

**Universidad Nacional de Ingeniería**  
**Facultad de Ingeniería Química y Manufacturera**



**Estudio de Prefactibilidad de Instalación de una Fábrica  
de Ladrillos en la Provincia de Huaraz, utilizando  
Carbón Mineral como Combustible**

**TESIS**  
Para optar el Título Profesional de  
**INGENIERO QUIMICO**

**Lupe Nerida Pizán Toscano**

Lima — Perú  
1989

A mis queridos padres:

Manuel y Guadalupe

con amor y agradecimiento.

## AGRADECIMIENTO

Por su valiosa colaboración en el momento oportuno para la realización del presente estudio, manifiesto mi agradecimiento a los ingenieros: Angeles Leovigildo, Díaz Jorge, Marcelo Adolfo, Neyra Enrique e Icaza Alberto.

Además, deseo también manifestar el profundo agradecimiento y reconocimiento a mis profesores de la Facultad de Ingeniería Química por sus invalorable enseñanzas y consejos.



	<u>Pág.</u>	
2.2.2.3	Requerimientos físico-químicos de la combustión del carbón	28
2.2.2.4	Combustión del carbón mineral	30
2.2.2.5	Métodos y procedimientos de análisis	31
2.2.3	Características del carbón de Ancash	35
2.3	Producto	35
2.3.1	El ladrillo: Definición	35
2.3.2	Clasificación general	36
2.3.3	Clasificación de los ladrillos ordinarios	37
2.3.3.1	Según el moldeo	37
2.3.3.2	Según la cocción	38
2.3.3.3	Según la forma	39
2.3.4	Propiedades de los ladrillos ordinarios	39
2.3.5	Tipos y características de los ladrillos en Lima	41
2.3.6	Tipos de ladrillos en Ancash	43
2.3.7	Normas técnicas de ensayo	44
2.4	Area de mercado	45
2.5	Estudio de la demanda	46
2.6	Proyección de la demanda	53
 <u>CAPITULO III</u> Ubicación y Capacidad de Planta		 76
3.1	Ubicación	76
3.2	Tamaño y capacidad de planta	78
3.3	Distribución de planta	79

	<u>Pág.</u>
<b>CAPITULO IV</b>	<b>83</b>
<b>Tecnología del proceso</b>	<b>83</b>
- Industrial	83
- Artesanal	84
<b>4.1</b>	<b>84</b>
<b>Etapas del proceso de producción artesanal</b>	<b>84</b>
4.1.1	84
Extracción de la materia prima	85
4.1.2	86
Humidificación y mezcla	88
4.1.3	89
Moldeo	90
4.1.4	91
Secado	91
4.1.4.1	90
Secado natural	91
4.1.4.2	96
Secado artificial	91
4.1.5	96
Cocción	91
4.1.5.1	91
Metodología de la cocción	96
4.1.5.2	96
Tipos de hornos	96
<b>4.2</b>	<b>99</b>
<b>Descripción del proceso de producción elegido</b>	<b>99</b>
4.2.1	99
Materia prima, humidificación y amasado	102
4.2.2	103
Moldeo	106
4.2.3	109
Secado	112
4.2.4	113
Cocción	115
<b>4.3</b>	<b>116</b>
<b>Cálculos básicos</b>	<b>116</b>
4.3.1	112
Balance de materia	113
4.3.2	113
Balance de energía	115
4.3.3	116
Estimado de tiempos del proceso	115
<b>4.4</b>	<b>115</b>
<b>Diagrama de flujo</b>	<b>116</b>
<b>4.5</b>	<b>116</b>
<b>Selección de equipos</b>	<b>116</b>
<b><u>CAPITULO V</u></b>	<b>138</b>
<b>5.1</b>	<b>138</b>
<b>Estudio económico</b>	<b>138</b>
5.1.1	138
Estimado de la inversión	138
5.1.1.1	138
Capital fijo	138

	<u>Pág.</u>
5.1.1.2 Capital de trabajo	141
5.1.2 Estimado del costo de producción	143
5.1.3 Balance económico	145
5.1.3.1 Punto de equilibrio	146
5.1.3.2 Gráfica del punto de equilibrio	147
5.1.3.3 Utilidad neta	149
5.1.3.4 Tasa financiera de rendimiento	149
<u>CAPITULO VI</u> Recomendaciones y conclusiones	151
<u>CAPITULO VII</u> Resumen	156
<u>CAPITULO VIII</u> Bibliografía	159
<u>CAPITULO IX</u> Apéndice	162
<u>CAPITULO X</u> Anexos	188

## CAPITULO I

### 1.1. Introducción

La fabricación de ladrillos es una de las industrias más antiguas de la humanidad, además de ser también una de las más cotizadas y necesarias por la gran influencia que tiene prácticamente en todas las actividades del ser humano.

A través del tiempo se han efectuado muchos experimentos y cambios para desarrollar nuevos métodos con el objeto de aumentar la capacidad de producción, reducir los costos de fabricación y establecer características estándares de tamaño, forma y calidad que logren satisfacer la demanda cada vez más exigente, aun cuando las operaciones básicas de elaboración siguen siendo las mismas, comenzando por el moldeo de la arcilla para darle la forma requerida mientras está húmeda y plástica; seguidamente, el secado a la intemperie y, finalmente, la cocción para utilizar el producto como material de construcción.

El estado actual de la industria del ladrillo en la provincia de Huaraz nos conduce a deducir su carácter básicamente artesanal y de muy bajo nivel técnico, dado que no se utilizan métodos de moderna tecnología sin que esto signifique que sea necesaria una implantación compleja o demasiado costosa.

Así, se plantea la instalación de una Unidad de producción de ladrillos ubicada en la Provincia de Huaraz, aprovechando principalmente los ricos yacimientos arcillosos de Chhuipampa y Pongor cercanos a la ciudad de Huaraz. Asimismo, se pretende también aprovechar el hecho de que la industria de la construcción está manifestando un inusitado desarrollo a causa del significativo aumento de la población que, a su vez, es consecuencia del gran desarrollo del turismo nacional e internacional que viene presentándose en la zona y requiere de nuevas edificaciones como hoteles, albergues, centros de esparcimiento, centros comerciales, viviendas, colegios, etc.

Por otra parte, es necesario descentralizar la industria que está acumulada en Lima, compitiendo con ella no sólo para satisfacer la demanda de Huaraz, sino también para alcanzar la conquista de nuevos mercados en otras provincias de la región, tanto en la

sierra como en la costa, e incluso en las zonas rurales donde hasta los ladrillos artesanales fabricados muy rudimentariamente son apreciados y escasos.

La fabricación de ladrillos en la provincia de Huaraz se ha quedado estancada en su primera etapa, en la que, además de su incipiente tecnología, baja calidad de producto e insuficiente producción, hay que agregar su casi nula variedad constituyendo el ladrillo King-Kong el 95% de la producción, obteniéndose ocasionalmente ladrillo hueco para techos de muy baja calidad y prácticamente sin ninguna significación comercial.

La instalación de una planta ladrillera, conforme se postula en el presente trabajo, permitiría diversificar la producción, ofreciendo al mercado no sólo ladrillos King-Kong, sino también tejas, ladrillos pasteleros, ladrillos para techos, en diversos tamaños, proporcionando además un mayor nivel de capacitación al personal operativo. A esto podemos añadir la generación de nuevas fuentes de trabajo, mejores niveles de comercialización y, en general, la importante contribución en el desarrollo de la región.

## 1.2. Exposición de motivos

El presente estudio se ha desarrollado con la intención de proporcionar una apreciación más clara sobre el nivel actual de la producción ladrillera en la provincia de Huaraz y con el propósito de instalar una planta productora que permita atender la demanda, no sólo en base a cantidad, sino también de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas para ladrillos.

La producción ladrillera en la provincia de Huaraz es de muy bajo nivel técnico, ya que en general no cuenta con instalaciones adecuadas ni con el personal capacitado para fabricar un producto satisfactorio, conforme a normas técnicas de fabricación.

La fabricación de ladrillos es muchas veces considerada como una de las actividades industriales más sencillas, tanto desde el aspecto tecnológico como del comercial. Sin embargo, esta apreciación es errónea, sobre todo cuando se trata de una fabricación de ladrillos en instalaciones de mediana y gran capacidad, ya sean de tipo artesanal o mecanizado.

Por tal razón, se ha tratado de examinar los diversos factores involucrados, empezando por el estudio de la materia prima, para lo cual se evaluará sus características y disponibilidad en el capítulo II.

Existe una creciente necesidad de abastecer la provincia de Huaraz de ladrillos de buena calidad para reemplazar el adobe, que no es un material recomendable para la zona, altamente sísmica y lluviosa. Además, es necesario cubrir el mercado, que con frecuencia busca mejores proveedores en Lima, aún cuando todas las condiciones son favorables para instalar una ladrillera artesanal con tecnología moderna, puesto que la zona cuenta con yacimientos de arcilla ladrillera de buena calidad, disponibilidad de carbón mineral y de mano de obra suficiente que puede ser capacitada.

En el Simposium "El Carbón", auspiciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONCYTEC (Lima, 14 al 16 de junio de 1985), se llegó a la conclusión según la cual el ahorro de combustible llegaría a 45 millones de dólares al año por el uso adecuado de petróleo y carbón en la industria nacional. Estas apreciaciones complementan el capítulo II en el

correspondiente estudio de mercado y sus más importantes incidencias relacionadas con el producto, combustible y comercialización.

En los capítulos III y IV se plantean las dimensiones de instalación y los diversos aspectos de tecnología del proceso, así como los criterios de selección, respectivamente.

Luego de un estudio económico, desarrollado en el capítulo V, se exponen las conclusiones alcanzadas y se plantean las recomendaciones para instalar una ladrillera artesanal de producción tecnificada en la Provincia de Huaraz, considerando como producto de referencia el ladrillo King-Kong que abarca la mayor parte de la demanda, dejando abierta la posibilidad de producir otros tipos de ladrillos.

## CAPITULO II

### ESTUDIO DE MERCADO

#### 2.1. Materia Prima: Arcilla

##### 2.1.1. Definición

La arcilla es una sustancia mineral, hidrolizada, impermeable y plástica formada por silicato aluminico. En cualquiera de sus formas, se presenta como sedimento geológico resultante de la descomposición de las rocas silicosas y aluminosas, principalmente de feldespatos. En general, la arcilla puede definirse como un material formado básicamente por silicatos de alúmina hidratados.

##### 2.1.2. Propiedades y ensayos de la arcilla

La evaluación de la arcilla es una de las principales tareas de un fabricante de ladrillos.

Aunque hay en la actualidad procesos técnicos para fabricar ladrillos a partir de prácticamente cualquier tipo de arcilla, el uso de algunas de tales arcillas podría significar una disminución considerable en la rentabilidad de la empresa. La evaluación de las arcillas generalmente conduce a mezclarlas y homogenizarlas, buscando anular la variación de sus propiedades físicas, lo cual no se presenta mayormente cuando se trata de explotar un solo yacimiento.

En general, la bondad de una arcilla para ladrillos depende de sus propiedades y, aunque algunos trabajadores experimentados podrían deducir el espesor de las capas de arcilla observando la configuración superficial del suelo, la valoración técnica y científica del yacimiento sólo se obtendrá con el estudio de las muestras de perforación, en las que pueden ser consideradas las siguientes propiedades aparentes para la fabricación de ladrillos:

2.1.2.1. Plasticidad. Una arcilla es plástica cuando, después de humectar una muestra, se puede moldear con facilidad bolas que, al ser comprimidas en una dirección cualquiera hasta la mitad de su diámetro, no presentan grietas. Igualmente, arrollada

la pasta en cilindro y curvada en forma de anillo sin que se produzca agrietamiento y cuando, estirada una tira, se deja notar visiblemente una reducción de sección antes de producirse una rotura por tracción.

Por otro lado, se tiene también un número de plasticidad  $Pl = W_f - W_e$ , donde  $W_f$  y  $W_e$  son las humedades correspondientes a los límites de fluidez y de extensión de un cordón de arcilla, en porcentajes. Para producir artículos cerámicos de construcción se utilizan, por lo común, arcillas cuyo número de plasticidad es de  $Pl$  7-15. Las arcillas de poca plasticidad con  $Pl < 7$  se moldean mal, mientras que las arcillas con plasticidad  $Pl > 15$  se agrietan durante el secado y necesitan desgrasamiento.

2.1.2.2. Capacidad aglutinante. Propiedad conocida también como "pedregosidad", según la cual la arcilla, cuando está húmeda, puede contener entremezclada en su masa cierta cantidad de materiales pulvulentos más o menos granulosos que proporcionan cierta resistencia mecánica a la arcilla según cómo ésta vaya perdiendo humedad hasta secarse y alcanzar así su mayor nivel de resistencia mecánica. Tales

partículas son a menudo de carbonato cálcico (caliches) y su exceso provoca dificultades, por lo cual se evalúa su contenido aprovechando su reacción con un ácido débil que ocasiona efervescencia. Las partículas muy grandes pueden causar deformaciones en el ladrillo cocido e incluso agrietamientos, debido a la expansión del carbonato cálcico durante la cocción. En la práctica no se presentan problemas si dichas partículas se hallan en cantidades relativamente moderadas (menores de 1%) y en forma de polvo fino.

2.1.2.3. Contracción de secado y cocción. Se puede también evaluar fácilmente utilizando un molde de madera o metal (gavera) de 15 x 15 x 25 cm. para moldear la muestra. La contracción de secado se halla mediante la relación porcentual obtenida dividiendo la diferencia entre la longitud antes y después del secado entre la longitud inicial. La contracción de cocción se evalúa en forma similar comparando la longitud de la muestra antes y después de ser cocida. Ambas contracciones no deben exceder el 7%, en cuyo caso debe desgrasarse la arcilla, mezclándola con arcilla magra o arena.

2.1.2.4. Capacidad de absorción y cesión de agua. Está determinada por la mayor o menor facilidad de humectación producida por el esponjamiento de las partículas de arcilla que detendrán el paso del agua cuando la arcilla es grasa y favorecerán su paso cuando la arcilla es magra.

La absorción de agua es un buen indicador de la resistencia de la arcilla cocida y se evalúa fácilmente sumergiendo una muestra cocida en agua hirviendo durante dos horas. Así, la absorción de agua se determina por la diferencia de peso de la muestra antes y después de la inmersión. Las arcillas grasas absorben más que las magras, a causa de su mayor contenido en partículas esponjables con el agua. Sin embargo, las arcillas magras secan antes y mejor que las grasas.

Además de estas propiedades fundamentales, puede considerarse el grado de uniformidad de la arcilla proveniente de un determinado yacimiento, así como su comportamiento al calor, lo cual depende de su contenido de fundentes como cal, óxido de hierro, magnesio y álcalis; lo cual es importante si se tiene en cuenta que las arcillas pobres en fundentes requieren mayor calor para su cocción.

### 2.1.3. Clasificación de las arcillas

En la naturaleza existen con una variedad prácticamente infinita y su clasificación depende fundamentalmente de su contenido de arcilla pura, contenido de agua y contenido de impurezas.

La arcilla pura es el principal componente de las tierras arcillosas porque es el constituyente aglutinante del conjunto de materias que constituyen el barro cerámico. La composición de la arcilla pura es, a su vez, la siguiente:

Sílice	47%
Alúmina	39%
Agua	14%

El porcentaje de agua indicado corresponde al agua de composición y va a ser eliminada durante la cocción.

El contenido de arcilla pura debe ser de un 30% como mínimo del total de componentes del barro cerámico para ladrillos; puesto que, de no ser así, la

masa o pasta es poco plástica y ofrece dificultades en el moldeo y resistencia deficiente en el producto final.

Además de la arcilla pura, las arcillas o tierras cerámicas contienen también arena en proporciones muy variables, pudiendo llegar hasta el 50% del total o, en algunos casos, en cantidades insignificantes. Un bajo porcentaje de arena presente en las tierras arcillosas implica generalmente un aumento del contenido de arcilla pura, por su carácter de mayor plasticidad.

