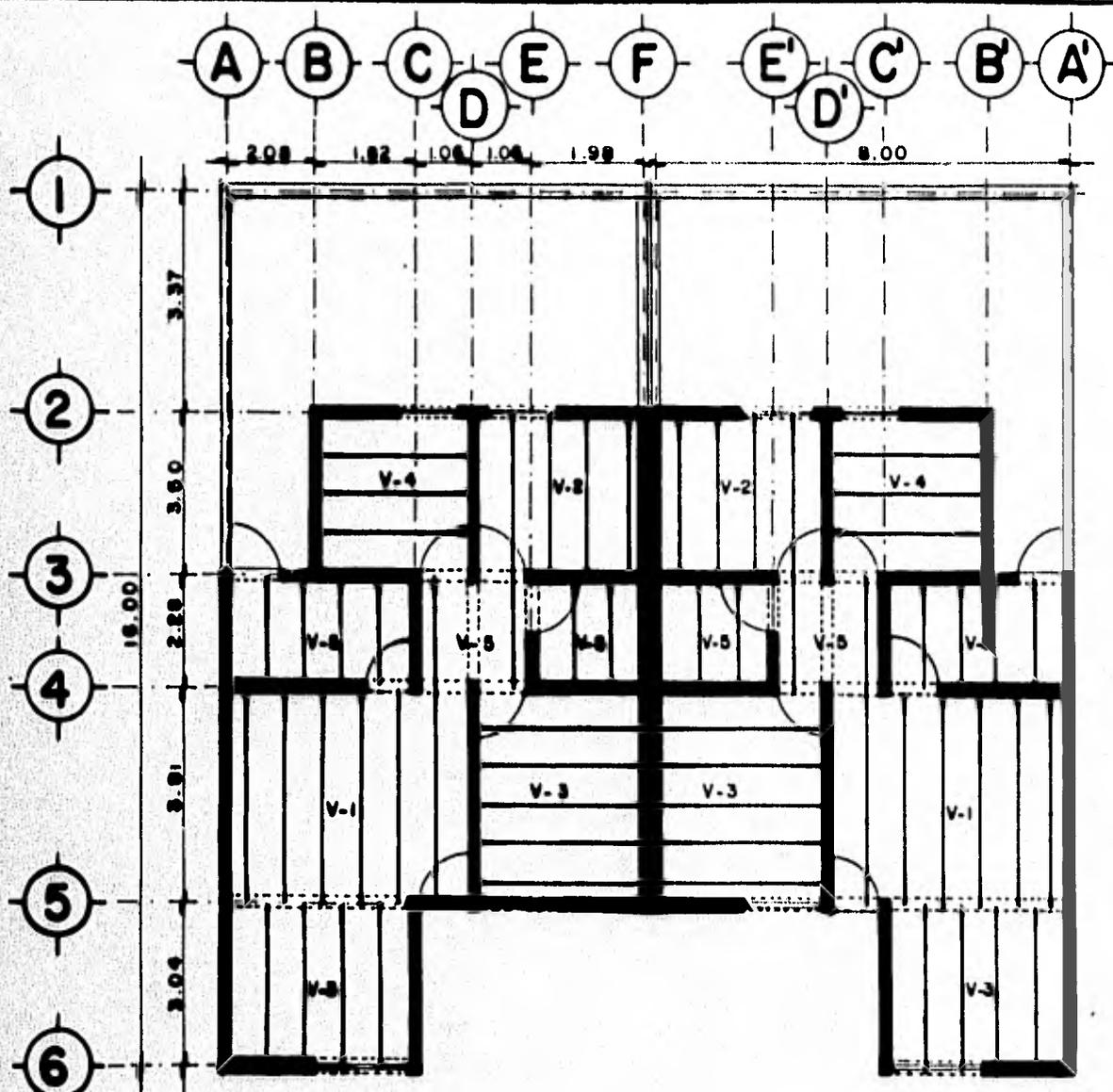


SIMBOLOGIA

tabla
aplicacion de
viguetas

JUNIO/83

E-4



SIMBOLOGIA

V-1	3.61	6.00	Pso
V-2	3.60	4.00	Pso
V-3	3.06	6.00	Pso
V-4	2.88	3.00	Pso
V-5	2.28	6.00	Pso
BOVEDILLAS	380.00	Pso	

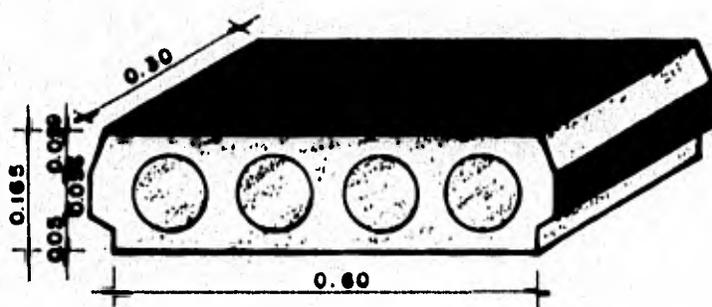
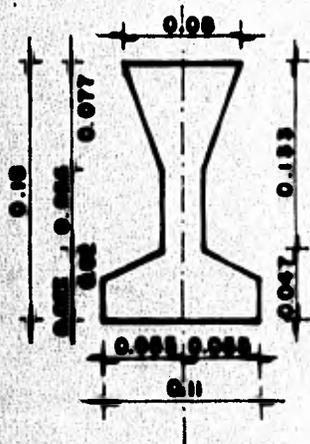
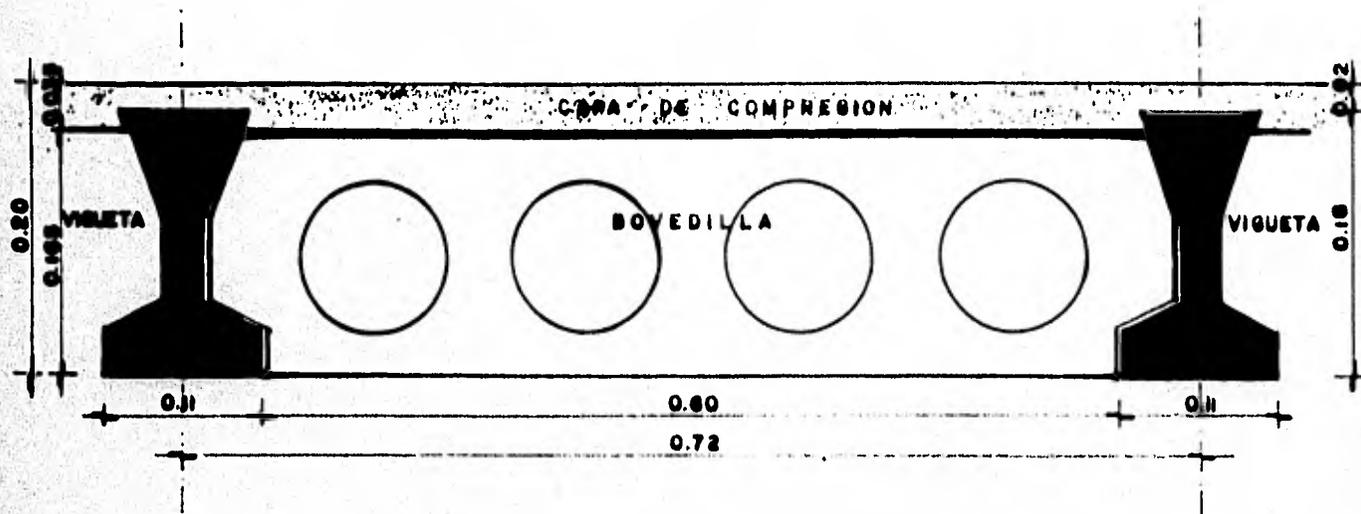
No. de Pso. por Caso

**distribucion
de viguetas**

Cotas en Mts.

JUNIO / 66

E-5

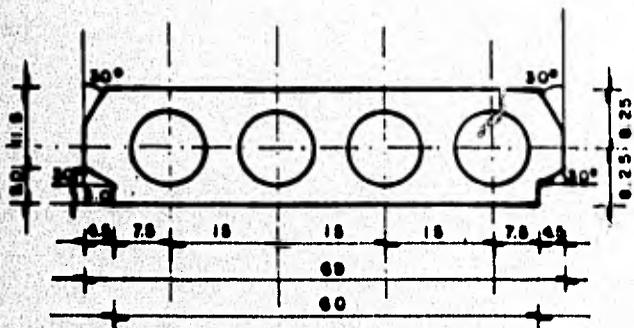


SIMBOLOGIA

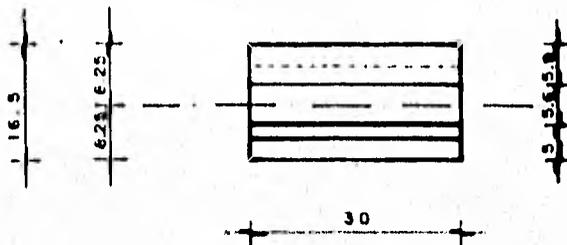
vigueta y
bovedilla

Cales en Mto.
JUNIO / 89

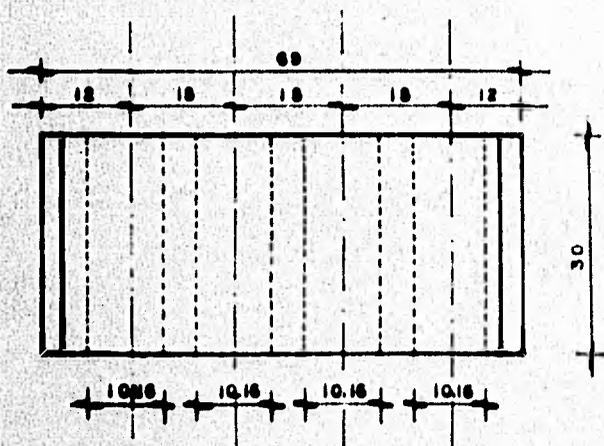
E-6



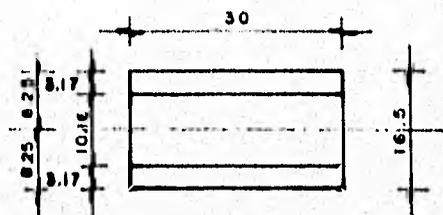
alzado



lateral



planta



corte



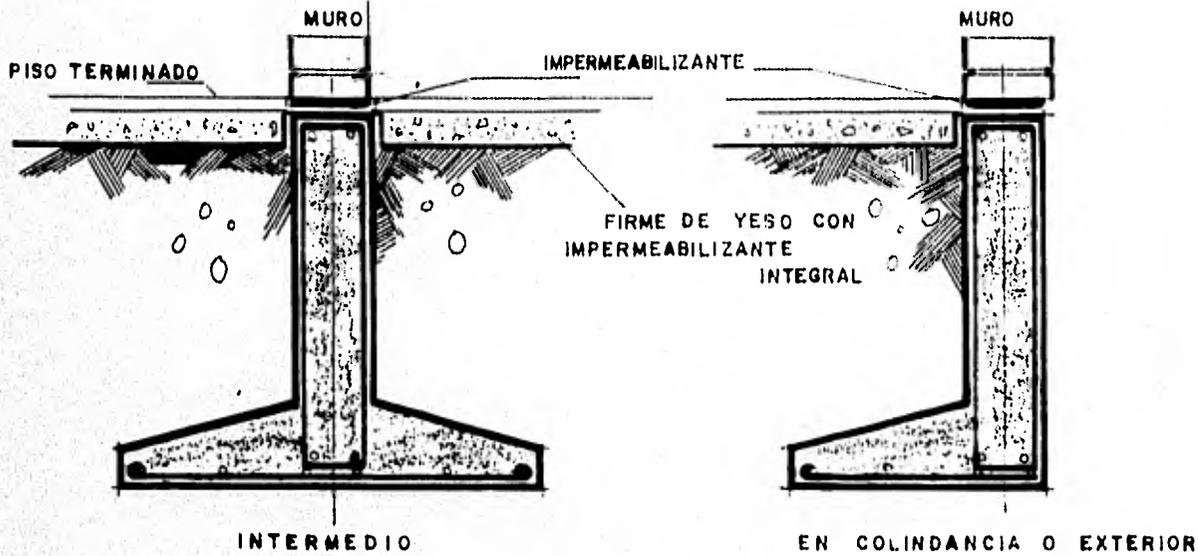
SIMBOLOGIA

diseño de
bovedilla

Catedra de Cmo.

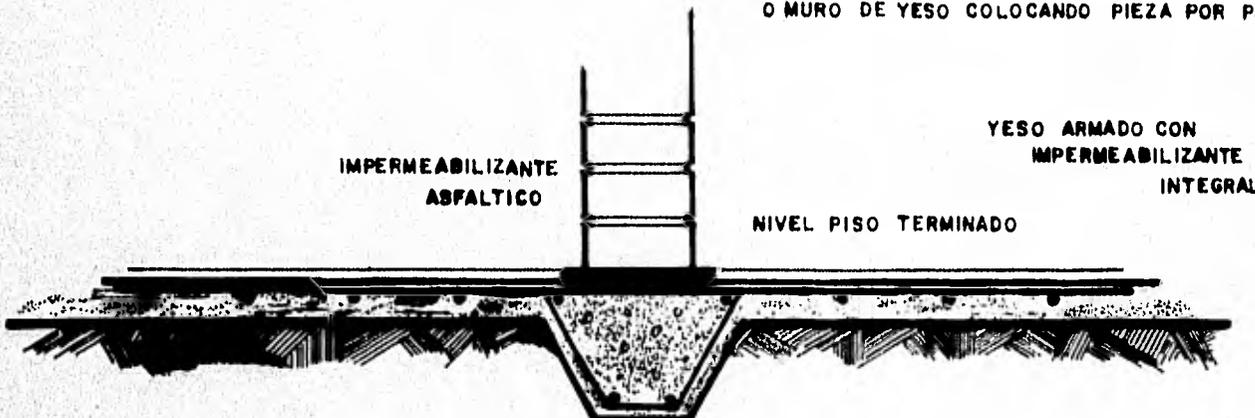
JUNIO / 08

E-7



CIMIENTO DE YESO ARMADO

MURO DE YESO ARMADO COLADO EN SITIO
O MURO DE YESO COLOCANDO PIEZA POR PZA.

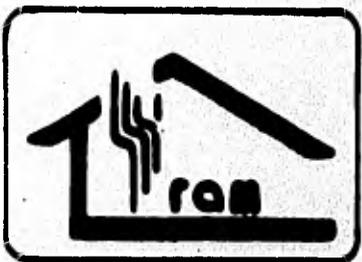
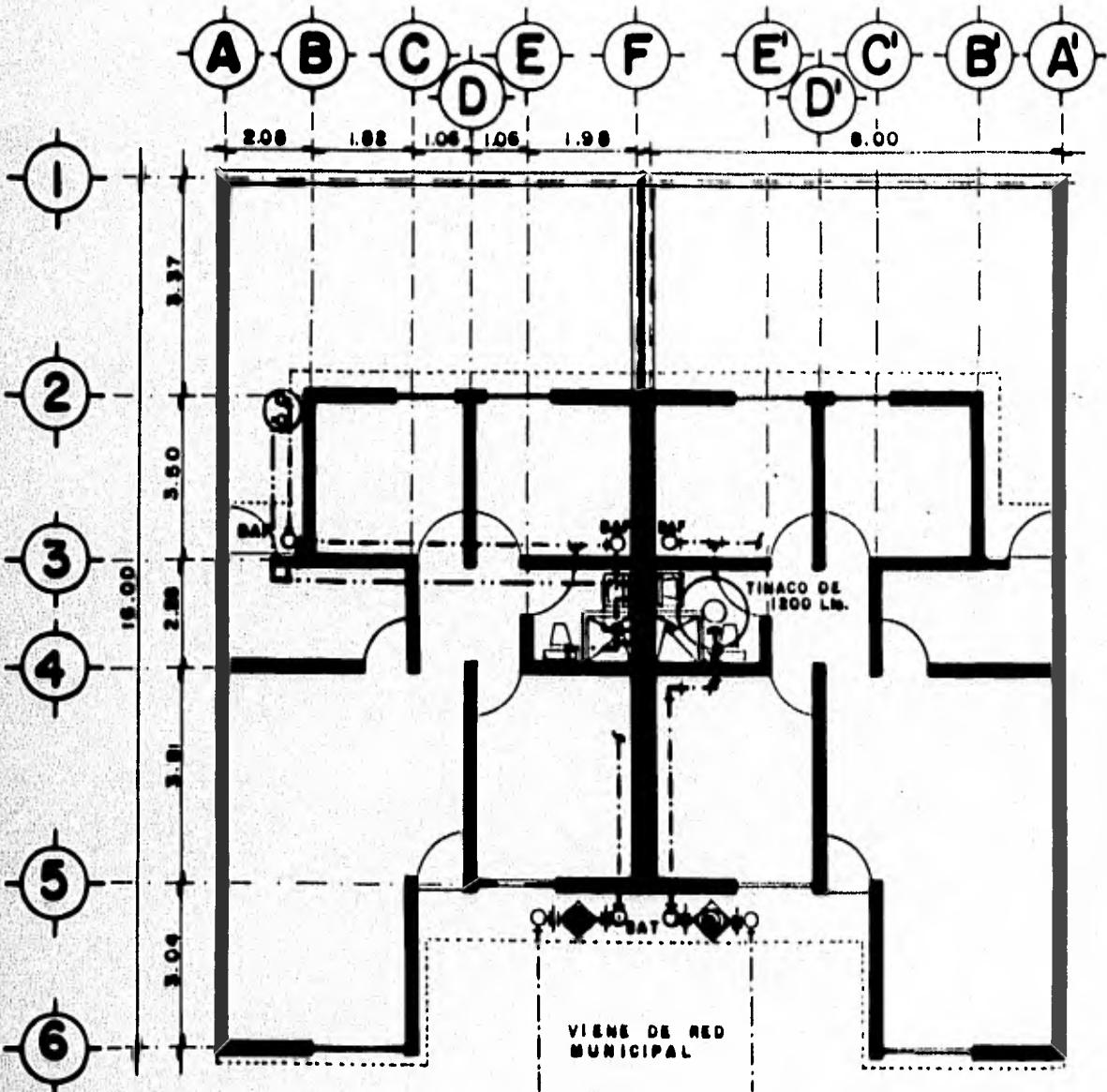