Las impurezas presentes en las tierras arcillosas son principalmente el óxido de hierro, que es el que da al ladrillo ese color anaranjado característico; carbonato de calcio y yeso, que deben ser evitados cuando no se cuenta con equipo de molienda extraordinariamente fino; piedras de diversas calidades y dimensiones, que también deben ser evitadas, y materiales orgánicos que pudieran estar presentes.

Según la cantidad de impurezas contenidas en las tierras arcillosas, las arcillas pueden clasificarse en magras y grasas.

Las arcillas magras o arenosas tienen un mayor porcentaje de arena, son muy difíciles de moldear, presentan un rápido secado y mínima contracción.

Las arcillas grasas o plásticas tienen mayor porcentaje de sílice y alúmina, son muy plásticas en el moldeo y presentan alta contracción en el secado.

Ambas clases de arcilla pueden usarse para fabricar ladrillos, cuidando de hallar un buen balance de sus componentes agregando arena u otros materiales a las arcillas grasas y arcilla pura a las magras, para lo cual debe efectuarse la homogenización en la pasta final.

#### 2.1.4. Características de las arcillas de la Provincia de Huaraz

En la provincia de Huaraz se tienen varios yacimientos de arcilla ubicados tanto cerca de la ciudad de Huaraz como en lugares apartados. En la tabla 2.1. se muestran la ubicación de algunos yacimientos y una breve descripción de cada uno.

Con el fin de evaluar el volumen de los yacimientos y la calidad de las arcillas, la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), a pedido de la Corporación de Desarrollo Ancash (CORDEANCASH), ha realizado ensayos y experimentos utilizando como referencia las arcillas de yacimientos cercanos a la provincia de Huaraz, como son los de Chihuipampa y Pongor, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 2.2.

En la tabla mencionada se puede notar el yacimiento de Pongor como el yacimiento con la arcilla de mayor plasticidad, por lo que sufre mayor contracción que la de Chihuipampa. Además, la arcilla de Chihuipampa requiere de un 1% de arena para reducir su contracción lineal al 5% y la de Pongor necesita adicionarle de 30 a 40% de arena.

Se observa, además, que el contenido de carbonato de calcio está presente en cantidades inferiores al 1%, siendo aptas las arcillas para ser utilizadas en la fabricación de ladrillos.

La realización sistemática de estos ensayos durante la operación diaria de fabricación se estima de suma importancia en el procedimiento que se

plantea en el presente estudio, puesto que garantiza la calidad de los productos y la captación de la demanda en el mercado.

También se tiene la tabla 2.3. que muestra cinco yacimientos con sus índices relativos de comparación en volumen, configuración del terreno, disponibilidad de agua, vías de acceso, distancia a Huaraz, limpieza de material, disponibilidad de terreno, obtenidos de CORDEANCASH y ordenados de mayor a menor puntaje.

## 2.2. Carbón como combustible

### 2.2.1. Antecedentes

El uso del combustible líquido proveniente de la destilación del petróleo resulta en nuestro país cada vez más oneroso como consecuencia de la crisis energética y el elevado costo que incide en la producción y luego en la comercialización.

Además, es característico en países en desarrollo como el nuestro obtener una cantidad relativamente baja de trabajo útil que se obtiene de la energía consumida.

Por tales razones, es necesario mejorar el rendimiento de los recursos energéticos disponibles, buscando combustibles sustitutorios como el carbón mineral. El Perú cuenta con una variada fuente de combustibles además del petróleo, como el gas natural, la madera, desechos agrícolas, específicamente el carbón mineral, cuya utilización en cisco y finos viene siendo aprovechado, principalmente en la industria ladrillera; aun cuando el rendimiento que se obtiene podría hacerse más elevado superando dificultades de abastecimiento que son generados mayormente por el insuficiente conocimiento de la tecnología adecuada, la baja calidad de los carbones y, en algunos casos, los elevados precios de extracción y transporte, que han sido estudiados y evaluados ampliamente por el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC), y expuestos en el Primer Fórum Regional de Aprovechamiento del Carbón realizado en Arequipa en agosto de 1985.

En Lima la industria ladrillera utiliza el carbón mineral como combustible, alternando la cocción con petróleo bunker 6, tanto a nivel de pequeñas empresas cuyo número llega alrededor de los sesenta, como a nivel de grandes productoras tales como la ladrillera Huachipa S.A. que es la pionera en el uso

técnico del carbón pulverizado y Ladrillera Rex S.A., que obtienen productos de buena calidad, llegando a sustituir hasta un 50% del petróleo. La primera opera con hornos cerrados de cámara continua y la segunda, con hornos túnel.

La pequeña industria, mayormente de carácter artesanal, utiliza los hornos abiertos para la cocción de ladrillos y también alterna el uso de carbón mineral.

En 1983, el uso de carbón mineral como combustible alcanzó las 108,000 TM en la industria ladrillera artesanal y 250,000 TM en la industria de hornos cerrados (Fuente Ministerio de Industria, Comercio, Turismo e Integración MICTI).

#### 2.2.2. Principios generales de la combustión del carbón

##### 2.2.2.1. El carbón

Este mineral, que contiene más del 70% en volumen de material carbonoso, o más del 50% en peso, además de humedad inherente, es amorfo y de composición química muy variada, cuyo contenido de

materia volátil y carbón fijo sirven para determinar su calidad, por efectos de elevada presión y temperatura se transforma al cabo de edades geológicas, desde su estado inicial de turba, pasando por los estados intermedios de lignito, sub-bituminoso, bituminoso; hasta llegar al último grado de carbonización conocido como antracita de color negro azabache, duro, brillante, de baja humedad, con alto contenido de carbón fijo y gran poder calorífico.

#### 2.2.2.2. Propiedades químicas y físicas del carbón mineral

El 70% del carbón mineral está formado por carbón aromático y el 20% por carbón hidroaromático (sustancias que contienen el esqueleto carbonado de un sistema aromático, pero que poseen demasiados átomos de hidrógeno para la aromaticidad, se denominan sustancias hidroaromáticas).

Sus átomos presentan asociaciones paralelas con enlaces metilénicos, estéricos, difenílicos y de sulfitos con estructura plana y laminar, alcanzando una porosidad de 8 a 20% en volumen.

Este mineral es amorfo y de composición variable que puede contener de 25 a 95% de carbono, 2 a 7% de hidrógeno, hasta 25% de oxígeno, hasta 10% de azufre y 2% de nitrógeno. Además, contiene materia inorgánica incombustible comprendida generalmente entre 3 y 15% que luego de la combustión se presentan en las cenizas y son mayormente tierras pizarrosas, arcillas, sulfatos, etc. El carbón mineral contiene también azufre proveniente principalmente de las piritas presentes desde el yacimiento. Finalmente, contiene humedad que puede ser superficial o de composición.

Como consecuencia de la gran variedad que presenta el carbón mineral, sus características físicas son también muy variables y cada tipo de carbón determina la conductividad térmica, densidad, poder calórico, calor específico; además, el índice de hinchamiento, la friabilidad o resistencia a desmenuzarse, la resistencia a la molienda, el esfuerzo a la compresión, la plasticidad, el poder de aglomeración, la resistividad eléctrica, la abrasividad de las partículas y su resistencia a la intemperie, así como la temperatura de fusión de las cenizas, siendo ésta la que determina su tendencia a formar escoria.

En general, la determinación particular de estas propiedades físicas responde al intento de lograr una mezcla adecuada de los carbones provenientes de diferentes yacimientos y requiere de implantación especial, que a nivel de mediana producción es imprescindible, dándose mayor interés a los requerimientos para obtener una buena combustión.

#### 2.2.2.3. Requerimientos físico-químicos para la combustión del carbón

Los factores que deben considerarse son:

##### - Tamaño de partícula

Desde el momento en que el carbón mineral se extrae queda expuesto a la oxidación por el oxígeno del aire, desarrollándose calor, que altera las propiedades coquizantes y la potencia calorífica del carbón extraído. Así, la intervención de la superficie externa con su grado de amplitud es predominante desde la combustión espontánea inicial.

Si el carbón contiene trozos gruesos y finos, éstos pueden llenar los espacios entre los gruesos, expulsando el aire que los ocupaba. Si los finos contienen agua, ésta puede dar coherencia a la masa de carbón y evitar la disipación del calor desde el interior del montón.

La cantidad de calor desarrollado por unidad de superficie tiene estrecha relación con el tamaño del grano medio y con la actividad del carbón. Por tal razón, es muy importante elegir el tamaño del grano más adecuado para un buen comportamiento en la quema, especialmente en la industria ladrillera de hornos abiertos, especificando los tamaños límites de la malla. Además, el tamaño del grano permite evaluar la cantidad de calor desprendido por unidad de volumen y el consumo de aire por unidad de carbón.

Estudios realizados por el ITINTEC indican que el carbón a utilizarse debe presentar gránulos de 1/2" (1.27 cm.) y finos menores de 0.01 mm, por ser el tamaño que presenta buena combustión bajo condiciones aparentes de operación, además de ser económico.

- Análisis inmediato

Este es un análisis aproximado que permite determinar el grado de humedad, el contenido de materia volátil, carbono fijo, cenizas, azufre y el reblandecimiento de las cenizas.

- Análisis elemental

Este sirve para determinar carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, azufre y cenizas, de importancia en la valorización de eficiencia.

- Aspectos generales

Estos están relacionados con las características físicas comentadas en el acápite anterior, como tendencia a aglomerarse, combustión libre, tendencia a formar escoria, etc.

2.2.2.4. Combustión de carbón mineral

La reacción química de combustión del carbón se produce por una buena combinación de este combustible con el oxígeno del aire en un

estado de agitación externa producida por la temperatura de ignición, liberándose calor que es aprovechado en la cocción ladrillera.

Al quemarse el carbón, absorbe el calor necesario para volatilizar los hidrocarburos, produciendo calor sensible y latente que permite eliminar la humedad del carbón. Al final queda un residuo de coque, una mezcla de carbón fijo y cenizas, según la combustión llegue a ser completa o incompleta, además de productos gaseosos como el anhídrido carbónico, nitrógeno, oxígeno (proveniente del exceso de aire), anhídrido sulfuroso y vapor de agua.

De modo general, el equipo o instalación para quemar el carbón debe permitir la mezcla en proporción adecuada del aire con las materias volátiles, procurando mantener el tiempo que sea necesario para efectuar una combustión completa.

#### 2.2.2.5. Métodos y procedimientos de análisis

De acuerdo a los requerimientos físico-químicos, pueden desarrollarse los métodos y procedimientos seguidos por el ITINTEC en su labora-

torio de química y minerales no metálicos, conforme se detalla a continuación:

- Análisis granulométrico, referente al tamaño de grano comentado anteriormente, cuya secuencia de operaciones considera la toma de muestra del carbón directamente del yacimiento; luego su clasificación por mallas, cuya abertura puede elegirse desde 75 mm hasta 2.36 mm, conforme a los resultados obtenidos por el ITINTEC para una muestra de carbón mineral procedente de un yacimiento de Ancash; luego la determinación de la humedad superficial, la selección de los tamices, pruebas de tamizado, determinación del peso de carbón retenido en el tamiz, determinación del porcentaje en peso y porcentaje acumulativo.

- Determinación de humedad, la cantidad de humedad superficial se expresa en porcentaje y es evaluada a partir de 100 gr. de muestra que se somete a 50°C en un horno durante 2 horas, para calcular su valor con la fórmula siguiente:

$$H = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} \times 100$$

donde  $m_1$ ,  $m_2$  y  $m_3$  corresponden a las masas del recipiente con muestra húmeda, con muestra seca y tara.

- Determinación de materia volátil, que evalúa el porcentaje anhidro de la masa de carbón que se volatiliza durante la calcinación sin acceso de aire. Para ello se calcina a  $850^{\circ}\text{C}$  un crisol de porcelana, luego se tara y se coloca en él 1 gramo de muestra de carbón calcinando nuevamente a igual temperatura durante unos 7 minutos, para luego enfriar en un desecador y pesar a temperatura ambiente con una aproximación de unos diezmilésimos de gramo, para aplicar la fórmula siguiente:

$$\text{M.V.} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

donde  $m_1$ ,  $m_2$  y  $m_3$  indican la masa de un crisol vacío, con la muestra y con el residuo no volátil, respectivamente.

- Determinación de cenizas, que consiste en pesar los crisoles vacíos, previamente calcinados a  $815^{\circ}\text{C}$ , para luego introducir en ellos una muestra de 1 a 2 gramos, hasta alcanzar una capa que no sobrepase los 0.15 cm. Se pesa en frío, se coloca en el horno para llevar la muestra a  $500^{\circ}\text{C}$  en 30 minutos, a continuación se eleva la temperatura a  $815^{\circ}\text{C}$ ,

manteniéndola de 30 a 60 minutos; se deja enfriar hasta la temperatura ambiente en un desecador; a continuación se pesa con una aproximación de diezmilésimos, para luego calcular con la siguiente fórmula:

$$C.Z. = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100$$

donde  $m_1$ ,  $m_2$  y  $m_3$  corresponden a la masa del recipiente calcinado vacío con la muestra de carbón y con la muestra calcinada, respectivamente.

- Determinación de carbón fijo, el cual, junto con el contenido de materias volátiles, constituyen el carbono total. El carbono fijo es el carbono sin combinar y que destila al llegar a ciertas temperaturas. Puede evaluarse con la fórmula siguiente:

$$C.F. = 100 - (H_2O + M.V. + C.Z.)$$

donde el agua corresponde al contenido de humedad de la muestra a 105°C, expresada en porcentaje, correspondiendo las iniciales al contenido de materia volátil (M.V.) y contenido de cenizas (C.Z.), expresadas igualmente en porcentaje.

### 2.2.3. Características del carbón de Ancash

En concordancia a las informaciones obtenidas de los análisis efectuados por los laboratorios No-Metálicos de la División de Energía de ITINTEC y por el Laboratorio de Petróleo de la UNI, se conoce que los carbones de la zona de Chavín, San Marcos, Chiquián, Sihuas y Santa, en Ancash, presentan medio y elevado poder calorífico y sus características los hacen adecuados para su uso en ladrilleras.

La tabla 2.4. nos muestra yacimientos importantes de Ancash y sus características.

## 2.3 Producto

### 2.3.1. El Ladrillo: Definición

El ladrillo es uno de los materiales de construcción más versátiles y útiles que permite edificar interiores habitables en condiciones de calidad que no ofrecen otros materiales.

Puede definirse como un paralelepípedo rectangular de tierra cocida. Su longitud es casi siempre el doble de su ancho y éste, casi el doble de

su altura. En líneas generales, el ladrillo es un material de construcción que posee apreciables propiedades aislantes, tanto térmicas como acústicas, debido a su estructura propia de la tierra porosa. Sus propiedades aislantes pueden ser controladas y adecuadas a cada caso particular. Presenta buena resistencia mecánica y prácticamente su único inconveniente es su resistencia relativamente baja a la tensión, aunque comparte esta característica con otros productos cerámicos, que incluso ya se ha superado combinando la edificación con vigas pretensadas reforzadas con barras de acero y cemento.

### 2.3.2. Clasificación general

Según la naturaleza de la materia prima empleada, puede clasificarse en:

Ordinario

Refractario

Aligerado

Calcáreo

Silicatado

También puede considerarse en esta clasificación a los ladrillos especiales, hidráulicos, flotantes, de escoria, etc., cuya producción es eventual y realizada bajo requerimientos específicos.

### 2.3.3. Clasificación de ladrillos ordinarios

Los ladrillos ordinarios, a cuyo orden pertenece el ladrillo de construcción conforme se analiza en el presente estudio, pueden a su vez clasificarse como sigue:

#### 2.3.3.1. Según el moldeo

- Ladrillos rústicos, que son fabricados a mano empleando "gaveras" y cociéndolos en horno tipo hormiguero.

- Ladrillos de mesa, también fabricados a mano y con "gaveras", pero sobre superficies lisas y en hornos fijos.

- Ladrillos mecánicos, también llamados "galleteros" o "cerámicos" que son moldeados mecánicamente y cocidos en hornos fijos.

- Ladrillos prensados, que poseen caras finas y en cuyo moldeo se usan prensas.

#### 2.3.3.2. Según la cocción

- Ladrillos porteros, que por haber sido dispuestos en las capas exteriores del horno sin alcanzar adecuada cocción, aún están todavía crudos.

- Ladrillos pardos, que han percibido sólo cocción inicial y que presentan coloración rojo parduzca.

- Ladrillos pintones, que resultan de una adecuada cocción, la misma que ha sido uniforme y que le da un color rojizo característico.

- Ladrillos escafilados, que denotan un principio de vitrificación ocasionado por el exceso de cocción y que además casi siempre muestran alabeo.

- Ladrillos sautas, que por exceso de cocción han resultado requemados, retorcidos y negruzcos, mostrando además gran vitrificación.

### 2.3.3.3. Según la forma

Ladrillos macizos, que pueden ser totalmente compactos o con perforaciones paralelas a una de sus aristas, que no excedan el 5% del volumen de la pieza.

Ladrillos perforados, que poseen perforaciones paralelas a cualquier arista, de tal modo que tales perforaciones tienen un volumen superior al 5%, pero inferior al 33% del volumen total de la pieza.

Ladrillos huecos, en los que el volumen total de las perforaciones supera el 33% del volumen de la pieza.

Se hallan ladrillos menos frecuentes que no corresponden a ninguno de los tres tipos anteriores, pero que por su forma son llamados rasillas, aplatillados, mochetas, trabucos, bardos, ladrilletes o plaquetas, etc.

### 2.3.4. Propiedades de los ladrillos ordinarios

Las propiedades de los ladrillos ordinarios están en relación con el procedimiento de fabri-

cación que los clasifica de acuerdo a lo comentado en el acápite 2.3.3., dando lugar a una evaluación específica en cada caso.

Para realizar la evaluación en referencia, cada país tiene sus propias reglamentaciones que permiten salir al mercado un producto de calidad. En nuestro país un ladrillo ordinario debe cumplir con ciertas propiedades de acuerdo a las normas técnicas que establecen métodos de ensayo para la determinación de características, tales como: dimensiones, densidad, absorción, módulo de rotura, alabeo, efluorescencia, color, peso.

Así, las propiedades características alcanzadas por los ladrillos ordinarios serán tratadas detalladamente al comentar, tanto las Normas Técnicas que establece el ITINTEC como los controles de calidad inherentes a la tecnología del proceso.

De manera general se puede mencionar que todo buen ladrillo tiene las siguientes características:

Moldeo preciso que implica el uso de los moldes sin desgaste, de medidas adecuadas y que puedan llenarse en forma eficiente.

Ausencia de grietas, que implica una buena mezcla y un control adecuado de las materias primas.

Buena cocción, que depende, entre otras cosas, del buen acomodo del crudo en el horno, así como del control de la temperatura y el tiempo de operación.

Sonoridad a la percusión, que depende fundamentalmente de la cocción.

#### 2.3.5. Tipo y características de los ladrillos en Lima

Los ladrillos de más frecuente fabricación en Lima se muestran en la siguiente relación, en la que se detalla las características principales de comercialización, como son las dimensiones y el peso:

<u>Tipo</u>	<u>Dimensiones</u>	<u>Peso</u>
<b>Ladrillos macizos</b>	cm.	Kg.
- King-Kong	25 x 16 x 12	7.6
- Corriente	24 x 11 x 6	3.1
- Alta	24 x 11.5 x 9	4.3
- 2 huecos	30 x 20 x 8	3.8
	40 x 20 x 12	7.15
- 3 huecos	25 x 14 x 6	1.48
	40 x 30 x 12	10.2
- 4 huecos	40 x 20 x 20	12.6
	40 x 30 x 20	12.8
	40 x 40 x 12	14.0
- 6 huecos	25 x 12 x 10	3.1
	40 x 20 x 12	12.5
	40 x 30 x 12	18.7
<b>Ladrillos pasteleros</b>		
	20 x 20	1.6
	25 x 25	2.5

### 2.3.6. Tipos de ladrillos en Ancash

La producción de ladrillos en el departamento de Ancash y específicamente en la provincia de Huaraz, no es tan diversificada como en Lima y su principal producto es el ladrillo King-Kong en sus tamaños grande y chico. Se produce, además, el ladrillo para techos aligerado y el llamado pastelero, pero en forma esporádica.

Los ladrillos en la zona tienen las siguientes características:

<u>Tipo</u>	<u>Dimensiones</u>
King-Kong	8.5 x 15 x 25 cm.
King-Kong chico	7.0 x 12 x 24 cm.
Pastelero	22.0 x 22 cm.
Para techo aligerado	30.0 x 30 x 15 cm.

Es apropiado mencionar la baja calidad de los productos, consecuencia de una falta de técnica adecuada y, según un estudio que se está realizando en el laboratorio de mecánica de suelos de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ancash Santiago Antúnez de Mayolo, UNASAM, ninguno de los

productores saca al mercado un producto que cumpla con las especificaciones técnicas dadas por ITINTEC, siendo esto un grave precedente ya que, en caso de sismos, no se tiene ninguna seguridad de las construcciones hechas con estos ladrillos.

#### 2.3.7. Normas técnicas de ensayo

La producción de ladrillos de arcilla usados en albañilería está sujeta a las disposiciones emanadas del ITINTEC, las mismas que tienen alcance nacional y, por lo tanto, norman también la producción en la provincia de Huaraz.

Las normas en referencia son las siguientes:

ITINTEC	331.017	Elementos de arcilla cocida, ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos.
ITINTEC	331.018	Elementos de arcilla cocida, ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo.

ITINTEC	331.019	Elementos de arcilla cocida, ladrillos de arcilla usados en albañilería. Muestreo y recepción.
---------	---------	--

Estas normas tienen por objeto establecer los métodos de ensayo para determinar la variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión, densidad, módulo de rotura, absorción, absorción máxima, coeficiente de saturación, succión y efluencia de los ladrillos de arcilla usados en albañilería. Incluyen los métodos de ensayo, desde el muestreo hasta la expresión de resultados. Finalmente, el establecimiento de estas normas es el resultado de una investigación realizada en 14 departamentos de nuestro país, en ladrilleras representativas de procesos artesanales y mecanizados en su fabricación. Ver Apéndice.

#### 2.4. Area de mercado

Fundamentalmente, la superficie geográfica sobre la cual se realiza el estudio de mercado corresponde a la provincia de Huaraz en el Departamento de Ancash, cuya selección está en estrecha relación con la existencia y posibilidad de la explotación de los yacimientos de arcilla y carbón mineral que se requieren para la producción de ladrillos.

El área señalada para el estudio de mercado de consumo está también en relación con la calidad del producto final y el número relativo de pobladores, factores todos que, a fin de cuentas, determinan el comportamiento de la demanda y la necesidad de producción.

Los límites que determinan el área del mercado en referencia no se han considerado estrictos, admitiendo la posibilidad de su expansión a otras provincias, incluso de la costa, conforme se discute más adelante.

## 2.5 Estudio de la demanda

Sobre la base de la producción de ladrillos King-Kong, y su consumo como producto que constituye el elemento primordial de la demanda, se ha realizado el estudio sobre el comportamiento del mercado de consumo.

No existen antecedentes registrados en fuentes de información oficiales en relación al consumo de ladrillos. Sin embargo, se ha procedido a entrevistar a cada propietario o administrador de las plantas de producción que se encuentran en el área de mercado,

considerando tanto a las fábricas de ladrillos registradas en el Ministerio de Industria y que por tal motivo tienen registro industrial, como a las fábricas informales. Los resultados de dichas entrevistas efectuadas a modo de encuesta, así como el formato de la encuesta, se hallan expuestos en las tablas 2.5, 2.6 y 2.7, constituyendo los datos fundamentales que, además de otras observaciones, conducen a su evaluación final según las apreciaciones siguientes:

- Todas las plantas productoras de ladrillos operan de manera artesanal, sin tecnología sofisticada, utilizando preferentemente hornos abiertos a leña y materia prima de la zona.

- Independientemente de una instalación sofisticada, el procedimiento artesanal en cada ladrillera no se efectúa de manera racionalizada; es decir que la producción se hace sin una organización sistemática del trabajo conducente a un mayor rendimiento por calidad. En general, los controles de calidad que implican, por ejemplo, ensayos previos adecuados en la materia prima, pruebas de inspección en las operaciones preliminares del comportamiento de la quema, etc., no se realizan técnicamente. Así, el producto es ela-

borado rutinariamente en base a la experiencia de los operadores, lo cual conduce en la mayoría de los casos a una limitada confianza de parte de los consumidores.

- La mayor parte de la producción es dedicada a la elaboración de ladrillos King-Kong, salvo un pequeño porcentaje que se dedica a la fabricación de tejas, la cual es eventual y depende de la solicitud de los consumidores.

- El mantenimiento de un stock permanente que permita atender la demanda no es una norma establecida ni aceptada por la mayoría de los productores que prefieren trabajar según los pedidos se vayan presentando, señalando los plazos de entrega y descargando los hornos para su entrega inmediata, conforme el turno que le corresponde a cada cliente.

- La mayoría de los productores tienen pedidos que van reuniendo a diario hasta cubrir la capacidad de sus hornos y dar inicio a una quema.

- En general, la falta de un producto elaborado en forma óptima conducente a un nivel de confianza en el consumidor que ahora adquiere el producto con cierto conformismo, a plazos de entrega incumplidos,

algunas veces en forma excesiva, dan lugar frecuentemente a compras en plantas productoras fuera de la zona e incluso de la costa y de Lima, según como su necesidad implique tiempo de entrega, calidad del producto, o ambas cosas.

La instalación de nuevas plantas productoras se ha venido incrementando en los últimos años a partir de 1975, destacando en los años 1978 y 1986 con 5 y 7 nuevas fábricas, respectivamente. En total, suman 25 las nuevas instalaciones de producción en la provincia de Huaraz desde 1975 a 1987, en las que no existe variedad de productos.

El constante incremento de la población en la provincia de Huaraz de 97,167 habitantes según el último censo de 1981, y que se estima actualmente en 115,177 con una tasa anual de crecimiento aproximada de 2.5%, ver tabla 2.8 del Instituto Nacional de Estadística INE, suscita consecuentemente un incremento de la demanda.

Además, la demanda local se ve incrementada también por los crecientes y cada vez más frecuentes pedidos de compradores que vienen de provincias cercanas en las que no se han instalado nuevas plantas pro-

ductoras, conforme se ha confirmado en la encuesta realizada. Resulta difícil indicar un porcentaje para este tipo de demanda debido a su gran variación en diferentes meses del año, pero para 1988 podría estimarse en un 25%, que resulta significativo y probablemente sea mayor en los años venideros, según lo indican las propias encuestas.

A las limitaciones existentes en las plantas productoras, se agrega que la producción disminuye considerablemente conforme las lluvias se vienen presentando, hasta hacerse nula en la temporada de lluvias. Durante la época de siembra o cosecha, la mano de obra se hace escasa debido a que la mayor parte de los trabajadores ladrilleros son agricultores. Así, estas dificultades también tienen incidencia en los alcances que la producción debiera tener para atender la creciente demanda.

La producción se halla incrementada por productores informales que no producen en forma regular y continuada, siendo su calidad poco aceptada por los consumidores, aun cuando se nota el deseo de mejorar con intenciones de incursionar mejor en el mercado, el que antes de 1975 no tenía prácticamente competencia.

Los productores informales en la provincia de Huaraz vienen operando desde 1950 a 1965 los más antiguos y los más recientes desde 1972 a 1986, con un promedio total relativo que alcanzaría los 55 millares mensuales si trabajaran en forma continua.

Por otra parte, el turismo receptivo, tanto de nacionales como de extranjeros, cuya captación se ha duplicado desde 1976, según la oficina de Estadística Mensual de Establecimientos de Hospedaje, constituye un importante factor que incrementa la demanda, dada su influencia directa en la necesidad de edificar hoteles, lugares de esparcimiento y recreo, establecimientos comerciales, viviendas, oficinas, etc. Dada la gran publicidad que viene haciéndose para incrementar el turismo y las actividades relacionadas con tal fin, es de esperar que el comportamiento del turismo aumente constantemente, y de manera especial en la provincia de Huaraz, por ser ésta la que capta el mayor número de turistas con un 81.6%, seguida muy de lejos por Huaylas y Huarí con un 7% y 0.9%, respectivamente. Ver tablas 2.9, 2.10 y 2.11.

El aumento del flete de transporte, debido a la elevación del costo de la gasolina, repuestos, etc., constituye el factor de influencia en la demanda, dado

que los consumidores de la provincia de Huaraz ven cada vez con mayor dificultad la adquisición de los ladrillos de Lima y otras ciudades costeñas.

En tales condiciones puede identificarse la demanda como insatisfecha, no sólo por la cantidad insuficiente de unidades de ladrillo producidos, sino también por la limitada calidad que presenta el producto de la zona.

Desde 1975 han incidido sobre el comportamiento de la demanda otros factores, aparte del simple hecho del aumento de población. Estos factores, principalmente de carácter económico como la inflación, los cambios en las tasas de interés, la devaluación, el acceso al crédito, etc., cuya influencia no viene al caso comentar detalladamente en el presente trabajo, han dado lugar a un definitivo crecimiento de la demanda, cuyo desarrollo se hace notorio, cuando al encuestar a los productores, éstos manifiestan que tienen cada vez mayores pedidos que no pueden atender en el tiempo y la cantidad solicitada por los compradores, sobre todo en meses de siembra o cosecha.

Al parecer, tal situación presenta una característica estacionaria; es decir, que la forma de operar, tanto en la producción como en la comercializa-

ción, se ha de mantener por tiempo indefinido, dado el conformismo y el poco interés que muestran la mayoría de los productores en este sentido.

Sin embargo, la demanda busca ser atendida y su tendencia la inclina a la búsqueda de nuevos proveedores, tanto en zonas vecinas como de Lima.

Por tal razón, es evidente que se trata de un momento propicio para invertir e instalar una nueva planta productora que permita atender la demanda en forma cualitativa y cuantitativa.

## 2.6. Proyección de la demanda

Las estadísticas de consumo en la región de la provincia de Huaraz son incompletas, como en el resto del país, y la demanda sólo se puede deducir, por el consumo aparente representando por el volumen de producción hallado por las encuestas, las que además indican que la demanda es atendida en sólo un 50%, por causas que han sido comentadas en el acápite anterior. En la tabla 2.12, y en base a las apreciaciones mencionadas, se efectúa una proyección del comportamiento de la demanda desde 1981 hasta 1995, con las observaciones siguientes:

De acuerdo a las informaciones del Instituto Nacional de Estadística, la población de la provincia de Huaraz mantiene una tasa anual de crecimiento de 2.5% que debe mantenerse constante en los próximos 7 años (columna a).

Los volúmenes de producción anual se han obtenido de las encuestas (tabla 2.6), dividiendo los importes totales de facturación (VBP) entre el precio por millar correspondiente a cada año y sumando la producción de todas las fábricas para cada año (VPAA) (columna b).

Teniendo en cuenta que la oferta cubre sólo el 50% de la demanda, los valores de la columna c deben duplicarse; así, los millares necesarios según la relación indicada, se muestran en la columna d. Utilizando como referencia que para 1988 se necesitan  $7 \times 2 = 14$  lad./hab., y aceptando esta cantidad como mínima, se obtienen los millares necesarios para los próximos 7 años.

Debido a los fuertes aumentos de los fletes de transporte y, por otra parte, superando el problema de la calidad, la nueva planta debe atender el total de la demanda que actualmente es atendida desde la costa

o Lima, con una cantidad que equivale al 100% de la producción anual, o sea el 50% de la actual demanda total.

Finalmente, asumiendo poder captar por lo menos la mitad de la demanda atendida por la producción actual, significaría atender el 25% de la demanda total.

Con las dos últimas estimaciones se obtiene la columna e, ésta indica las producciones anuales que deberán ser alcanzadas por la nueva planta en por lo menos 10 meses de operación al año, lo que permite adelantar instalaciones de 30 millares por quema y un promedio de 4 quemas al mes (columna f).