SIMBOLOGIA

cimentacion

JUNIO / 83

E-8

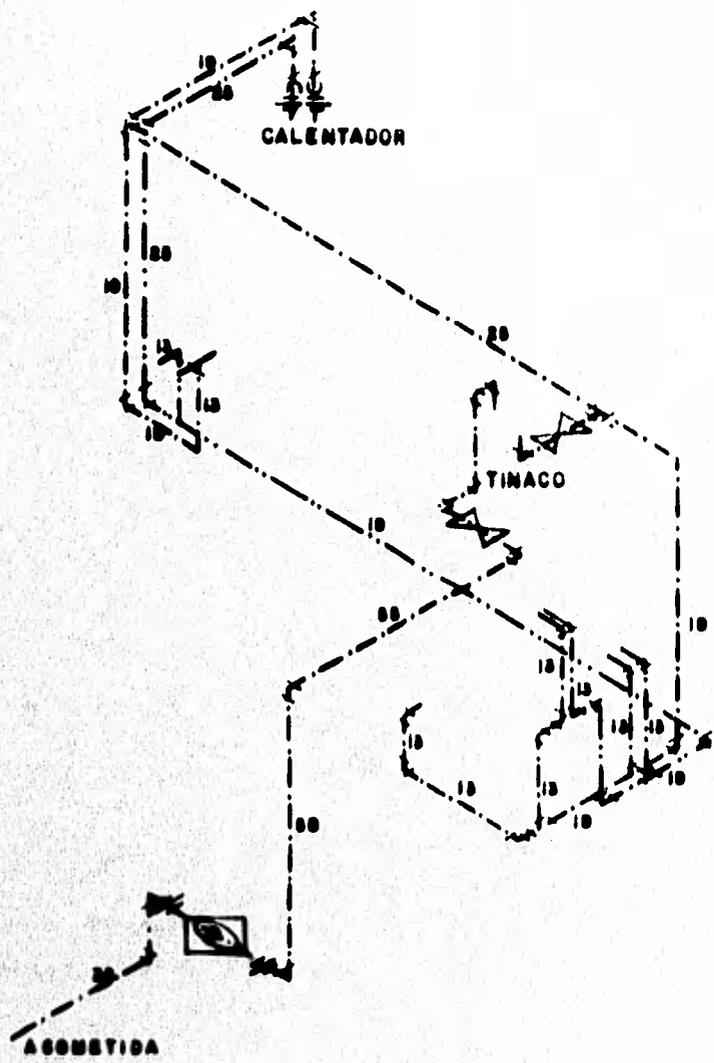


- SIMBOLOGIA**
- — — — — AGUA FRIA
 - - - - - AGUA CALIENTE
 - ◊ MEDIDOR
 - BA TUBO A TINACO
 - BAF BAJA AGUA FRIA
 - ⊙ CALENTADOR

**instalacion
hidraulica**

Cotes en Mts.
JUNIO / 88





SIMBOLOGIA

----- AGUA FRIA

- . - . - . AGUA CALIENTE

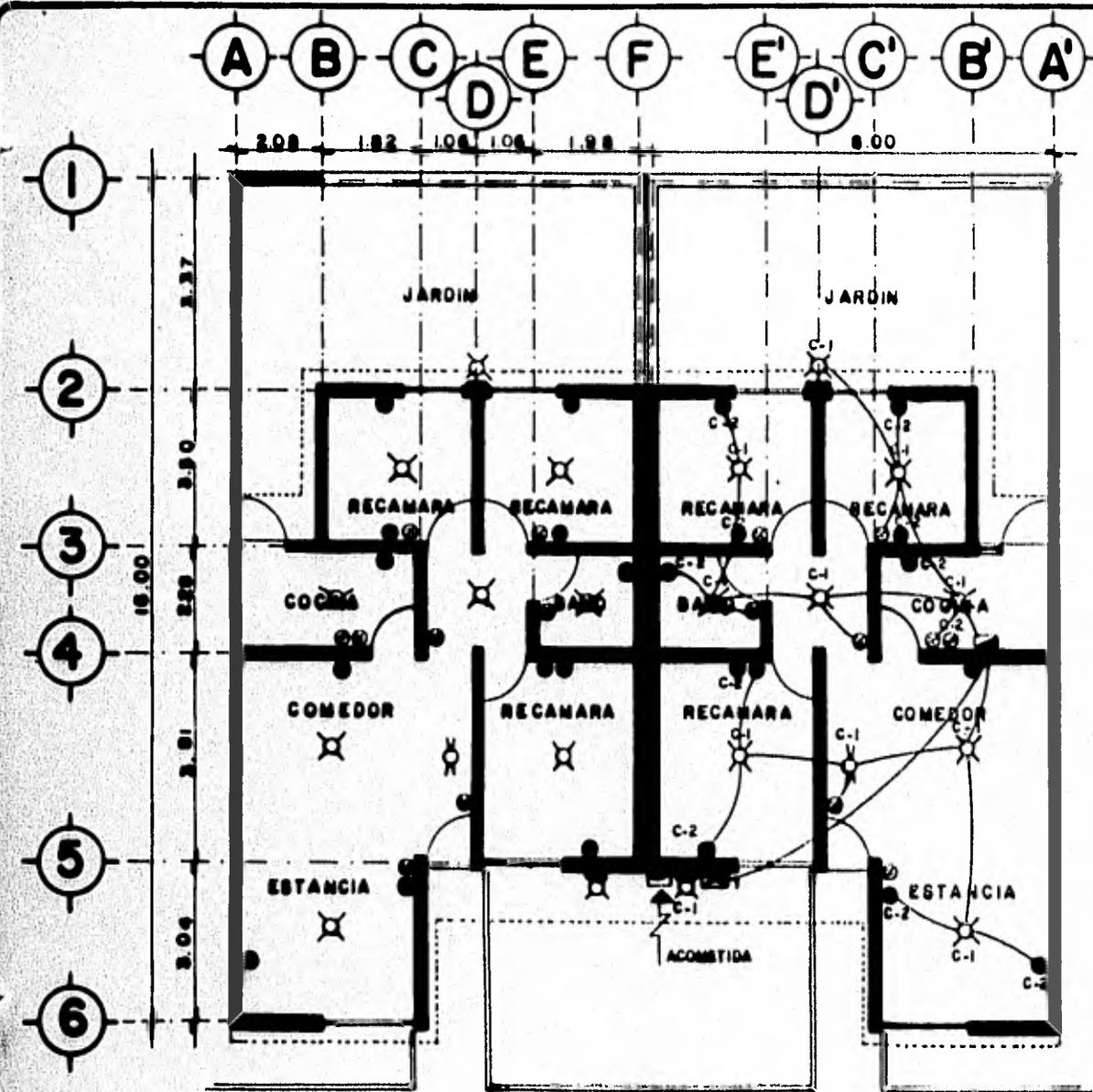
⊕ MEDIDOR

⊗ LLAVE DE PASO

**isometrico
instalacion
hidraulica**

Cotas en Mts.
JUNIO / 88

IHM-2



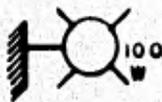
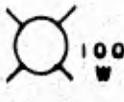
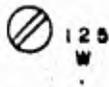
SIMBOLOGIA

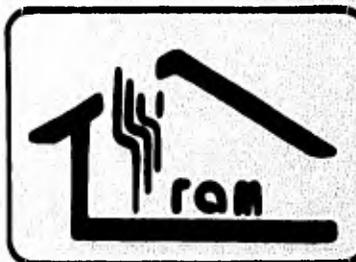
	ACOMETIDA C.A. DE LUZ
	MEDIDOR
	TABLERO DE DIST. ALIMB.
	ARBOTANTE INCANDESCENTE
	SALIDA INCAND. DE CENTRO
	APAGADOR SENCILLO
	APAGADOR DE 3 VIAS
	CONTACTO SENCILLO
	CONTACTO DOBLE
	LINEA ENTUBADA POR LOBA
	TABLERO GRAL. CON INT. RUPTOR DE SEGURIDAD.

instalacion electrica

Colado en Mts.
JUNIO / 88



CIRCUITOS	 100 W	 100 W	 125 W	 250 W	TOTAL en WATTS
C - 1	2	9	—	—	1,100
C - 2	—	—	1	11	2,875
TOTAL	2	9	1	11	3,975



SIMBOLOGIA

Tubo Conduit pared gruesa
marca OMSA Reg. S.I.C. -
D.S.S. No. 999 d' similar

Cajas de conexiones marca
GLEASON Reg. S.I.C. - D.S.S.
No. 888 d' similar

Conductores de Cobre con
aislamiento tipo T.W marca
Coodema Reg. S.I.C. - D.S.S.
No. 888 d' similar