Tabla 2.1

YACIMIENTOS DE ARCILLA EN LA PROVINCIA DE HUARAZ

<u>Nombre del depósito</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Muestra Tipo: Descripción</u>
Utuscan	Se ubica al pie del cerro Rataquenua hacia la margen derecha de la quebrada en el borde del área urbana de Huaraz.	Arcilla buena, pero mezclada con piedras. La cubierta es desechable, de 4 m. Es costoso el aprovechamiento.
Shancayán	Se encuentra próxima al hotel de turistas.	El inconveniente es que está cerca del área urbana, además de tener 4 - 5 m. de cobertura de material desechable.
Antauco	Está a 3 km. al N.E. de Huaraz, sobre la trocha que conduce a Marián.	Predomina el material grueso. El volumen no es considerable, costoso aprovechamiento, fácil acceso.
Chuna	Se ubica en el parque Chuna en la margen de Huaraz hacia el S.E.	De buena calidad. Capa desechable de 2 m.; fácil acceso.
Chihuipampa	Se encuentra en la Cordillera Blanca, a 7 km. de Huaraz.	Arcilla de buena calidad, gran volumen, pequeña cobertura desechable; fácil acceso.

Tabla 2.1 (Continuación)

<u>Nombre del depósito</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Muestra Tipo: Descripción</u>
Mal Paso	Se encuentra a 4 km. al sur de Huaraz, sobre la carretera a Recuay.	Regular cantidad. Baja proporción de arcilla. Gran proporción de arena y gravilla. Cobertura desechable pasa de 2 m. Fácil acceso.
Pongor	Se encuentra en la Cordillera Negra, a 6 km. de Huaraz.	Arcilla de buena calidad, regular volumen, mínimo porcentaje de material grueso, pequeña cobertura desechable. Fácil acceso.
Quinuacocha	Cerca a Huaraz, sobre la carretera a Willcahuain.	Calidad buena, no óptima. Contiene gran cantidad de guijarros. Cobertura desechable pasa de 1 1/2 m. Fácil acceso.
Los Pinos	Se encuentra a 2 km. al este de Huaraz, a uno y otro lado de la carretera a Coyllur.	De regular calidad. Susceptible de aprovechamiento. Gran contenido de material grueso. La capa desechable hasta 4 m. Fácil acceso.

Referencia: CORDEANCASH

Tabla 2.2

CARACTERISTICAS DE LAS ARCILLAS DE HUARAZ

	<u>Chihuipampa</u>	<u>Pongor</u>
1. VOLUMEN (aprox.)	160,000 m <sup>3</sup>	100,000 m <sup>3</sup>
2. COMPOSICION (%)		
Grava y piedras	12.9	1.6
Arena gruesa	22.8	10.7
Arena fina	24.3	26.5
Arcilla pura	40.0	61.2
3. LIMITES DE CONSISTENCIA (%)		
Límite líquido	34.3	41.1
Límite plástico	20.6	22.0
Indice plástico	13.7	19.1
Límite de contracción	17.4	16.0
4. CONTRACCION LINEAL (cm. %)		
Arena en la muestra (%)		
5	1.0    5.0	1.6    8.0
10	1.0    5.0	1.3    6.5
20	1.0    5.0	1.3    6.5
30	0.8    4.0	1.2    6.0
40	0.5    2.5	0.9    4.5
5. CONTENIDO DE CARBONATO DE CALCIO (%)	0.60	0.69

Tabla 2.2 (Continuación)

6. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Mallas	Abertura en mm.	Porcentaje acumulado que pasa	
		Muestras	
		Chihuipampa	Pongor
3/4"	19.050	100.0	
1/2"	12.700	97.3	
3/8"	9.525	94.6	100.0
1/4"	6.350	92.9	99.8
No. 4	4.760	92.1	99.8
No. 10	2.000	87.1	98.4
No. 20	0.840	77.6	94.2
No. 30	0.590	71.5	91.3
No. 40	0.420	64.3	87.7
No. 60	0.250	54.9	81.9
No. 100	0.149	47.6	74.2
No. 200	0.074	40.0	61.2

Nota: Los porcentajes acumulados que pasan presentados en el cuadro anterior corresponde al material menor de 3/4", separando las partículas mayores de 3/4", cuyos porcentajes de la muestra total se dan a continuación:

Tabla 2.2 (Continuación)

Mallas	Abertura en mm.	Porcentaje retenido (respecto al total de la muestra proporcionada Muestra	
		Chihuipampa	Pongor
		2"	50.800
1 1/2"	38.100	7.6	0.0
1"	25.400	14.9	0.0
3/4"	19.050	1.8	0.0

Tabla 2.3

INDICES RELATIVOS DE COMPARACION PARA SELECCION DE CANTERA

Cantera	Volu- men	Con- figu- ración del te- rreno	Dis- poni- bili- dad de agua	Vías de acceso	Dis- tan- cia a Huaraz	Lim- pieza del mate- rial	Dis- poni- bili- dad del te- rreno	Pun- taje to- tal	Prio- ridad de se- lec- ción
Chihuipampa	100	100	100	100	80	80	30	590	1
Pongor	100	100	70	30	80	100	30	510	2
Marián	50	80	80	60	90	70	30	460	3
Nicrupampa Shancayan	25	25	90	90	100	60	30	420	4
Rataquenua Los Pinos	20	10	60	90	100	70	30	380	5

Fuente: CORDEANCASH

Tabla 2.4

CARACTERISTICAS DEL CARBON EN ANCASH

Yacimiento	Reserva estimada	Hume- dad %	Materia volátil %	Carbono fijo %	Cenizas %	Poder calorífico Kcal/Kg.
San Marcos	-	2	5.4	73	20	6000 - 7000
Chavín	-	4	4.4	75	17	6000 - 6500
Chiquian	-	2.2	3.8	71	23	6000 - 6500
Sihuas	80 mill. TM	4 - 7	4 - 6	65 - 72	6 - 14	6000 - 7500
Santa:						
a) Minas Centauro y Vizcaya	9,300 TM	4	3 - 4	80 - 85	7 - 12	6000 - 7500
b) Minas Mis Sueños y San Jerónimo	29.5 Mill. TM	4	5 - 6.5	80 - 88	6 - 12	6000 - 7500
c) Minas Lord	8 Mill. TM	3 - 6	4 - 6	65 - 75	8 - 20	5000 - 7500
Caraz	-	4.4	7	54	35	5500 - 7500

Nota: Todos presentan características de Carbón Antracítico.

Tabla 2.5

## PRODUCTORES INFORMALES DE LADRILLOS EN HUARAZ

Nombre o dueño de la fábrica	Ubicación	Año en que empezó a trabajar	Número de hornos	Capacidad del horno por quema	Producción mensual (eventual)
Gabriel Yauri Rashta	Carretera a Wilcahuaín Km. 1	1965	1	5 mill	5 mill
Nicrupampa	Nicrupampa	1982	2	8 mill	16 mill
Acovichay	Carretera a Wilcahuaín	1986	1	3 mill	3 mill
Genaro Gonzáles	Utushcan	1950	2	9 mill	18 mill
Raymondi	Espalda del Estadio	-	2	5 mill	5 mill
Picón	Prol. Centenario Quinuacocha	1982	2	5 mill	10 mill
Asunción Flores Rosales	Av. Raimondi	1972	1	12 mill	12 mill

TABLA 2.6

PRODUCTORES FORMALES DE LADRILLOS EN HUARAZ

Razón social	Ubicación	RI	FET	VBP intis	PVP por año (intis)	Volumen de la producción millares	VPAA
Gerardo Hinostroza	Shancayán	170-013	1975	115	1.7	68	
Ignasia Sánchez Méndez	Pariahuanca	170-014	1975	288	1.7	169	237 (1975)
Dionisia Jachilla Silva	Chequio	02-0438D	1978	60	38	1.6	237 (1976)
Marcos Tinoco Rosales	Cascapampa	02-0442D	1978	60	38	1.6	
Francisco Vásquez Solano	Picup	02-0444D	1978	175	38	4.6	
Alejandro Picón Figueroa	Quinuacocha	02-0445D	1978	160	38	4.2	249 (1978)
Alejandro Macedo Cáceres	Shancayán	02-0476D	1979	330	68	4.9	254 (1979)

TABLA 2.6 (Continuación)

Razón social	Ubicación	RI	FET	VBP intis	PVP por año (intis)	Volumen de la producción millares	VPAA
José Broncano Rodríguez	Cascapampa	02.0495D	1980	2,460	78	31	
Magdalena Barrenechea	Av. Cordi- llera Blanca 535	02-0501D	1980	6,000	78	77	362 (1980)
Cerámicas del Norte	Río Seco Pje. Chuca	02-0582D	1982	9,960	390	25.5	362 (1981)
Augusto Alberto Salazar	Chequio	02-0585D	1982	1,020	390	2.6	390 (1982)
José Patricio Shuan Solís	Shancayán	02-0592D	1983	1,375	600	2.3	
Maximiliano Rosales Solís	Shancayán	02-0593D	1983	2,844	600	4.7	397 (1983)
Marcelo Celestino Cadillo	Km. 3 Carr. Caraz	02-0644D	1984	3,100	750	4.1	401 (1984)

TABLA 2.6 (Continuación)

Razón social	Ubicación	RI	FET	VBP intis	PVP por año (intis)	Volumen de la producción millares	VPAA
José Broncano Rodríguez	Cascapampa	02.0495D	1980	2,460	78	30	
Magdalena Barrenechea	Av. Cordi- llera Blanca 535	02-0501D	1980	6,000	78	73.2	362 (1980)
Cerámicas del Norte	Río Seco Pje. Chuca	02-0582D	1982	9,960	390	25.5	362 (1981)
Augusto Alberto Salazar	Chequio	02-0585D	1982	1,020	390	2.6	390 (1982)
José Patricio Shuan Solís	Shancayán	02-0592D	1983	1,375	600	3	
Maximiliano Rosales Solís	Shancayán	02-0593D	1983	2,844	600	0.2	397 (1983)
Marcelo Celestino Cadillo	Km. 3 Carr. Caraz	02-0644D	1984	3,100	750	4.1	401 (1984)

TABLA 2.6 (Continuación)

Razón social	Ubicación	RI	FET	VBP intis	PVP por año (intis)	Volumen de la producción millares	VPAA
Pedro Soriano Rosario	El Milagro	02-699-6	1985	11,050	900	12.3	
Lad. Juan Pablo	Shancayán	02-704-6	1985	77,000	900	85.6	499 (1985)
Juan André Manrique	Shancayán	02-725-6	1986	37,000	2,000	18.5	
Timoteo Charqui Abelino	Carhuaz	02-737-6	1986	53,000	2,000	26.5	
Purificación Medina Díaz	El Milagro	02-751-6	1986	89,500	2,000	44.8	
Luis Araujo Rosales	Urpay	02-753-6	1986	180,000	2,000	90	
Eusebio Broncano Cóndor	Pariac	02-756-6	1986	66,000	2,000	33	

TABLA 2.6 (Continuación)

Razón social	Ubicación	RI	FET	VBP intis	PVP por año (intis)	Volumen de la producción millares	VPAA
Camilo Jamanca Alberto	Av. Pro- greso s/n	02-759-6	1986	45,500	2,000	22.8	734.5 (1986)
Moisés Guillén Mallqui	Chiwip San Nicolás	02-810-6	1987	70,000	3,500	20	754.5 (1987)

FET : Fecha que Empezó a Trabajar  
VBP : Valor Bruto de la Producción  
VPAA : Volumen de la Producción Anual Acumulada por año  
PVP : Precio de Venta del Producto por año desde 1975

Tabla 2.7

FORMATO DE ENCUESTA

1. Nombre del propietario: \_\_\_\_\_
2. Ubicación: \_\_\_\_\_
3. Producción aproximada desde que empezó a trabajar a la fecha:  
\_\_\_\_\_
4. a) Número de hornos con que trabaja: \_\_\_\_\_  
b) Capacidad de cada horno para carga de ladrillo King-Kong:  
\_\_\_\_\_
5. a) Materia prima utilizada para la clasificación de la pasta:  
\_\_\_\_\_
- b) Tiempo para cada una de las operaciones: \_\_\_\_\_
6. Combustibles utilizados, especificar cantidad por quema:  
\_\_\_\_\_
7. Procedencia de la materia prima y de los combustibles:  
\_\_\_\_\_
8. Epocas del año en que hay más demanda:  
\_\_\_\_\_

Tabla 2.7 (Continuación)

9. Variedad de productos que fabrica: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

10. Especificaciones del producto terminado:

\_\_\_\_\_

11. Forma de venta:

a) ¿Trabaja sobre pedido u ofrece sus productos? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) Si trabaja sobre pedido, ¿qué parte del pedido es cumplido en promedio por mes? \_\_\_\_\_

Tabla 2.8

ANCASH: POBLACION NOMINALMENTE CENSADA, POBLACION ESTIMADA, SEGUN PROVINCIA

(Censos Nacionales 1940, 1961, 1972, 1981)

	Población Nominalmente Censada								Población Estimada	
	1940		1961		1972		1981		1986	
	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P
ANCASH	101	424,975	142	582,598	154	726,215	154	818,289	160	921,800
Huaraz	14	68,294	11	72,381	11	85,063	11	97,167	11	109,627
Aija	9	12,139	8	14,974	8	13,606	8	12,761	5	9,447
Antonio Raymondi	-	-	-	-	5	18,555	5	18,002	5	18,695
Asunción	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8,816
Bolognesi	12	26,875	20	32,322	23	30,601	23	30,868	24	32,413
Carhuaz	8	25,646	11	28,159	11	31,374	11	32,252	11	34,408
Casma	-	-	5	25,411	5	37,828	5	44,787	4	32,929
Corongo	-	-	7	10,171	7	8,662	7	8,526	7	8,861
Huari	11	89,807	20	98,416	17	86,626	17	84,471	16	67,842
Huarmey	-	-	-	-	-	-	-	-	5	22,436

Tabla 2.8 (Continuación)  
(Censos Nacionales 1940, 1961, 1972, 1981)

	Población Nominalmente Censada								Población Estimada	
	1940		1961		1972		1981		1986	
	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P
Huaylas	8	36,738	9	37,500	9	38,426	9	41,135	9	44,988
Mscal. Luzuriaga	-	-	7	27,777	8	29,761	8	28,307	8	19,609
Pallasca	15	36,750	11	28,278	11	26,713	11	29,312	11	32,242
Pomabamba	8	65,228	4	22,956	4	24,731	4	25,098	4	26,529
Recuay	-	-	8	20,335	10	22,611	10	21,603	10	22,098
Santa	10	33,955	7	101,277	7	208,851	7	275,600	7	335,326
San Luis	-	-	-	-	-	-	-	-	3	20,493
Sihuas	-	-	6	27,322	10	28,391	10	28,882	10	30,461
Yungay	6	29,543	8	35,289	8	34,416	8	39,518	8	44,580

D = Número de Distritos  
P = Población

Tabla 2.9

ARRIBOS ANUALES, INDICE DE VARIACION ANUAL PORCENTUAL (IVAP) Y CRECIMIENTO  
 PROMEDIO ANUAL (ICPA) DE VISITANTES NACIONALES Y EXTRANJEROS  
 ANCASH - SIERRA 1975-1986

Años	Peruanos			Extranjeros			Global		
	Número	IVAP	ICPA	Número	IVAP	ICPA	Número	IVAP	ICPA
1975	40,144	-	-	3,594	-	-	43,738	-	-
1976	40,345	0.5	0.2	3,538	- 1.6	- 0.8	43,883	0.3	0.2
1977	45,398	12.5	4.2	6,806	92.4	23.7	52,204	19.0	6.1
1978	47,455	4.5	4.3	12,596	85.1	36.8	60,051	15.0	8.2
1979	61,030	28.6	8.7	16,070	27.6	34.9	77,100	28.4	12.0
1980	63,790	4.5	8.0	18,703	16.4	31.6	82,493	7.0	11.1
1981	69,139	8.3	8.1	14,521	-22.4	22.1	83,660	1.4	9.7
1982	66,662	- 3.6	6.5	13,394	- 7.8	17.9	80,056	- 4.3	7.8
1983	62,820	- 5.8	5.1	10,133	-24.3	12.2	72,953	- 8.9	5.8
1984	70,484	12.2	5.8	11,657	15.0	12.5	82,141	12.6	6.5
1985	76,494	8.5	6.0	11,555	- 0.9	11.2	88,049	7.2	6.6
1986	96,746	26.5	7.6	13,054	13.0	11.3	109,800	24.7	8.0

FUENTE: Estadística Mensual de Establecimientos de Hospedaje

Tabla 2.10

EVOLUCION ANUAL DEL TURISMO (NACIONAL) SEGUN PROVINCIAS

ANCASH - SIERRA 1975-1986

PROVINCIA	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	TOTAL
TOTAL	40144	40345	45398	47455	61030	63790	69139	66662	62820	70484	76494	96746	740507
Huaraz	34860	34860	36832	35346	44134	47180	51025	49534	47304	53263	60529	77898	572765
Huaylas	2730	3374	3840	4769	6636	6490	6138	6158	5901	5250	5319	7231	63836
Yungay	261	243	282	305	293	680	1240	1423	390	827	361	679	6984
Carhuaz	980	955	1376	1419	1754	1676	1645	1817	1262	1682	1580	1707	17853
Recuay	1313	913	1039	1106	1129	1167	903	149	638	844	823	1173	11197
Huari	-	-	1928	2894	6126	4591	6944	5938	6195	7734	6813	6909	56072
San Luis	-	-	-	1357	348	1185	824	997	519	249	315	307	6101
Bolognesi	-	-	101	259	610	821	420	646	611	635	754	842	5699

FUENTE: Estadística Mensual de Establecimientos de Hospedaje

Tabla 2.11

EVOLUCION ANUAL DEL TURISMO RECEPTIVO (EXTRANJEROS) SEGUN PROVINCIAS

ANCASH - SIERRA 1975-1986

PROVINCIA	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	TOTAL
TOTAL	3594	3538	6806	12596	16070	18703	14521	13394	10133	11657	11555	13054	135621
Huaraz	3120	2880	5765	9934	10698	12508	10296	9842	8017	9751	10406	11721	104938
Huaylas	290	472	420	1273	2306	2941	1592	1450	573	649	426	494	12886
Yungay	56	29	109	93	40	432	838	541	246	219	101	318	3022
Carhuaz	45	109	119	155	190	137	140	156	136	136	55	44	1422
Recuay	83	48	78	28	65	84	71	-	21	19	19	25	541
Huari	-	-	293	991	2490	2265	1367	1226	970	685	407	292	10986
San Luis	-	-	-	71	33	26	-	-	14	-	-	-	144
Bolognesi	-	-	22	51	248	310	217	179	156	198	141	160	1682

FUENTE: Estadística Mensual de Establecimientos de Hospedaje

Tabla 2.12

PROYECCION DE LA DEMANDA

Años	Pob. (a)	Prod. (b)	Lad/ Hab. (c)	Lad. D.T. (d)	Prod. Proy. en N.P. (e)	Q/M Prom. (f)
1981	97,167	362,000	3.72	722,922		
1982	99,596	390,000	3.92	780,832		
1983	102,086	397,000	3.89	794,229		
1984	104,638	401,000	3.83	801,527		
1985	107,254	499,000	4.65	997,462		
1986	109,935	734,500	6.69	1,470,930		
1987	112,684	754,500	6.69	1,507,712		
1988	115,501		7.0	1,617,014	1,212,760	4.04
1989	118,388		7.0	1,657,432	1,243,074	4.14
1990	121,348		7.0	1,698,872	1,274,154	4.24
1991	124,382		7.0	1,741,348	1,306,011	4.35
1992	127,491		7.0	1,784,874	1,338,656	4.46
1993	130,678		7.0	1,829,492	1,372,119	4.57
1994	133,946		7.0	1,875,244	1,406,433	4.68
1995	137,294		7.0	1,922,116	1,441,587	4.80

(a) Población (Tasa anual INE 2.5%)

(b) Producción

(c) Lad/Hab.

(d) Lad. necesarios (Demanda total a x 2c = 2b

(e) Producción proyectada en nueva planta (0.75 (d))

(f) Quemias x mes promedio según (e)

## CAPITULO III

### UBICACION Y CAPACIDAD DE PLANTA

#### 3.1. Ubicación

Para efectos de localización de la planta ladrillera se ha seleccionado la provincia de Huaraz en el Departamento de Ancash y lo más cercano posible a la ciudad de Huaraz por las razones que se exponen.

Las razones que se han considerado en la selección del lugar son las siguientes:

Mercado, adecuado por la disponibilidad y facilidad de los medios de comunicación, tanto para el aprovisionamiento como para la comercialización. Se cuenta además con el sistema telefónico, comunicación por radio y correo.

Suministro de materia prima, que ofrece la cercanía de los mayores y más calificados yacimientos de arcilla, ubicados a pocos kilómetros alrededor de la ciudad de Huaraz. Así, por ejemplo, el yacimiento de Pongor se encuentra formando una planicie en la Cordillera Negra a 6 km. al noroeste de esta ciudad, siendo atravesada por la carretera que conduce a Santo Toribio.

Suministro de carbón, combustible que puede ser traído desde los yacimientos carboníferos de la región, tales como San Marcos, Chavín, Chiquián, Santa o de Oyón en Lima, que se encuentra relativamente cerca; de preferencia, el yacimiento del Santa en Ancash debido a su cercanía a la ciudad de Huaraz y además por tener el más alto poder calorífico.

Suministro de energía eléctrica, la misma que es de normal abastecimiento en la región y es trifásica en las cercanías de la ciudad de Huaraz.

Suministro de agua, en cantidad abundante proveniente de diferentes lagunas de la región.

Mano de obra, de relativa y aceptable disponibilidad en la provincia durante todos los meses del

año, pudiendo optarse por contratar personal de las provincias vecinas.

Consideraciones varias, tales como su cercanía a la zona de mayor consumo que cuenta con los servicios propios de un centro poblado de importancia como es la ciudad de Huaraz, lo que implica facilidad de adquisición de repuestos y accesorios, herramientas, servicios bancarios, servicios médicos, etc.

### 3.2. Tamaño y capacidad de planta

La capacidad de la planta permitirá producir 30,000 ladrillos por quema, tomando como base de referencia que el total de tal producción puede diversificarse con tejas, ladrillos pandereta, etc.

Si se dispone las operaciones con el criterio del mejor aprovechamiento del tiempo y en condiciones normales de aprovisionamiento y funcionamiento, la capacidad del horno puede permitir la ejecución de cuatro quemas como máximo al mes, si además así lo requiere la demanda en un caso dado. Sin embargo, teniendo en mente una primera aproximación o estimación inicial en base a los aspectos comentados, se

puede considerar una quema al mes durante 10 meses al año en que los meses restantes corresponden a vacaciones del personal, reparaciones, etc.

En la selección del equipo necesario, se ha considerado capacidad de procesamiento inicial, teniendo en cuenta su rendimiento por quema.

### 3.3. Distribución de planta

Se adjunta un plano a escala 1/100 que comprende las siguientes secciones (Fig. 3.1):

Area destinada a la recepción y almacenamiento de las arcillas y arena, con  $700 \text{ m}^2$

Patio de maniobras de humidificación, mezcla y moldeo  $300 \text{ m}^2$

- Area de secado, con un tendal de  $1000 \text{ m}^2$

Patio de cocción para ubicar el horno planteado y con disponibilidad de espacio para instalar un posible segundo horno de cocción, con miras a una expansión futura. Este espacio es de  $450 \text{ m}^2$

- Area de la sala de caldero, con  $112.5 \text{ m}^2$ .
- Area de ubicación del tanque de combustible. Este espacio es de  $112.5 \text{ m}^2$ .
- Area de preparación, recepción y almacenamiento de carbón, con  $300 \text{ m}^2$ .
- Patio de almacenamiento de productos terminados, con  $500 \text{ m}^2$  y un área auxiliar de  $300 \text{ m}^2$ .
- Area de mantenimiento, con  $75 \text{ m}^2$ .
- Area de vestuario para los obreros con sus servicios higiénicos, con un área de  $40 \text{ m}^2$ .
- Area de operaciones administrativas, que comprende las instalaciones correspondientes a la gerencia, oficinas, laboratorio, almacén de herramientas y servicios higiénicos, con un área total de  $300 \text{ m}^2$ .
- Guardianía, con un área de  $20 \text{ m}^2$ .

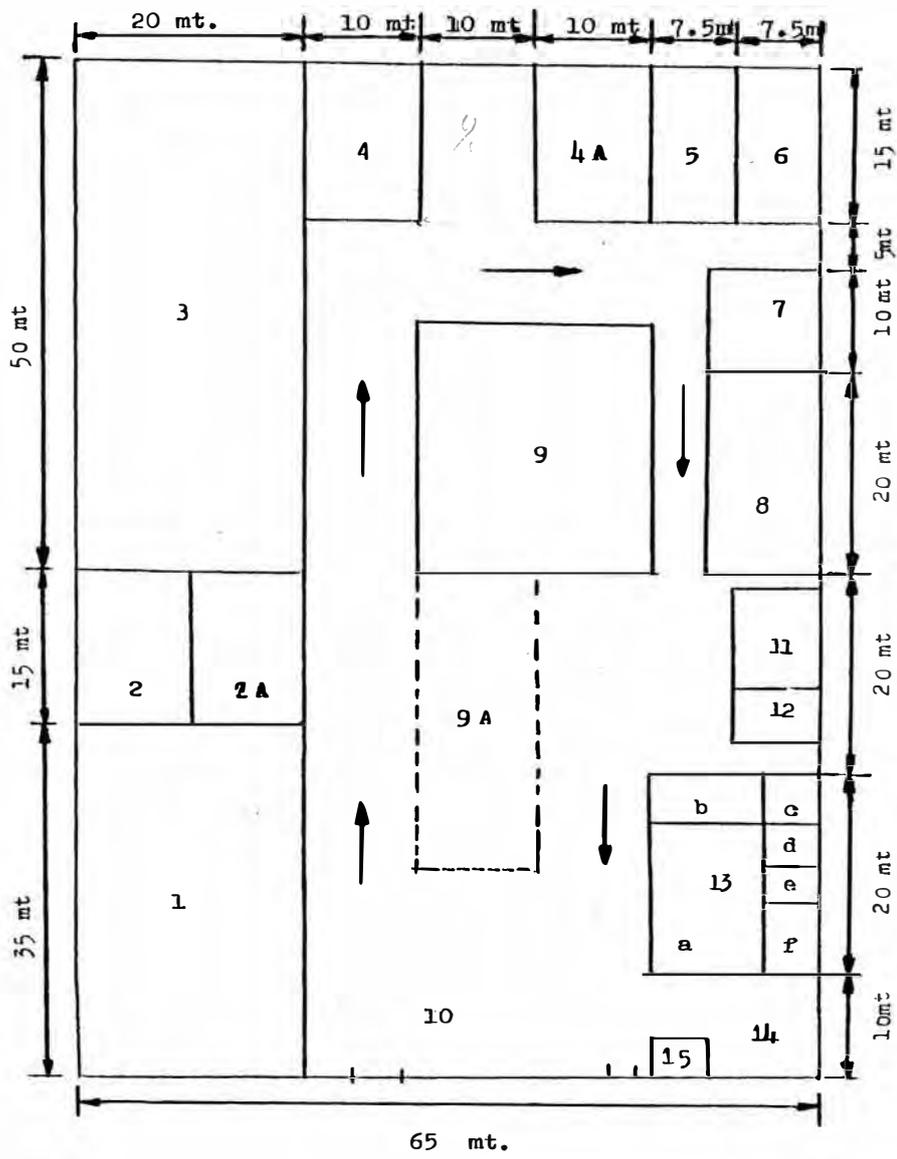
En total se ha considerado una superficie de 65 metros de frente por 100 metros de fondo, o sea 6,500 metros cuadrados. Su emplazamiento debe considerar

especial atención a la dirección de la expansión urbana, para no ubicarla muy cerca de la ciudad de Huaraz y así evitar que la planta se vea envuelta posteriormente por una zona residencial.

#### DISTRIBUCION DE PLANTA

1. Recepción, almacenamiento de arcillas y arena
2. Humidificación y mezcla
- 2A. Moldeo
3. Secado (tendal)
4. Horno I
- 4A. Horno II (plan de expansión)
5. Area del caldero
6. Area del tanque de petróleo B.6
7. Area de preparación del carbón
8. Area de recepción y almacenamiento del carbón
9. Almacén de producto terminado
- 9A. Area auxiliar para almacenamiento de producto terminado
10. Circularización de vehículos
11. Mantenimiento
12. Vestuario y servicios higiénicos
13. Laboratorio, almacén de herramientas y oficinas
  - a. Oficina
  - b. Almacén de herramientas
  - c. Laboratorio
  - d,e. Servicios higiénicos
  - f. Gerencia
14. Playa de estacionamiento
15. Guardianía

Fig. 3.1



## CAPITULO IV

### TECNOLOGIA DEL PROCESO

La fabricación de ladrillos se efectúa básicamente mediante dos procesos:

Industrial, para grandes volúmenes de producción, por medio del cual el crudo, o sea el ladrillo antes de la cocción se obtiene con extrusoras mecánicas y automáticas. En el proceso de extrusión, la arcilla que ha sido humedecida, mezclada y amasada se comprime en una prensa en donde sale, a través de una boquilla, en forma de barra continua, la operación de corte está mecánicamente sincronizada y los ladrillos así moldeados y cortados están listos para la cocción.

En la Fig. 4.1 se muestra la disposición de una gran planta donde el moldeo se hace por extrusión y la cocción en hornos de túnel, con una producción de 44 millones de ladrillos al año; consecuentemente, con muy elevados costos de instalación.

- Artesanal, aquellas instalaciones en que la fabricación del crudo se realiza manualmente y que poseen sólo herramientas y equipo elemental, son la base del procedimiento artesanal, aparente para ser instalado en lugares o localidades de mediana población.

#### 4.1. Etapas del proceso de producción artesanal

##### 4.1.1. Extracción de la materia prima

Cuando no se cuenta con equipo mecánico como tractores, cargadores frontales, etc., como es el caso de la fabricación industrial de ladrillos, se realiza la extracción de la materia prima usando herramientas elementales, tales como pico, lampa, etc.

La arcilla extraída es generalmente de tipo superficial y se le conoce como tierra de cultivo o tierra vegetal.

La extracción de la materia prima en la provincia de Huaraz se realiza sin mayores controles, procediéndose directamente a cernir para eliminar impurezas o presencias extrañas, dejándose la selección y clasificación al criterio del artesano.

#### 4.1.2. Humidificación y mezcla

Se somete la materia prima al remojo con agua, dejándola reposar en forma normal por 24 horas.

Aunque casi siempre es utilizada una sola arcilla, resulta más conveniente mezclar varios tipos de arcilla para lograr propiedades óptimas, alcanzando disminuir al mínimo, e incluso anular, las consecuencias de la variación de sus propiedades físicas. Los yacimientos pueden contener diversas variedades de arcilla que conviene combinar, mezclándolas para obtener las propiedades deseadas, aprovechando inclusive las arcillas de otros yacimientos.

El mezclado puede hacerse con herramientas sencillas y/o con los pies y las manos, así como utilizando bueyes. La masa resultante es luego protegida con coberturas de material impermeable para evitar resquebrajaduras por el efecto del sol o la lluvia, dejándola en reposo por 24 horas.

Pueden presentarse algunas deficiencias debido principalmente a la mala extracción y selección de la materia prima, la misma que puede tener materia orgánica, caliche, piedras, terrones sin desmenuzar,

etc.; además, puede presentarse una humidificación insuficiente, exceso de arcilla o arena, falta de mezclado, lugar de trabajo inadecuado. Estas deficiencias impiden una buena mezcla y un buen moldeo.

Es, entonces, muy importante la humidificación y el mezclado hasta obtener una pasta debidamente preparada para moldear.

#### 4.1.3. Moldeo

Antes de proceder al moldeo, es necesario previamente preparar el piso de trabajo para eliminar todo tipo de piedras, guijarros o elementos extraños, procurando evitar los desniveles o rajaduras, que podrían deformar la pasta moldeada del ladrillo recién húmedo.