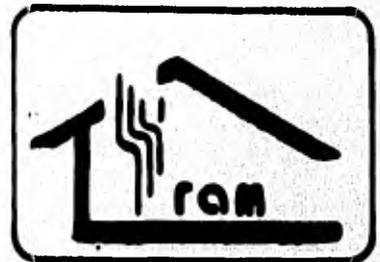
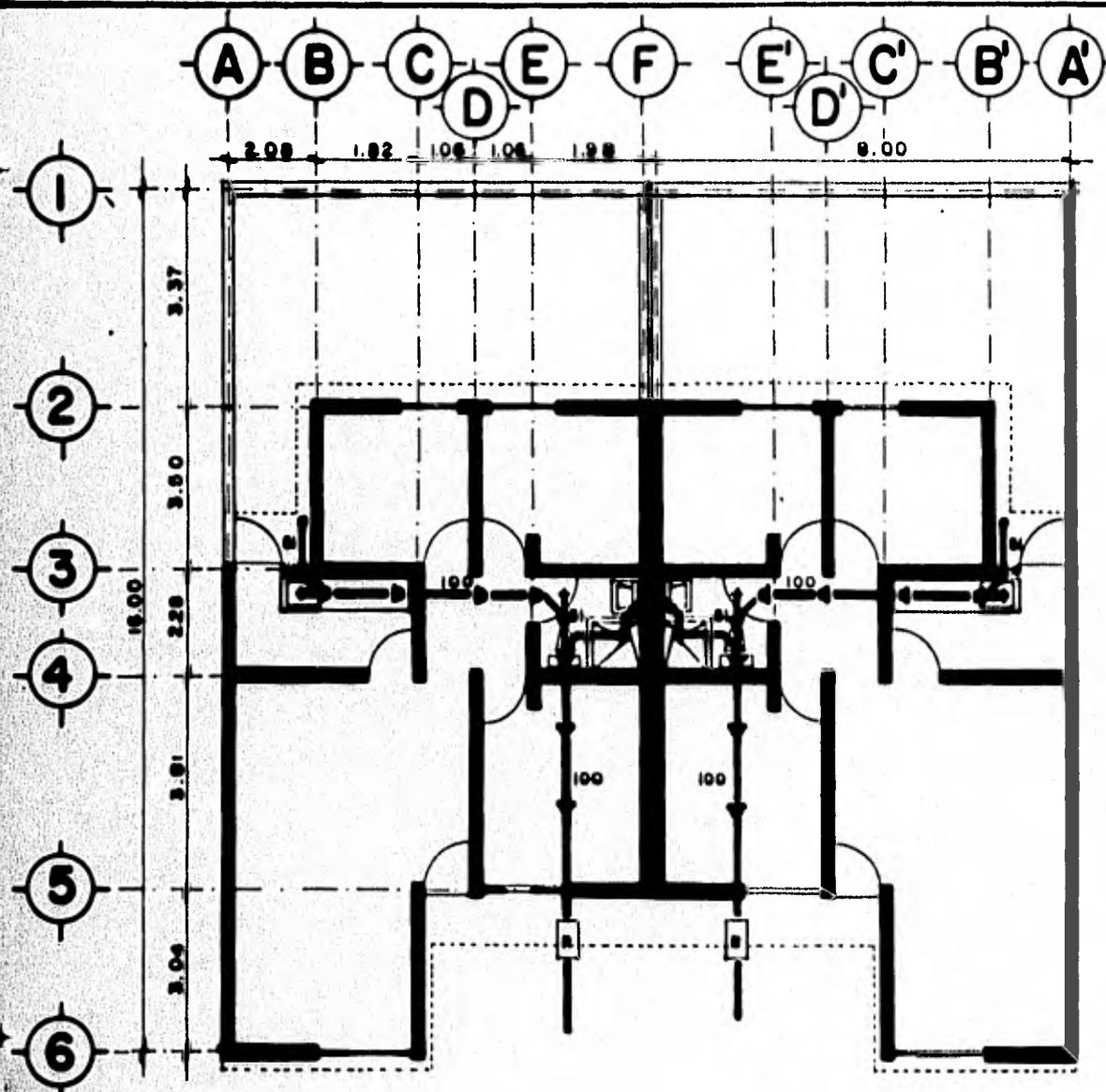
Apagadores, Contactos y Placas
marca ARROW - HASTY Reg.
S.I.C. - D.S.S. No. 888 d' similar