El moldeo consiste en colocar la masa pastosa en moldes hechos de madera con forma de un paralelepípedo rectangular y así obtener los productos con dichas características.

En la Fig. 4.2 se observa un molde (gavera) de 25 cm de largo, 15 cm de ancho y 10 cm de altura, así como otras dos variaciones para ladrillo múltiple.

Al construir los moldes, es necesario sobredimensionarlos con la finalidad de que los ladrillos, después de contraerse, puedan cumplir con las especificaciones.

Para el moldeo se utiliza la pasta preparada y dejada en reposo. El artesano especializado en amasar y moldear la pasta extrae una cantidad de dicha pasta para llenar el molde, ya sea éste con capacidad para un solo ladrillo o más. El molde debe estar previamente humedecido y espolvoreado con arena fina en sus partes interiores, para evitar que la pasta se pegue a sus paredes. Se comprime o compacta la pasta con las manos hasta eliminar cualquier burbuja y lograr una densidad uniforme en toda la pieza moldeada, nivelando con una regla los bordes de la parte superior para eliminar las rebabas.

El molde lleno es luego volteado para desalojar el adobe sobre el piso de trabajo o tendal, también previamente espolvoreado con arena fina para evitar que la pieza húmeda se pegue al suelo.

#### 4.1.4. Secado

Esta operación consiste en la eliminación del agua contenida en los adobes por evaporación espontánea o natural, para darles la suficiente consistencia antes de acomodarlos al horno. Se realiza en una primera fase por exposición del adobe en el tendal a la acción de la intemperie, pero con la salvedad de que los rayos solares no deben caerles directamente y una segunda fase se efectúa al aire libre.

El secado es imprescindible, dado que si se sometieran directamente a la cocción los adobes húmedos o semihúmedos, se rajarían por la excesiva contracción producida por una evaporación muy rápida y, además, los procesos químicos que ocurren en la cocción no pueden realizarse de manera uniforme.

Hay dos maneras de realizar el secado; un secado natural para la producción artesanal, siendo éste el tema que estamos tratando, y un secado artificial para una producción a mayor escala.

#### 4.1.4.1. Secado natural

Se efectúa en su primera fase bajo un tendal techado, durante tres días. Luego del tercer día de secado, el adobe es "parado" para facilitar la evaporación del agua de la cara que sirvió de base hasta ese momento y exponiendo así el adobe durante dos o tres días más, concluyendo de ese modo el secado.

Para evitar la acción depredadora de la lluvia o del excesivo sol, es indispensable disponer de coberturas adecuadas y que pueden ser de plástico u otros materiales como esteras, calaminas, etc.

El secado al aire libre resulta más complicado durante la época de lluvias, por lo cual los adobes deben ser resguardados levantando cobertizos permanentes que no tienen por qué ser caros, tratando que estas estructuras sean suficientemente altas para que los artesanos puedan desplazarse cómodamente por su interior.

En cualquier caso, el éxito de un buen secado natural está basado en el aprovechamiento de la energía solar con eficiencia.

#### 4.1.4.2. Secado artificial

Puede aplicarse cuando se dispone de unas instalaciones adecuadas, como es el caso de un horno continuo que puede secar alrededor de un 30% de su carga y que cuenta con un secadero de cámara que normalmente tiene la forma de un túnel bastante largo.

Los secadores deben diseñarse con miras a facilitar la circulación de aire caliente a través de las pilas de adobes. Si las pilas se hallan en una cámara de túnel, el aire caliente puede ser introducido de tres modos: por ambos extremos al mismo tiempo, con evacuación por arriba; desde un extremo con evacuación por el otro, y desde abajo, con evacuación por arriba.

Las especificaciones y el diseño de los secaderos deben ser hechas por un especialista en técnicas de secado.

Este sistema está siendo perfeccionado y es conveniente que las fábricas pequeñas como las artesanales, que no pueden costearse equipo sofisticado, utilicen el secado natural y aprovechen en todo lo que sea posible la energía solar.

#### 4.1.5. Cocción

Los adobes crudos secos son sometidos a temperaturas definidas y durante tiempos determinados, sufriendo cambios químicos y mineralógicos, tales como deshidratación, oxidación, recristalización y vitrificación, por medio de los cuales adquieren las características necesarias del ladrillo como producto final.

##### 4.1.5.1. Metodología de la cocción

Como paso previo a la operación de cocción o cocimiento, es necesario trasladar los adobes crudos desde el área de secado hasta el horno.

Mediante el procedimiento industrial, el traslado de los adobes crudos se efectúa por medio de tractores o plataformas rodantes; en

cambio, mediante el procedimiento artesanal, se utilizan medios más sencillos, tales como carretillas o acémilas, según la distancia y el caso dado.

De cualquiera de las formas de traslado, los adobes crudos deben ser acomodados dentro del horno, disponiéndolos según el tipo de horno y el combustible a utilizar. Así, en los hornos a petróleo, se disponen los adobes en malecones, mientras que en el caso de un horno a leña se acomodan los adobes considerando una separación entre ellos sin necesidad de formar malecones.

Teniendo en cuenta la disposición de los adobes de abajo hacia arriba, pueden estimarse varios niveles en cada uno de los cuales se acomodan las unidades por hiladas horizontales y en formación de cabeza, canto y soga. El número de hiladas por nivel y el modo de disposición total determinan la carga del material en el horno, así como su influencia en la distribución de temperatura. En la Fig. 4.8 se observa la disposición en malecones y en hiladas considerando el llenado completo del horno (ver Anexo 1).

Para acomodar los adobes crudos en el horno es necesario designar a obreros especializados o personal competente. Una vez lleno, se bloquea la puerta y se procede a la quema.

La determinación de las dimensiones de los hornos se efectúa básicamente sobre estimaciones de la producción que se desea alcanzar y de la cantidad y tipo de combustible que se va a utilizar. Existen métodos establecidos de cálculo para hornos continuos que permiten, cuando se dispone de los suficientes datos prácticos, establecer el anteproyecto de los hornos a construir. Por otra parte, la temperatura de la cocción se determina en general mediante quemas de ensayo; sin embargo, la secuencia de variación de la temperatura depende de las distintas fases de la cocción tales como precalentamiento, combustión y enfriamiento.

El procedimiento industrial utiliza casi en forma generalizada los hornos continuos para la cocción de ladrillos, salvo circunstancias especiales que justifiquen el empleo de otro tipo de hornos.

Al encender el combustible, la combustión empieza por la parte inferior del horno donde se encuentran ubicados los quemadores y los ladrillos en contacto con el combustible son los primeros en captar el calor de la combustión incipiente, pudiendo por tal motivo ser considerados fuera de calidad luego de la cocción.

Durante el proceso de cocción, la quema demora entre 24 y 30 horas y la temperatura varía desde la ambiental hasta los 950°C, pasando por el precalentamiento hasta los 150°C en que se elimina el agua libre, o sea, aquélla que fue añadida a la arcilla durante el amasado y moldeado y no ha sido eliminada en el secado, produciéndose una contracción lenta en las piezas.

Luego, entre los 150°C y 200°C se produce la descomposición de los silicatos de alúmina, hidratos de silicio y hierro, eliminándose el agua de composición, endureciéndose el ladrillo a tal punto que no se reblandece al sumergirlo en agua.

A partir de los 500°C, arcilla pura se descompone combustionando las materias orgánicas presentes y entre los 700 y 800°C se forma

una masa pastosa, mezcla de sílice, alúmina, óxido de hierro, óxido de magnesio y diversos silicatos.

Entre los 800°C y los 950°C finales, se unen los óxidos de hierro con los de alúmina y la sílice, formándose una vitrificación en cada una de las piezas, con lo que alcanza la cocción que es completada cuando la alúmina se transforma en silicato.

Con relación a la presión dentro de la cámara del horno, se procura que sea moderada durante las primeras 4 a 6 horas a un nivel de 40 libras por pulgada cuadrada, para evitar aumento brusco de temperatura con fuerte contracción en las piezas y, consecuentemente, resquebrajaduras. Así, en forma gradual se va aumentando la presión según vaya desarrollándose la cocción, hasta alcanzar 80 a 100 libras por pulgada cuadrada.

Al concluir la cocción, después de 24 a 30 horas, se apaga el horno, dejándolo enfriar durante 1 a 2 días, destapándose la parte superior, abriendo o desmontando la puerta de bloqueo, realizando ambas operaciones en forma lenta y en relación con la temperatura interior.

Luego de desalojado el horno, se procede a limpiarlo y a reparar cualquier agrietamiento en sus paredes interiores, disponiéndolo para una siguiente quema

#### 4.1.5.2. Tipo de hornos

Las instalaciones para cocer los ladrillos son muy diversas; desde hornos muy complejos, a hornos artesanales sencillos.

En general, puede hacerse una breve descripción de los principales hornos utilizados actualmente en la cocción de ladrillos, conforme se expone a continuación.

##### - Hornos túnel

Es el tipo más moderno, más complejo y costoso, cuya instalación sólo se justifica para la cocción de grandes cantidades de ladrillos. Por la complejidad en su conformación estructural, su sistema de inyección y uso continuo durante las 24 horas del día requiere de mantenimiento y atención permanente. Están contruidos de ladrillos, son los de mayor longitud teniendo la forma de verdaderos

túneles, de donde proviene su nombre. Las dimensiones óptimas serían de unos 30 largos de ladrillo de ancho por unas 10 capas de alto, revestido interiormente de ladrillos refractarios y dividido en tres secciones: precalentamiento, cocción y enfriamiento.

Posee un sistema de rieles sobre los cuales se deslizan lentamente las plataformas con las cargas de adobe crudo, que en forma continua ingresan por un extremo del horno, saliendo por el otro extremo.

Utilizan mayormente petróleo como combustible, alternando su uso con carbón. En Lima hay cuatro ladrilleras con este tipo de horno.

#### - Horno Hoffman

El moderno horno Hoffman está constituido por dos cámaras largas con bóveda de cañón conectadas en sus extremos por una tobera. Las pequeñas puertas laterales, características de los primitivos hornos Hoffman, han desaparecido y, en la actualidad, la sección transversal completa del horno es una puerta que se abre para facilitar las operaciones de carga y descarga mediante carretillas adecuadas.

La descarga de ladrillos es una operación que requiere de más mano de obra, lo que ocasiona más fracturas por descuidos que se atribuyen a la operación en general, dada su relativa complejidad.

Su consumo de combustible fluctúa entre 2500 y 3500 kj ó 597 y 836 kcal por kg. de ladrillo cocido. Puede funcionar con cualquier tipo de combustible, siendo el carbón muy utilizado.

A igual capacidad, su costo es menor que cualquier horno de tipo continuo. Se puede construir con el mismo tipo de ladrillos que la cocción, ya que no necesita de ladrillos refractarios.

#### - Hornos abiertos

Son los más comunes en nuestro país y están contruidos con muros de adobe, dejando generalmente un lado libre para cargar y descargar, siendo también abiertos en su parte superior; es decir, no lleva techo, a lo cual deben su nombre. Utilizan petróleo como combustible, para lo cual cuentan con cavidades o bóvedas laterales en las paredes inferiores de los muros, por donde van colocados los

inyectores del combustible y aire, que constituyen el equipo de quemadores del horno. Utilizan también leña, según sea el caso y el lugar del país en que estén ubicados, disponiendo de un piso a modo de rejilla, debajo del cual se coloca la materia combustible.

Los hornos abiertos a petróleo son de mayor capacidad de los que utilizan leña.

En la Fig. 4.4 se observan dos modelos de hornos abiertos que funcionan uno a petróleo y el otro a leña, de mucho uso en la fabricación artesanal.

#### 4.2. Descripción del proceso de producción elegido

La secuencia de operaciones de fabricación artesanal de ladrillos, que corresponde al proceso de producción elegido en el presente trabajo, se describe en los acápites siguientes.

##### 4.2.1. Materia prima, humidificación y amasado

Conociendo las características de la arcilla de Huaraz, según lo que se comenta en el acápite 2.1.4., los yacimientos que ofrecen las mejores

posibilidades de calidad en relación a los puntajes con que han sido calificados conforme se expone en la tabla 2.3., son, sin lugar a dudas, los de Chihuipampa, Pongor y Marian. También pueden ser explotados con ventajas los yacimientos más cercanos como Chuna y Quinuacocha, que ofrecen arcilla de buena calidad para ladrillos, pudiendo ser aprovechadas para obtener buenas mezclas con las arcillas anteriores y en un caso eventual que pudiera presentarse, se podrían utilizar solas, lo que significa una buena alternativa.

En la actualidad, las arcillas provenientes de los yacimientos cercanos a Huaraz, ofrecen la gran ventaja del ahorro en costo de transporte. Así, obteniendo buenas mezclas con los yacimientos restantes bien calificados, se pueden alcanzar excelentes rendimientos; para ello será necesario realizar los correspondientes controles de contracción, límites de consistencia y contenido de carbonato cálcico.

De todos modos, debe predominar en la mezcla la cantidad de arcilla de los yacimientos bien calificados, a fin de que no modifiquen significativamente sus propiedades físicas.

Queda así determinado que, para el proceso de producción que se adopta en el presente trabajo, debe utilizarse como materia prima a la arcilla proveniente de los yacimientos comentados, de preferencia los de Chihuipampa, Pongor y Marian.

Para efectos de control de calidad de la arcilla, se deben realizar las pruebas descritas en los acápites 2.1.2.1., 2.1.2.2., 2.1.2.3. y 2.1.2.4., además de los ensayos de composición, límites de consistencia, contracción lineal, contenido de carbonato cálcico y análisis granulométrico.

Una buena referencia de resultados le ofrecen los análisis presentados en la tabla 2.2 para los yacimientos de Chihuipampa y Pongor.

En una planta artesanal, sin dejar de lado los cuidados mencionados anteriormente, se puede realizar el frecuente y conocido control de calidad de la tierra arcillosa a partir de la mezcla tierra con agua, tomando un puñado de dicha masa y apretándola fuertemente en una mano, de tal modo que, si la masa es fácilmente comprimible y si al abrir la mano con la palma hacia abajo la masa se desprende fácilmente y no queda pegada, entonces la arcilla es buena materia prima.

En la Fig. 4.5 se muestra una secuencia de operaciones de tratamiento y preparación de la arcilla, sugerida por el ITINTEC y que es necesario controlar para su mejor ejecución en el área de trabajo destinada para la humidificación y amasado. Obsérvese que se debe eliminar la capa superficial de 30 cm inicialmente y utilizar el nuevo piso para tratar la arcilla proveniente de los diferentes yacimientos, en una o más zanjas rectangulares de 10 a 12 m de largo por 6 a 8 m de ancho.

La mezcla preparada debe dejarse reposar de un día para otro, o un mínimo de 12 horas, siempre con cobertura que la proteja de la intemperie.

#### 4.2.2. Moldeo

Para el proceso de producción adoptado, el moldeo se realizará en forma artesanal, de acuerdo a las indicaciones del acápite 4.1.3. y utilizando el molde de dos unidades mostrada en la Fig. 4.2, la misma que debe constuirse con un sobredimensionamiento del 5%, considerando los efectos de contracción lineal durante el secado y quedando definidas las dimensiones como sigue:

Longitud interior del molde	26.3 cm
Ancho interior del molde	15.0 cm
Alto interior del molde	10.0 cm

Esta operación debe ser ejecutada por artesanos expertos, de preferencia los mismos que han realizado el amasado.

#### 4.2.3. Secado

Para el proceso de producción elegido, se tiene en cuenta la operación correspondiente al secado natural descrito en el acápite 4.1.4.

Es necesario disponer de cobertizos o lugares cubiertos cuyas dimensiones deben estar en relación al volumen de la producción y con carácter permanente, adecuadamente ubicados en el área de producción, conforme se ha planteado en el capítulo anterior.

Con el mismo criterio de operar, siguiendo las recomendaciones de ITINTEC, se puede efectuar el secado natural, bajo un tendal techado y tendiendo primero el ladrillo crudo sobre una de las

caras mayores, dejando entre ellos un espacio de unos 2 cm durante tres días en épocas de cielo despejado y 5 días en épocas de días nublados o lluviosos.