Interruptor de seguridad
marca SQUARE D. de 8400
Reg. S.I.C. - D.S.S. No. 888

**cuadro de
cargas**

JULIO / 88

IE-2

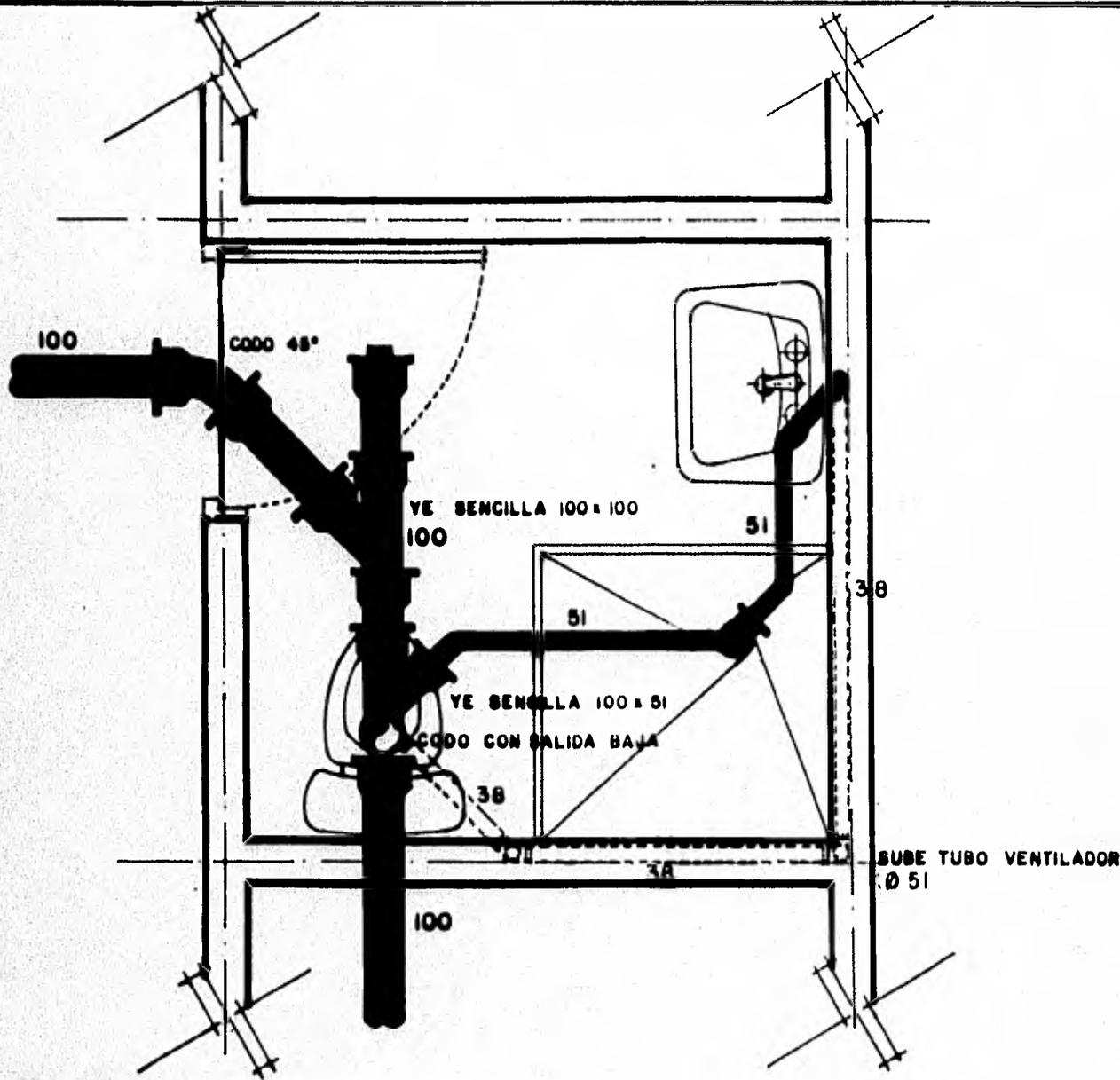


- SIMBOLOGIA**
- TUBERIA DE P.V.C.
 - TUBERIA DE CO.
 - COLADERA
 - REGISTRO
 - TAPON REGISTRADO
 - PEND. DEL 0%

**Instalacion
sanitaria**

Cotas en Mts.
JUNIO / 88

IS-1



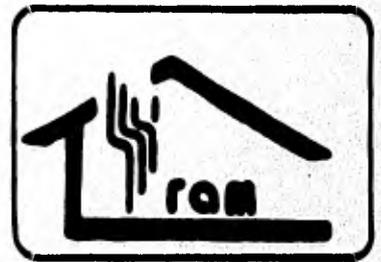
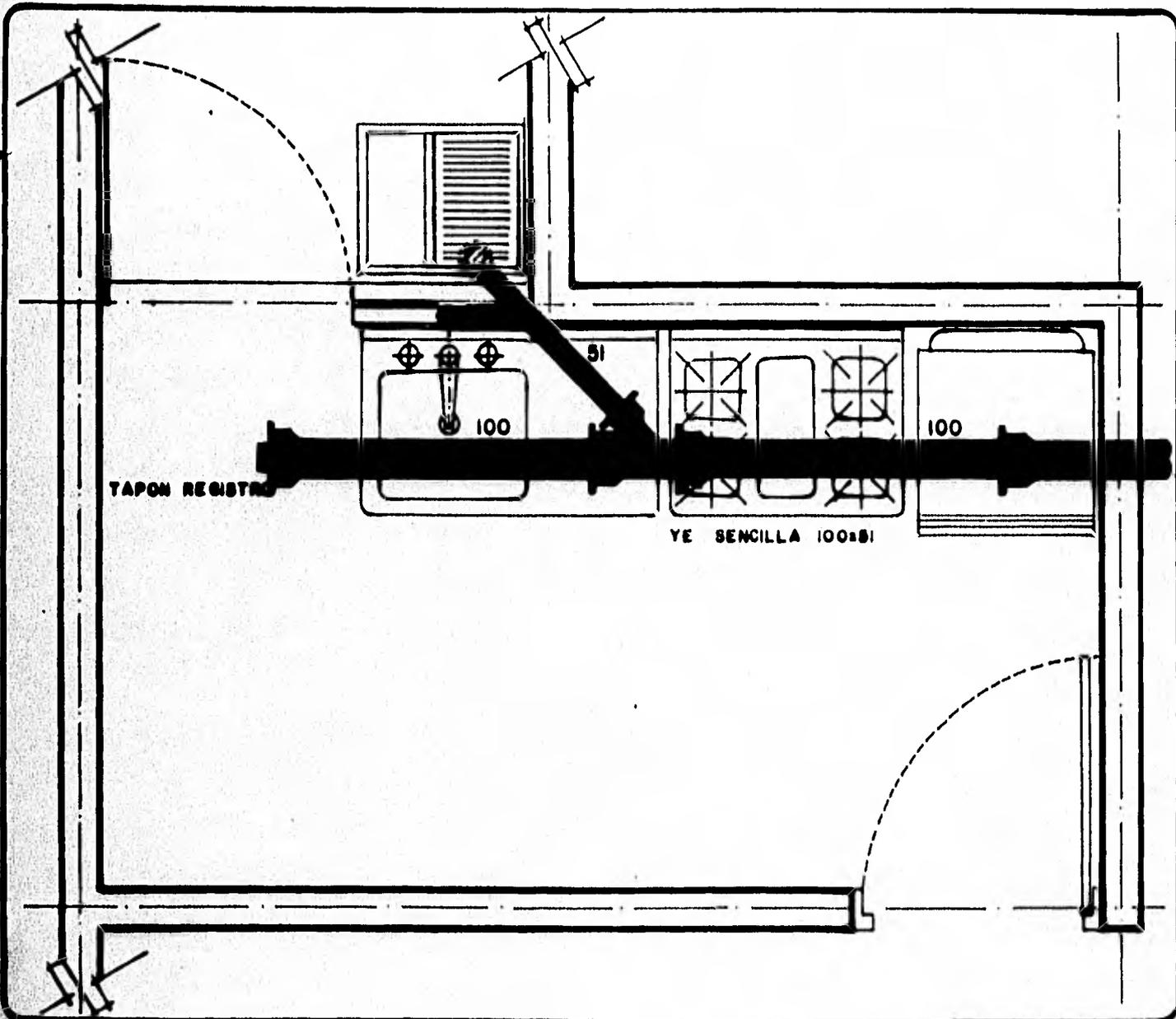
SIMBOLOGIA

Tuberio de P.V.C.

**detalle
sanitario
baño**

Cotas en Mts.
JUNIO/88

IS-2

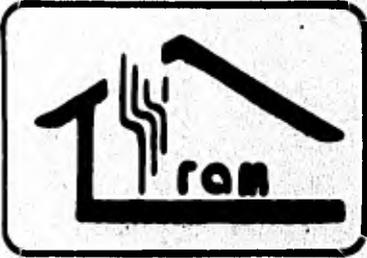
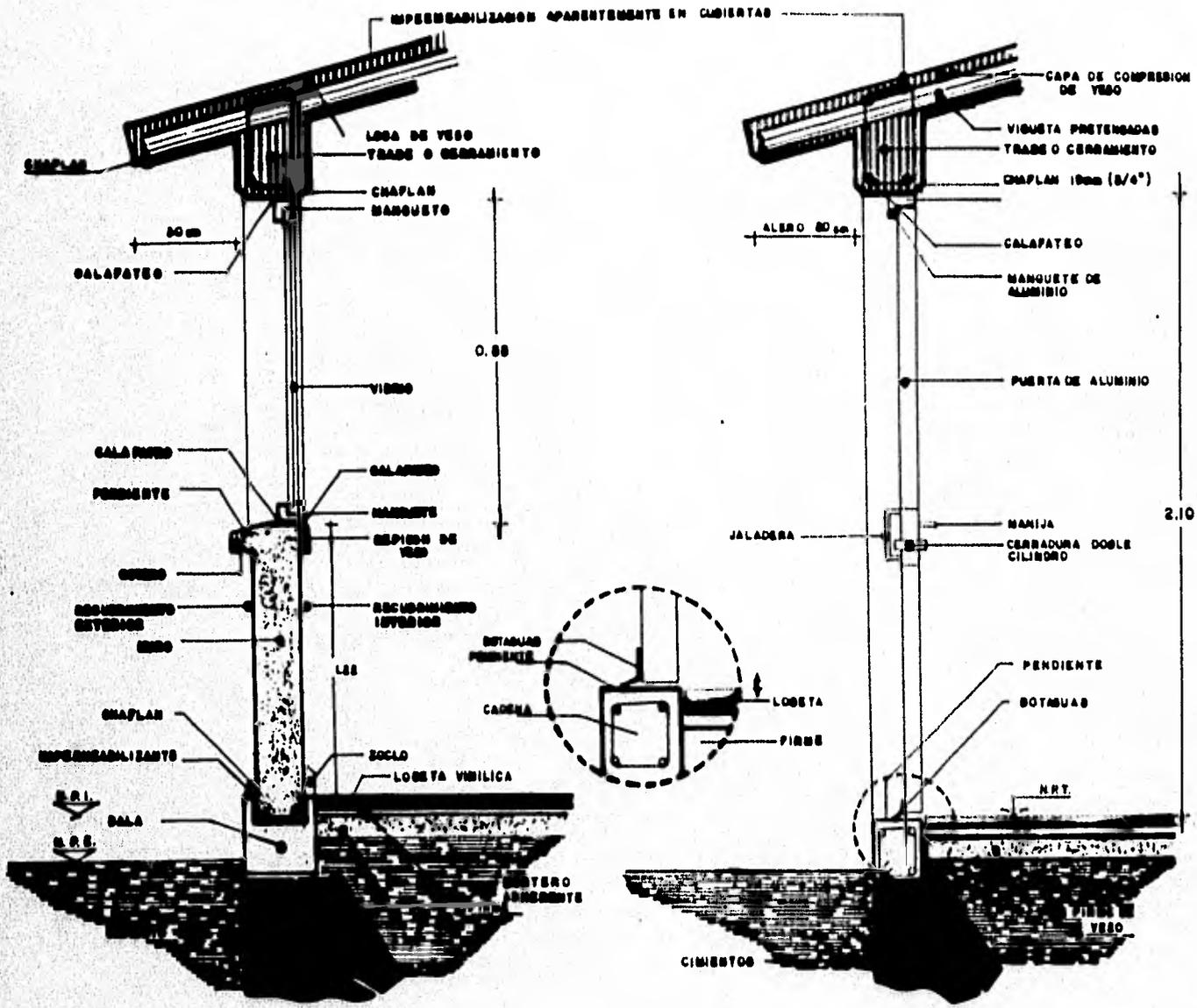


SIMBOLOGIA

detalle
sanitario
cocina

Cotas en Mts.
JUNIO / 88

IS-3



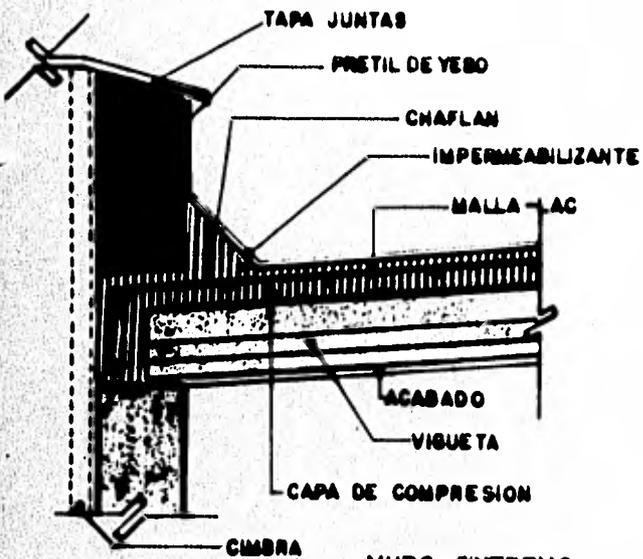
SIMBOLOGIA.

LOS ALEROS SERAN DE 0.80 m
 EL GANCHO DE LAS PUERTAS EXTERIORES DEBERA TENER PENDIENTE HACIA EL EXTERIOR.
 EN MUEBRIA DE ALUMINIO LAS JUNTAS EXTERIORES DE LAS VENTANAS DEBERAN SER CALAPATEADAS.

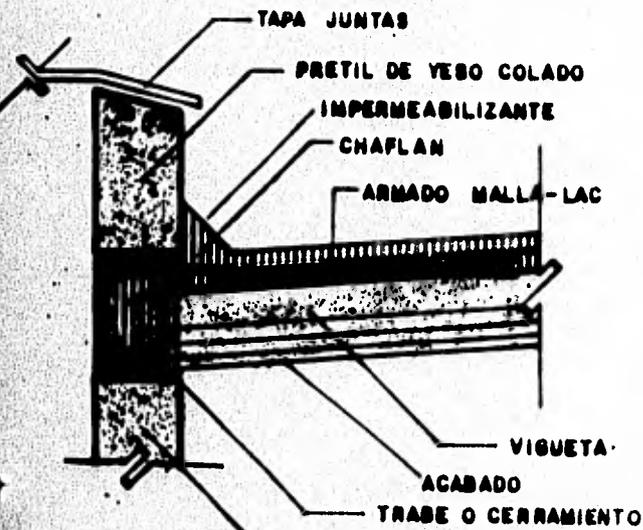
cortes por fachadas

Colea en Ms.
 JUNIO/83'

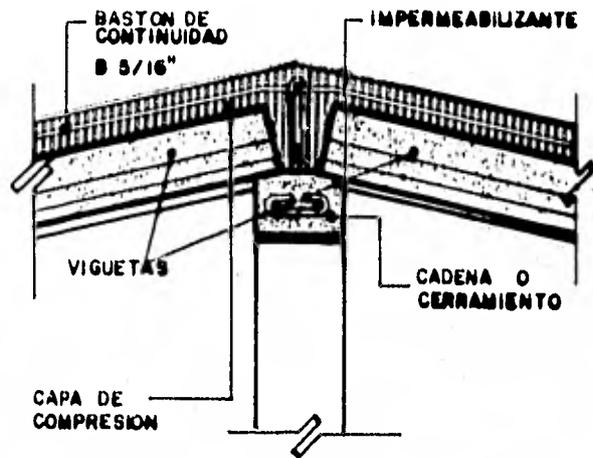
CF-1



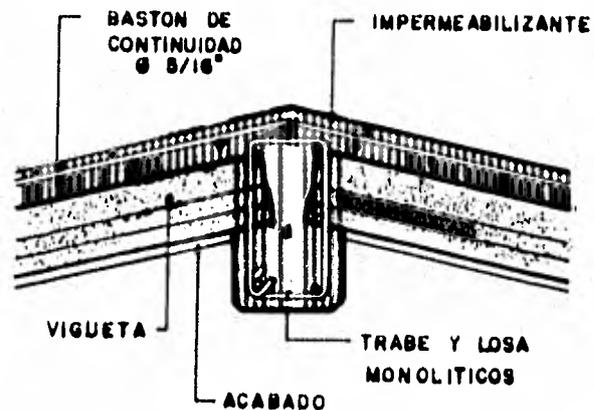
**MURO EXTREMO
OPCION "A"**



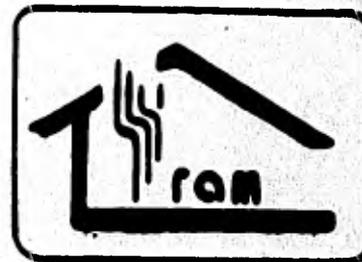
**MURO DE YESO COLADO
MURO EXTREMO
OPCION "B"**