Luego puede voltearse los ladrillos crudos, poniéndolos en canto y dejándolos secar al aire libre hasta completar los ocho días del tendido inicial en épocas de días soleados y 15 días en épocas de días nublados.

Para disponer de mayor área de tendal, se pueden arrumar los ladrillos crudos, disponiéndolos en hileras de a 2, intercalándolos de canto y soga hasta unas seis hileras, dejando adecuados espacios de ventilación, disponiendo las rumas con una separación de unos 10 cm entre ellas. Así, cada ruma de 12 ladrillos dispuestos en 6 hileras de a 2, ocuparían un área de 35 cm y 35 cm (lados de 25 cm más 10 cm), equivale a 0.1225 metros cuadrados, siendo necesarias 2500 rumas para un total de 30,000 ladrillos.

El área neta de secado para tal cantidad de ladrillos sería  $0.1225 \times 2500$ , o sea, 306.25 metros cuadrados, ubicados en el plano de distribución de planta. Sin embargo, se ha planteado en el capítulo

anterior un margen de amplitud adecuado para el cómodo desplazamiento de los artesanos encargados de voltear los ladrillos, acabada la primera etapa de secado.

El cobertizo tendrá una altura adecuada que puede ser de 2.20 m. En la Fig. 4.6 se muestra una ruma típica dispuesta para el secado, así como una ruma de ladrillos ya secos, amarrados en 10 hiladas alternadas de canto y soga, listos para ser llevados al horno.

Desde el área de secado se transportan los ladrillos crudos hasta el horno, el cual sería cargado para proceder a la quema.

Para trasladar los ladrillos crudos hasta el horno, se puede utilizar carros con plataforma de madera y con capacidad para un millar y medio de ladrillos crudos. Estos carros pueden ser dos, de tal modo que mientras uno va recogiendo las rumas, el otro va cargando el horno. Sus dimensiones pueden optarse de 2.80 m de largo por 2 m de ancho, para cargar hasta 8 hiladas de ladrillos con una altura total aproximada de 0.80 m. Cada carro trasladaría 1.5 millares de ladrillos hasta cubrir la capacidad del horno.

En la Fig. 4.7 se muestra una curva de secado para ladrillos en la zona, obtenida en épocas sin lluvia y bajo un tendal techado, se puede observar que al cabo de once días la humedad descendió desde 25% a 2.8%. Los datos de esta curva se muestran en la Tabla 4.1.

#### 4.2.4. Cocción

Teniendo en cuenta las apreciaciones del acápite 4.1.5.1., la cocción correspondiente al proceso de producción elegido en el presente trabajo deberá realizarse disponiendo previamente los ladrillos crudos de la manera más simple y adecuada, de acuerdo a las indicaciones que para el caso están sugeridas por el ITINTEC. Así, el especialista cuidará que todas las hileras o filas de ladrillos se hallen al mismo nivel para evitar derrumbes, con la separación apropiada entre ladrillos para facilitar el tiro y la distribución del calor, lo que alcanzará en la práctica con buen criterio y después de varias quemadas. Las pautas establecidas por el ITINTEC para el acomodo de ladrillos ha sido publicada con el título de "Hornos, Industria Ladrillera de Hornos Abiertos Convencionales", en donde se indica la formación de puentes, dientes y niveles, conforme se muestra en la

Fig. 4.8. El especialista distribuirá también el carbón mineral, el cual previamente habrá sido clasificado utilizando una malla No. 12 de fierro galvanizado, aplicando 100 a 200 gramos de carbón por ladrillo adecuadamente cubierto. El carbón a usarse será el indicado en el acápite 2.2.3.

Una vez cargado el horno, deberá sellarse, tapando la puerta con adobes (ladrillos sin cocer), disponiéndolos en dos filas hasta la mitad de la altura y luego, de una fila en la mitad superior.

La parte superior, o techo, deberá sellarse con una capa de carbón de unos 10 cm de espesor y luego con una capa de barro con un espesor de unos 5 cm.

Para facilitar la quema se encenderá el horno, para lo cual se contará con un caldero. Este deberá calentarse previamente hasta alcanzar la presión inicial de trabajo que, para el caso de un horno de 30 millares por quema, ha sido investigada y determinada por ITINTEC con un valor de  $40 \text{ lb/in}^2$ . Una vez alcanzada dicha presión, se inyectará el petróleo por las tuberías hacia cada quemador y se

encenderá con un mechero, procurando encender los quemadores en forma alternada de una pared a otra del horno y en forma cruzada para procurar una distribución adecuada del calor inicial.

Con el vapor de agua proveniente del caldero, se precalienta el petróleo a  $45^{\circ}\text{C}$  para darle la fluidez suficiente para su transporte hasta los quemadores.

Utilizando los valores tabulados por ITINTEC para un horno de 30 millares por quema equivalente a 129 TM, debe suministrarse 1,125 gal. de petróleo, regulando el vapor consumido mediante la observación del carácter de la llama. La presión inicial de  $40 \text{ lb/in}^2$  del caldero deberá mantenerse las primeras 4 a 6 horas para evitar un incremento brusco de temperatura que ocasionará una violenta contracción de los ladrillos y podrían rajarse; por tal razón, la presión deberá aumentarse gradualmente hasta alcanzar los 80 a  $100 \text{ lb/in}^2$  al cabo de 8 a 10 horas en que la temperatura del horno alcanza los  $650^{\circ}\text{C}$  y se inicia la combustión del carbón, momento en que puede cortarse la inyección de petróleo, dejando que el carbón continúe la combustión hasta alcanzar la temperatura óptima de cocción entre los 940 y 1050 grados centígrados.

Concluida la quema luego de 24 a 30 horas desde su inicio, se le dejará enfriar conforme se indica en el acápite 4.1.5.1. referente a la metodología de la cocción.

Controlando el comportamiento de la quema por las mirillas adaptadas para el caso sobre la posición de cada quemador, los ladrillos producidos serán del tipo II, según la norma ITINTEC No. 331.017 para ladrillos de hornos abiertos convencionales.

#### 4.3. Cálculos básicos

##### 4.3.1. Balance de materia

a) Para una quema de 30 millares de ladrillos King-Kong, cuyo peso unitario es 4.3 Kg., se necesita  $4.3 \times 30,000 = 129,000$  Kgs. de arcilla; pero la arcilla viene desde el yacimiento con una humedad alrededor del 12%, porcentaje que sirve de referencia para el cálculo.

O sea, que 129 TM de arcilla del yacimiento son sólo el 88% y el 12% restante es de agua, cuyo peso es igual a:

$$129 \times \frac{12}{88} = 17.6 \text{ TM}$$

Luego,

$$129 \text{ TM} + 17.6 \text{ TM} = 146.6 \text{ TM arcilla reci-}$$

bida para una  
quema;

será necesario:

$$146.6 \text{ TM} \times 4 = 586.4 \text{ TM para 4 quemas al}$$

mes.

b) Antes del remojo se agrega alrededor del 1.5% de arena fina para reducir la contracción.

$$146.6 \text{ TM} + 1.5\% = 149 \text{ TM de arcilla}$$

arenada

lista para el  
remojo y

arena agregada: 2 TM por quema, 8 TM de arena al mes.

c) En el remojo se agrega agua para facilitar el moldeo hasta que su contenido alcance el 25%, o sea:

$$149 \times \frac{100}{75} = 199 \text{ TM de arcilla con arena humidificada.}$$

agua agregada:  $199 - 149 = 50 \text{ TM por quema}$

$$50 \times 4 = 200 \text{ TM de agua al mes.}$$

En resumen, por cada "quema" de 30 millares se necesita:

146.6 TM de arcilla de yacimiento  
2.0 TM de arena fina  
50.0 TM de agua

Ahora bien, considerando una merma del 5% por ladrillos mal quemados, quebrados o defectuosos, se tiene:

$$30 \text{ M} - 5\% = 28.5 \text{ M de producción neta por quema y}$$

$$28.5 \text{ M} \times 4 \text{ millares al mes.}$$

Requerimiento mensual:

146.6 x 4 = 586.4 TM arcilla  
2 x 4 = 8.0 TM arena fina  
50 x 4 = 200.0 TM agua

4.3.2. Balance de energía (combustible)

Tomando como base los consumos de carbón y petróleo determinados por los experimentos realizados por la División de Energía del ITINTEC en lo referente a la Sustitución del Petróleo por Carbón Mineral en la Industria Ladrillera de Hornos Abiertos Convencionales, el calor total que se requiere es de 462.44 Kcal por Kg. de ladrillo, con un carbón de 7500 Kcal y 4.3 Kg. de peso por ladrillo.

Además, según las tablas que publica dicha Institución para diferentes cargas al horno, corresponde una producción de 30 millares los correspondientes consumos siguientes:

2,500 Kgs. de carbón mineral  
(poder calorífico 7,500 Kcal  
/kg.  
10 TM 4 quemas al mes)

1,125 gal. de petróleo bunker - 6 (4,500 gal/mes)

Con estos datos se puede hallar el calor total como sigue:

a) calor aportado por el petróleo 1,125 gal x 3.6 kgs./gal x 10,100 kcal/kg., lo que da 40'905,000 kcal.

b) calor aportado por el carbón 2,500 kgs. x 7,500 kcal/kg. o sea, 18'750,000 kcal.

c) Calor total: 59'655,000 kcal, cantidad de calor que, al dividir entre 30 millares, nos da la energía calorífica invertida por cada unidad producida, o sea 1'988,500 kcal/M 1,998.5 kcal/lad.

#### 4.3.3. Estimado de tiempos del proceso

Las operaciones preliminares y la "quema" se efectuarán de manera simultánea; así, mientras se reciba la arcilla traída en camiones, se pro-

cederá a mezclarla con arena y remojarla conforme va llegando.

En forma específica, los camiones transportarán 146 TM de arcilla por "quema" en tres días aproximadamente, dependiendo del número de vehículos y de su capacidad. Tres camiones o volquetes de 10 TM pueden abastecer 180 TM de arcilla realizando dos viajes al día cada uno, para un tiempo total de tres días. Para cuatro quemas serán necesarios 10 días de operación al mes.

El tiempo para el arenado puede estimarse de 5 a 6 días para lotes de 146 TM de arcilla por quema, a razón de 24 TM por día, aproximadamente, utilizando la mano de obra de ocho hombres y considerando el traslado del material hasta la zona de humidificación, donde se quedará la pasta en remojo hasta el día siguiente.

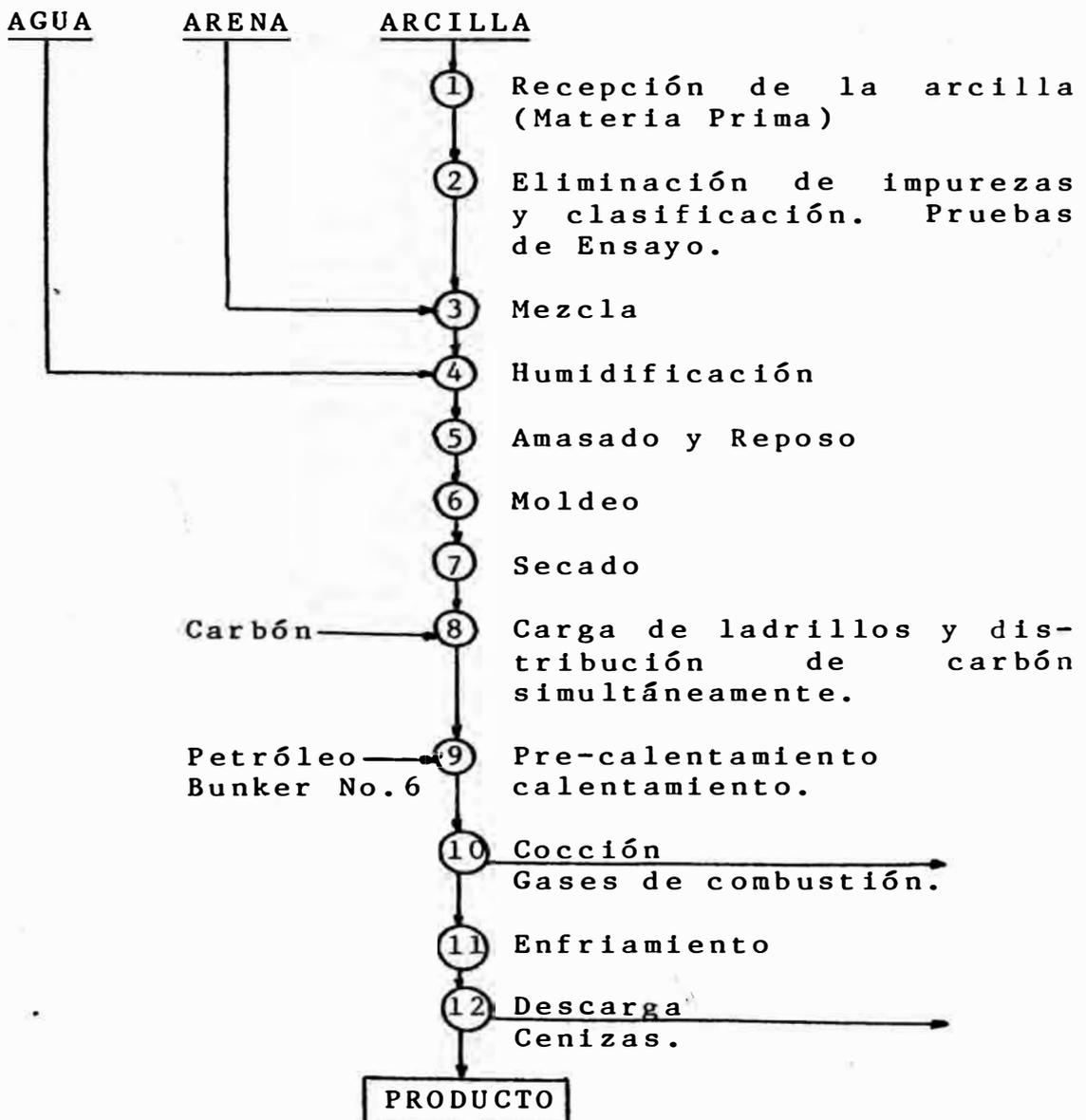
El tiempo del amasado puede estimarse similar al de arenado en 6 días, incluyendo el reposo, moldeo y el traslado hasta la zona de secado.

El tiempo de secado, conforme se comenta en el acápite 4.2.3., puede estimarse de 8 a 15 días.

Durante la cocción, los tiempos corresponden a dos días para la carga, un día para la quema, un día para el enfriamiento del horno y dos días para la descarga, dando un total de 7 días.

4.4 DIAGRAMA DE FLUJO

OPERACIONES DE FABRICACION ARTESANAL DE LADRILLOS DE ARCILLA



#### 4.5 Selección de equipos

Se presenta en primer lugar un resumen de las necesidades de equipo para realizar las diversas operaciones del proceso. En dicho resumen se han considerado las sugerencias que al efecto se hace en el estudio realizado por el grupo ESAN (estudio de pre-factibilidad para la instalación de una ladrillera, ingeniería del proyecto, anexo 4.4.2); teniendo en cuenta el equipo necesario para una planta de producción de 30 millares de ladrillo KingKong por "quema".

El resumen es el siguiente:

- Carretillas

Del área de recepción de arcilla al área de humidificación (2)

Del área de humidificación al moldeo (2)

Del moldeo al tendal de secado (2)

Total: 6 carretillas

- Carros o plataformas de madera para transportar ladrillos crudos del tendal de secado al horno y del horno al área de almacenamiento de producto terminado (2)

- Picos (3)

- Palas (12)

- Zarandas de malla metálica No. 30 con mango y soporte de madera para clasificar la arcilla y la arena (3)
- Zarandas para clasificación de carbón mineral de malla No. 12 de fierro galvanizado con bastidores de madera, según la Fig. No. 4.9 y de acuerdo a lo sugerido por ITINTEC.