**MURO EN CUMBRA
A DOS AGUAS.**



**VIGAS AHOGADAS EN TRABES DE CUMBRA
A DOS AGUAS.**

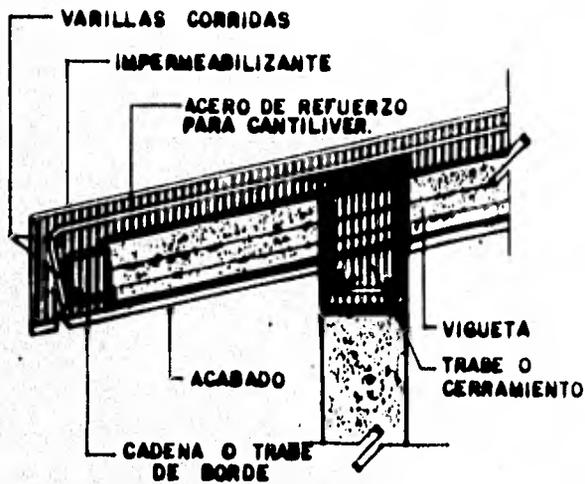


SIMBOLOGIA

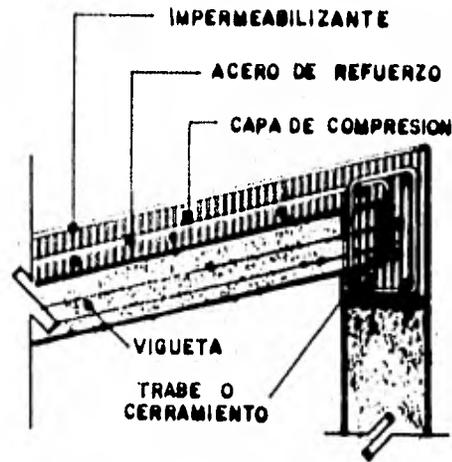
**detalles
constructivos**

JUNIO/88

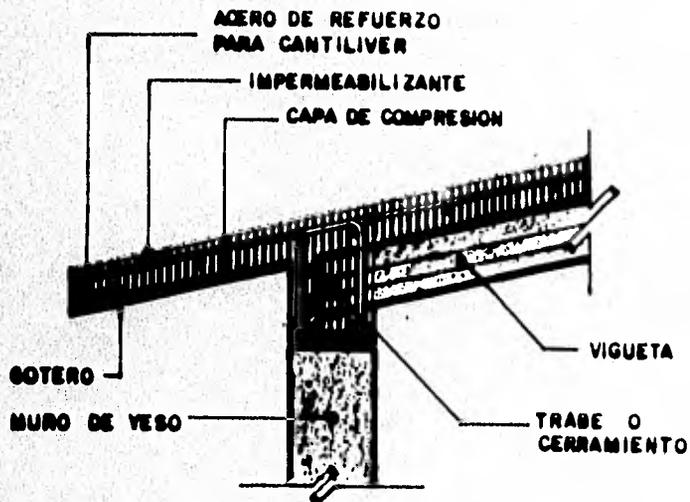
D-1



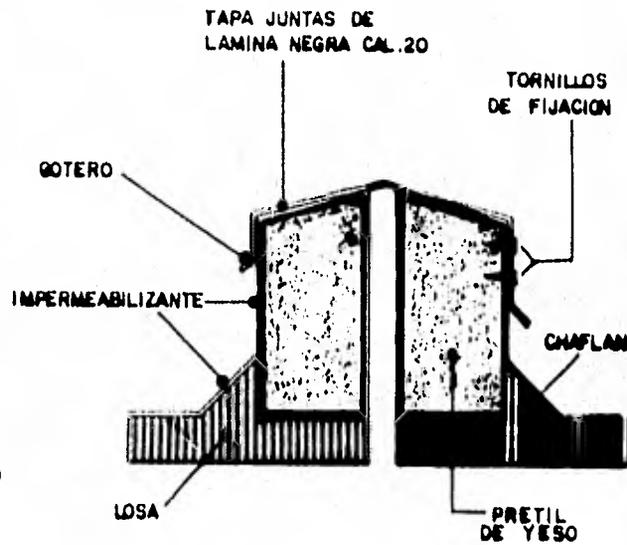
VOLADO DE LOSA CON PENDIENTE



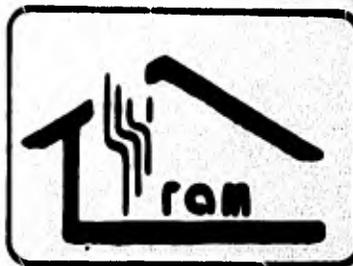
APOYO A UN AGUA



VOLADO DE LOSA CON PENDIENTE



JUNTA CONSTRUCTIVA

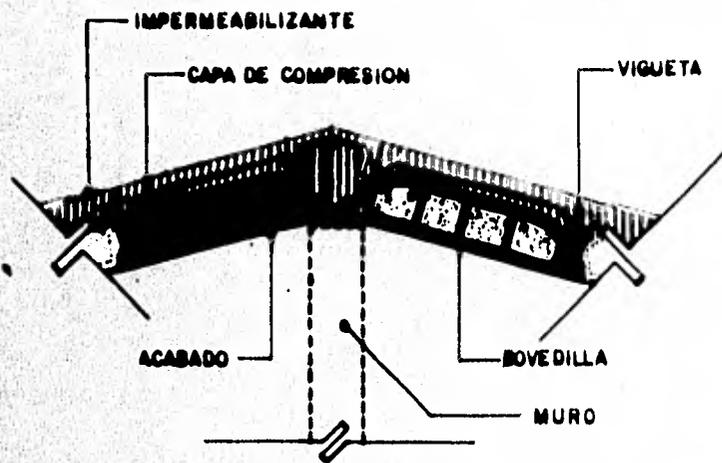


SIMBOLOGIA

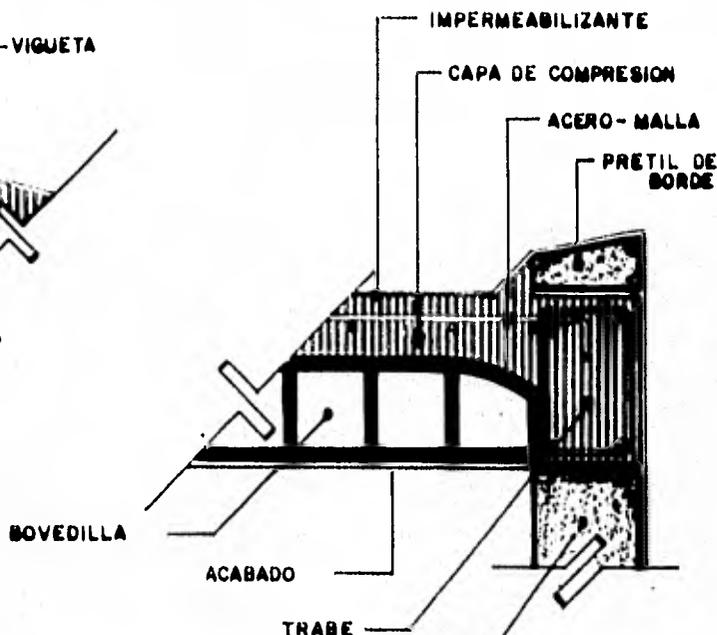
detalles
constructivos

JUNIO / 88

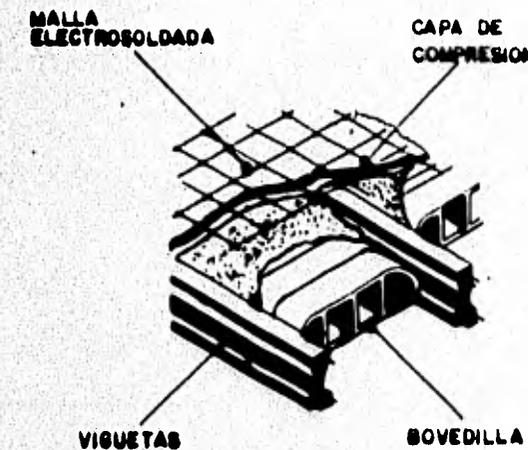
D-2



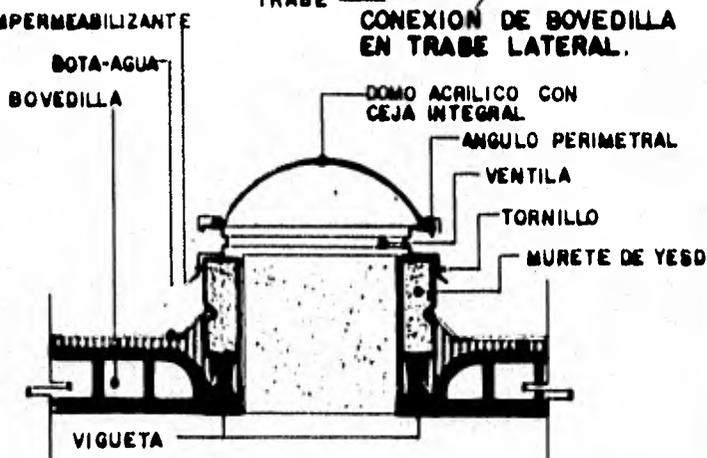
CONEXION DE BOVEDILLAS EN TRABE DE CUMBRE



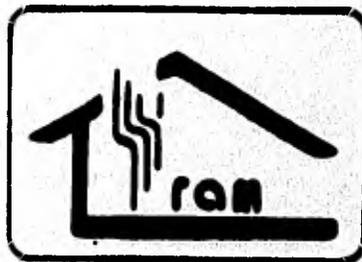
CONEXION DE BOVEDILLA EN TRABE LATERAL.



DETALLE DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA LOSA



DETALLE DE DOMO (corte)



SIMBOLOGIA

detalles
constructivos

JUNIO/88

D-3

CONCLUSIONES.

De todo lo expuesto resulta evidente que la acción del calor sobre la piedra de yeso provoca en ésta una serie de transformaciones a las cuales corresponden productos que tienen propiedades muy diversas; como hemos visto, la piedra de yeso sometida a la -- acción del calor lentamente progresivo, pierde agua de cristalización, pasando primeramente a formar el llamado medio hidrato, después de esto, siempre bajo la acción continua del calor, el medio hidrato a su vez se descompone formando sulfato de calcio - y agua evaporada.

Se ha demostrado también que al terminar el primer tiempo de deshidratación, el calor puede formar anhidrita soluble si no se suprime el exceso de calor, la insistencia de éste produce anhidrita soluble o yeso cocido a muerte (cocido a rojo Blanco) y así hasta llegar al yeso de pavimento o hidráulico.

Dichas transformaciones no se realizan en un sólo momento en toda la masa, debido a - que la transmisión de calor de una partícula a otra es difícil por la notable resis - tencia del agua a disolverse y por el debil poder conductor del yeso.

Conforme hemos explicado, los resultados de los estudios sobre la cocción de la pie-- dra hechos por diferentes autores, no concuerdan, diversos son los grados de tempera - tura señalados a la misma calidad de piedra y demasiados son los elementos que se de - ben combinar en la medida del tiempo, del volumen y de las propiedades de la materia,

para poder establecer un término preciso, único para cada tipo de yeso: La naturaleza de la cristalización de la piedra, el desmenuzamiento, la trituración, el molido- la temperatura atmosférica, su grado de humedad, la graduación del fuego para obtener el calor necesario para cocer la materia y la duración del tiempo de cocción. Además de la calidad de los hornos que deberían poder hacerse siempre con la posibilidad de regulación automática, precisa y constante.

De todo esto resulta evidente, que es la práctica la que establece y la que precisa- la graduación de temperatura de cocción de la piedra de yeso y ésta no puede verse - acompañada por las teorías expuestas sino antes de haberlas experimentado y perfeccio- nado conforme a la virtuosidad del horno empleado, en lugar de que con alambiques, -- muflas y pequeños hornos de los laboratorios de investigación y propiamente aquella -- práctica nacida y completada sobre la base de los experimentos hechos en fábricas con los ingredientes destinados a la fabricación industrial.

Por lo mismo y tomando en consideración todos estos aspectos y gracias al apoyo y -- participación directa de Minerales Inmet, S.A., fabricantes del yeso Minsa llevamos al campo de práctica todo lo que en esta primera etapa de investigación se había podido- recabar y fué así como mediante la implementación de nuevos programas de trabajo en - cada uno de los procesos en la industrialización del yeso logramos establecer todos - los principios y características con las cuales se debía producir este material, obser- vando lo siguiente:

a) Desde el yacimiento a la roca yesosa se le practicó un análisis cualitativo a fin de detectar cualquier impureza que pudiera encontrarse en el yacimiento y que por con- siguiente pudiera contaminar la materia prima, provocando mala calidad y deficiencias

en cuanto a su comportamiento físico-mecánico posterior a su manufacturación.

b) La materia prima después de extraída fué triturada en un grado de partícula que no excedía $3/4$ de pulgada en su diámetro, utilizando trituradora de mandíbulas (como la-
ilustrada en la fig. 1)

c) Dada la pesima conductividad térmica del sulfato de calcio y conociendo que en su estructura de cristalización contiene dos moléculas de agua, se procedio a un molido-
en molinos de martillos con malla 50 al 100 % para garantizar así la homogeneidad en-
el dehidratado de la misma. Proceso de suma importancia, ya que de aquí se deriva la
excelencia en la calidad de los productos a obtener.

d) En cuanto a la deshidratación del yeso, se puede resaltar que es en este proceso -
donde hay que tener el máximo de eficiencia en cuanto a control de temperaturas, ya que
es en esta etapa donde debido a la influencia del calor sobre la piedra de yeso pode--
mos obtener variedades de yeso comercial con cracterísticas diferentes.

En nuestro caso y con la finalidad de encontrar las temperaturas adecuadas en el pro-
ceso industrial de fabricación se recurrió a la implementación de un horno rotatorio-
de fabricación continua el cual consideramos es el que garantiza la homogeneidad debi-
do a la constante agitación de la masa yesosa al interior de la cámara de combustión-
asímismo, es en este horno donde se puede regular el paso del material y controlar con
gran precisión la temperatura en relación directa con el tiempo de exposición al ca -
lor del yeso y con el producto que se desee obtener.

Los grados de temperatura en relación con las revoluciones por minuto de este horno y con los productos o variedades se dió de la siguiente manera:

YESO COCIDO

170

2 R.P.M.

(Tabla: Ver capítulo de deshidratación)

Horno rotatorio de 16 m. de longitud con inclinación del 2%

e) Posterior a la deshidratación se debe someter el material a un segundo proceso de molienda a 80 mallas al 100% en el caso de destinarlo a la industria de la construcción como yeso "amarrado" o a 200 mallas al 100% en el caso de su utilización para moldeo de objetos finos o delicados.

f) En lo que se refiere al envasado se procede a almacenar los productos obtenidos en silos que les permitan reposar y enfriarse para posteriormente envasarse o salir a la distribución comercial.

Después de haber llevado a la práctica estos procesos a nivel industrial a manera de reseña podemos decir que el resultado de el análisis químico y de composición de la muestra de yeso representativa tomada de los yacimientos localizados en Tlaltizapan , Morelos, Pertenecientes a Minerales Inmet, S.A. correspondieron a un sulfato de calcio con una alta calidad de pureza (99.87 %) cristalizada con dos moléculas de agua (dihidrato), lo cual nos indicó que estábamos trabajando con un excelente material en relación con los reportes registrados por la Cámara Minera, donde se encuentra que los yesos que actualmente se extraen de los yacimientos nacionales se encuentran en rangos

que van del 60 al 70 % de pureza en lo que se refiere a sulfato de calcio, conteniendo casi en su mayoría impurezas, que provocan deficiencias en cuanto a calidad después de que es tratado industrialmente.

Partiendo de lo anterior y con la idea de continuar con este trabajo fué como el Instituto de Geología, de la Facultad de Química, apoyados por el Instituto de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México y en base a -- técnicas modernas y bajo un estricto programa de trabajo y coordinación, logramos establecer todas las características de tipo químico-físico y mecánicas que daban origen a un nuevo producto al cual denominamos ALGEZ.

Al tener localizado el tipo de mineral con el cual estábamos trabajando nos volvimos a plantear nuestros objetivos iniciales, continuaba en mente nuestra idea de construir -- casas con yeso, así es que retomando lo anterior nos dimos a la tarea de elaborar un - proyecto y comenzar con lo que sería nuestra segunda fase, aplicar este material como elemento estructural y no como se le había venido utilizando durante toda la historia -- como elemento decorativo o aplicado como acabado interior.

Nuestra primera experiencia partió del procedimiento tradicional de utilizar un elemento a tensión (acero) y otro a compresión (concreto) que en nuestro caso sustituimos por el yeso o ALGEZ. El resultado no fué satisfactorio, ya que debido a la fuerte acción oxidante del yeso ejercida sobre el acero al momento del fraguado disminuyó considerablemente el área del mismo y en consecuencia su resistencia, además la baja resistencia del yeso nos dieron como resultado el pandeo de la losa, fenómeno que no se dió de igual forma en los demás elementos (muros)

Como un segundo intento conseguimos aislar el acéero mediante una aplicación de cemento en forma de lechada y de esta manera evitar la oxidación producida por el yeso al fraguar, obteniendo al mismo tiempo una buena adherencia por parte de los dos materiales- pero al igual que la experincia anterior no obtuvimos resultados positivos.

Sumando nuestras experiencias anteriores optamos por utilizar un sistema constructivo-MIXTO con el fin de rigidizar nuestros elementos horizontales (losas) consistente en el uso de viguetas y bovedillas. Simultaneamente fuimos tambien perfeccionando la manera- de construir los muros, ya que inicialmente habíamos estado experimentando con muros co- lados directamente en sitio pero además de un gran desperdicio de material existia el- problema de la compra o alquiler de cimbra con el consecuente incremento de nuestros - costos, y el hecho de que no existe en el mercado una bomba para el colado del yeso co- mo en el caso del concreto, por lo cual optamos por diseñar bloques de yeso huecos que ademas nos permitian tanto el colado de los castillos como el alojar las instalaciones y es así como de manera muy general se fué desarrollando el sistema constructivo al que dimos el nombre de "Sistema Constructivo Algez" que está ampliamente expuesto en el - capitulo 5.1 de esta tesis.

En lo referente a la impermeabilización, a lo largo de nuestra investigación fuimos des- cubriendo las posibilidades de los distintos productos, tanto los existentes en el mer- cado como algunos otros en proceso de experimentación como el caso específico del bas- tago de plátano con alumbre. Nuestra conclusión fué la siguiente:

Festerbond como producto base para la preparación de moléculas de microprimer obtenien- do los siguientes rendimientos.

1.- Festerbond y cemento

11 M² por litro de rendimiento

2.- Festerbond y cal	12 M ² por litro de rendimiento
3.- Microprimer festerbond y cemento	5 M ² por litro de rendimiento
4.- Festerbond cemento y cal	14 M ² por litro de rendimiento
5.- Jabón y alumbre	13 M ² por litro de rendimiento
6.- Pintura de sal y cal	10 M ² por litro de rendimiento

Es de destacar que gracias al apoyo de la empresa fabricante y a la colaboración y participación de especialistas en la materia por parte de la U.N.A.M. es como se logró en contrar los diferentes rangos de temperatura con sus consecuentes tipos de productos, - así como los mecanismos y procedimientos adecuados para una correcta industrialización de este compuesto, y cabe señalar que aun en la actualidad el Instituto de Geología ha continuado con los estudios sobre el yacimiento ya que es considerado como único, dada su naturaleza y la alta calidad de la piedra yesosa que de él se extrae, asimismo la - Facultad de Química ha continuado sus estudios sobre este nuevo producto denominado Algez para contemplar su posible utilización en la industria cementera.

En lo que se refiere a esta investigación y a fin de continuar con los objetivos planteados, estamos incluyendo como conclusiones a esta tesis todos los reportes de laboratorio tanto oficiales como particulares, ya que consideramos que la obtención de estos resultados es en gran medida lo que marca la pauta y da origen a la creación y diseño de un sistema constructivo que mediante la utilización de este material Algez, permita y ayude en la edificación de viviendas tipo unifamiliar, sin dejar de considerar la relación costo-beneficio.

Del análisis que por ende pudiera surgir de los resultados de laboratorio anexamos una tabla síntesis con los datos obtenidos: correspondientes a cilindros de 2" de diámetro por 15 cm. de altura y vigas de 15 X 30 cm. fabricados con mineral Algez.

Como características generales del producto Algez podemos decir que se fabrica con materias primas de origen mineral entre ellas el sulfato de calcio de alta calidad, bajo un estricto control de temperatura para su deshidratación (170°C) y control de calidad en cuanto a su molido (a 60 mallas) y envasado, cuenta con un alto grado de fusión (1400°C) lo que le brinda una mayor protección al fuego, en comparación con otros sistemas y debido a la naturaleza de cristalización reúne características térmico-acústicas ya que la interrelación entre sus moléculas se da a base de partículas de agua y aire lo cual dificulta el paso de temperatura (calor o frío) y ruido, característica particular del yeso.

Presenta una excelente adherencia a los materiales porosos, un fraguado modificable a partir de los 4 mins. y es más ligero que el concreto (37.5% menos) y el tabique -- (16.6% menos). Además y como su ventaja más relevante es que debido al bajo costo de obtención e industrialización le hacen de fácil adquisición.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- CHAVEZ GOMEZ, RAUL
ESTUDIO TECNICO Y ECONOMICO, PROYECTO DE UNA FABRICA DE YESO.

- HERO, A.
TRABAJO DE YESO Y MANUAL DE PAVIMENTO.

- HODGSON FEDERICK, THOMAS.
YESO.

- NOVO DE MIGUEL, LUCIANO.
EL YESO EN LA CONSTRUCCION.

- MAYOR GONZALEZ, GERARDO.
MATERIALES DE CONSTRUCCION.

- MIGUEL SAAD, ANTONIO.
MATERIALES PARA CONSTRUCCION.

- MAGAÑA GAHONA, ABEL.
YESO.

- BREMAUNTZ MONGE, ALBERTO.
PIGMENTACION DE YESO PARA ESTUCOS.

- BREMAUNTZ MONGE, ALBERTO.
YESO PARA ESTUCOS Y PLANTA PARA PIGMENTACION.

- DIRECCION GENERAL DE NORMAS SAHOP.
ARGAMASAS.

- PRIMERA GARCIA, JULIO CESAR.
ESTUDIO DE UN PROYECTO DE UNA FABRICA DE YESO.

- INFONAVIT.
NORMAS DE DISEÑO URBANO.

- INFONAVIT.
GUIA DE ESPECIFICACIONES GENERALES DE VIVIENDA.

- FOVISSSTE.
EL MODULO SOCIAL DE VIVIENDA.

- INFONAVIT.
AUTOCONSTRUCCION EN LA VIVIENDA COOPERATIVA (CARTILLA).

- INFONAVIT.
METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE UN PROYECTO.

- VALENTE CARMELO, GERARDO.
LA VIVIENDA EN EL MUNDO.

- DAU FLORES, ENRIQUE.

LA VIVIENDA Y SU EQUIPAMIENTO.

- IMSS.

INVESTIGACIONES DE VIVIENDA.

- REUNION NACIONAL DE VIVIENDA.

NUEVAS TECNOLOGIAS PARA LA VIVIENDA.

- GOBIERNO DEL ESTADO DE TLAXCALA.

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO URBANO PARA EL ESTADO DE TLAXCALA Y ZONAS CONURBANAS.