Por otro lado, la unidad fundamental de proceso es el horno, que cuenta con unidades auxiliares para el suministro de agua, vapor y combustible. Dicho horno deberá tener las siguientes características de diseño:

- Capacidad = 30 millares de ladrillos por quema
- Largo = 7.0 mt.
- Ancho = 4.8 mt.
- Pared interna = 60 cm.
- Pared externa = 30 cm.

Los detalles adicionales quedan especificados en las vistas frontal y de planta de la Fig. 4.10, en donde también se observa las posiciones y la distribución de las termocúmulas para el control de temperaturas, en donde también se especifica que la estructura

del horno es de corriente ascendente y de producción intermitente, constituido por paredes o muros laterales que deberán tener pases de inyectores, distribuidos de a tres en cada lado del horno y cada uno con su mirilla de control en la parte superior.

Las termocúmulas son cinco y de diferentes longitudes y son de tres tipos: dos para controlar la acción de quemadores, dos para la cámara interna y uno para la salida de humos. Todas las termocúmulas son de Chromel Alumel tipo K de características y dimensiones conocidas.

Las unidades auxiliares se han considerado con las siguientes características generales (Ver Fig. 4.11):

Caldero, con presión de salida de 120 psi, para tratar 16,200 Kg. de agua por quema en una operación normal de 10 horas; es decir, con capacidad para 1,620 Kg/hr, conforme a lo recomendado por ITINTEC.

Tanque de agua, con capacidad para 20,000 lt. ( $20 \text{ m}^3$ ) con dimensiones de 5 m de largo x 4 m de ancho x 1 m de alto.

Tanque de combustible, con capacidad mínima de 4,500 gal de bunker 6, para un consumo de 112.5 gal por hora, cuyas dimensiones serían de 5 m de largo x 3.5 m de ancho x 1 m de alto. Este tanque deberá ser instalado por encima del nivel de los quemadores y los alimentará por gravedad. Deberá estar provisto de una tubería de llenado con un diámetro de 3", una tubería de ventilación o alivio con un diámetro de 2". Esta línea debe estar inclinada hacia el tanque de modo que si durante el llenado le entra combustible, éste regrese al tanque por gravedad; una tubería de alimentación con un diámetro de 2", esta línea de alimentación debe estar inclinada del tanque al quemador y se debe colocar una válvula de cierre a la salida del tanque y otra a la entrada de los quemadores; además deberá tener un sumidero de agua en la base. El tanque y sus respectivas líneas deben ser absolutamente herméticos para prevenir fugas de combustible y antes de instalarse debe someterse a una prueba hidrostática para determinar la hermeticidad. Además, este tanque contendrá un serpentín para conducción del vapor de calentamiento.

Para las operaciones de transporte del combustible se deberá contar con un calentador eléctrico de inmersión, el cual también servirá para calentar el petróleo bunker 6 en el arranque en frío.

Ambos tanques deberán ser contruidos con ladrillo King-Kong con revestimiento interno y externo de cemento, incluyendo techado en el cual deberá tenerse en cuenta una ventaja de acceso para efectos de limipieza.

Quemadores, se instalarán quemadores de atomización por vapor con mezcla interna donde el combustible atomizado y el vapor salen juntos en forma de cono.

La atomización se produce al fluir una corriente delgada de un líquido a gran velocidad a través de un gas; en este caso, a través de vapor de agua, ver detalle en la figura 4.12.

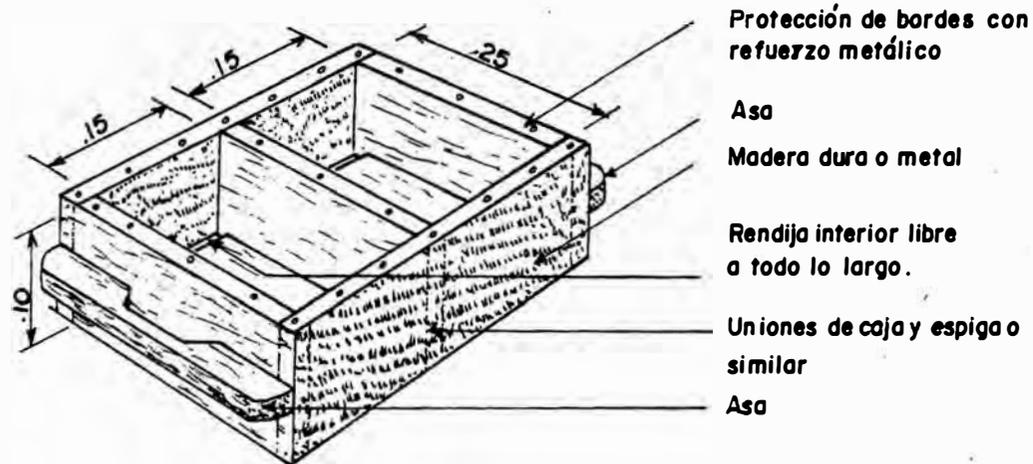
Bomba de agua, de 1 HP monofásica con diámetro de succión de 2" y diámetro de descarga de 1.5".

Material de laboratorio, que incluye: balanza analítica, horno, desecador, cocinilla, instrumental de vidrio, reactivos y otros accesorios.



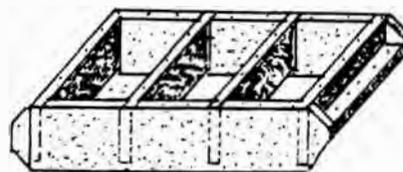
## Moldes para Ladrillo

Fig. 4.2

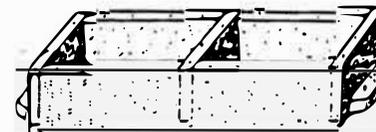


Molde perfectamente alineado y de medidas precisas (largo : .25 cm., ancho : .15 cm, alto :.10 cm. por ladrillo).

Otros tipos de gaveras recomendables.



Gavera de 3 ladrillos ( de cabeza )



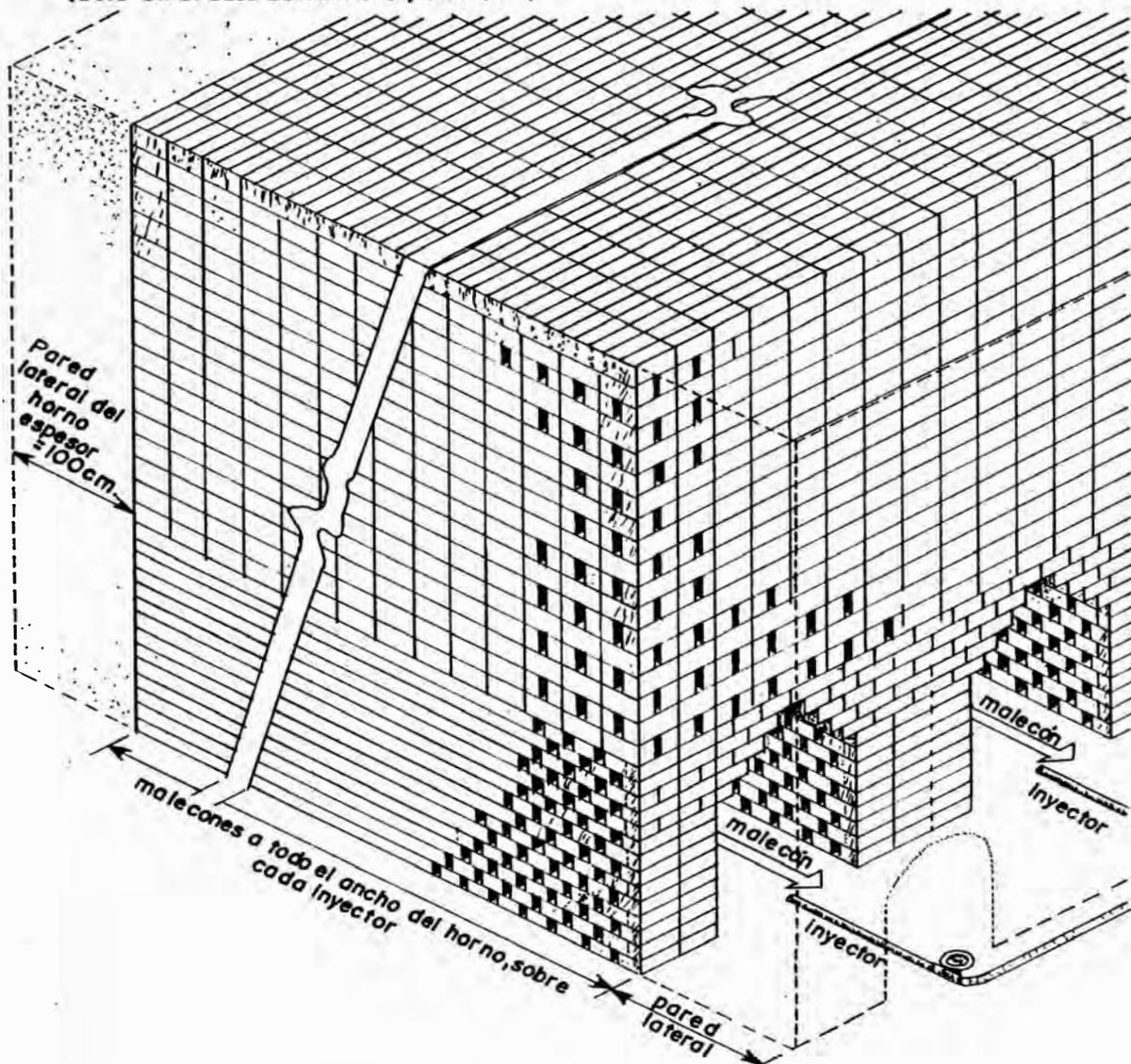
Gavera de 2 ladrillos ( de soga )

# Acomodo en el horno

Fig. 4.3

## Formación de malecones

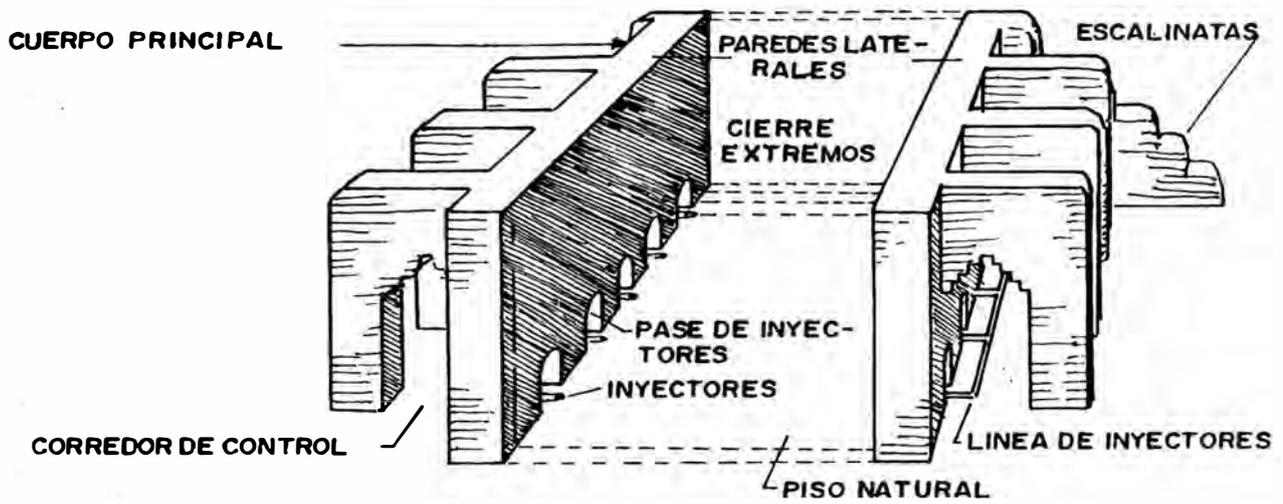
(Sólo en el caso del horno a petróleo\*)



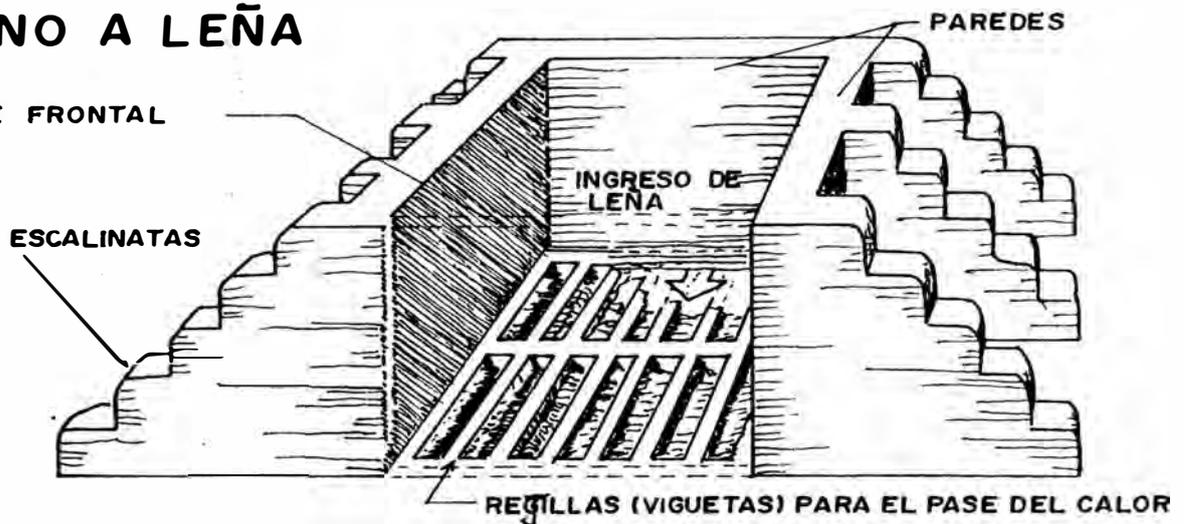
En el caso del horno a lena el acomodo contempla la separacion entre unidades sin formación de malecones.

Fig. 4.4

## HORNO A PETROLEO

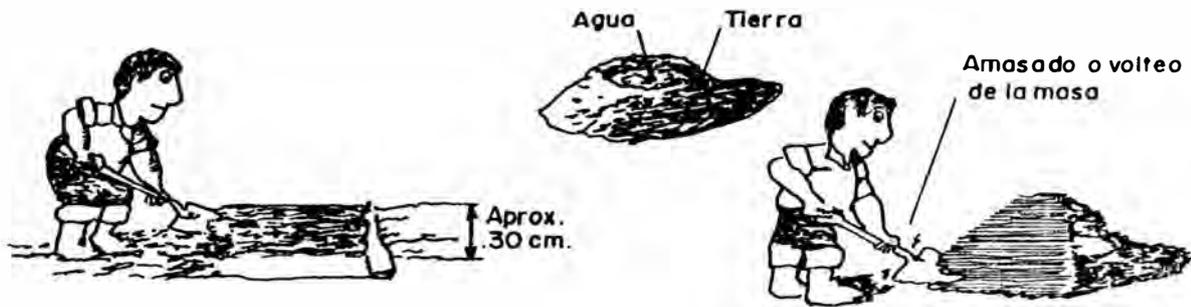


## HORNO A LEÑA



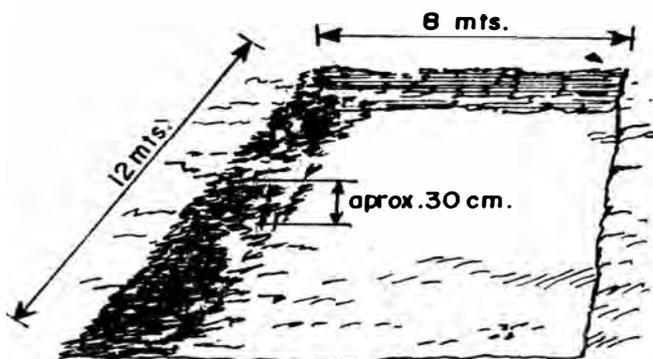
## Secuencia de Operaciones para el Tratamiento de la Arcilla

Fig. 4.5



- En algún punto del terreno, extraer un poco de masa de una capa aproximadamente .30 cm. bajo la superficie.

- Remojar de un día para otro, amasar y hacer la prueba recomendada en la página 101. De ser adecuada al terreno proceder como se indica



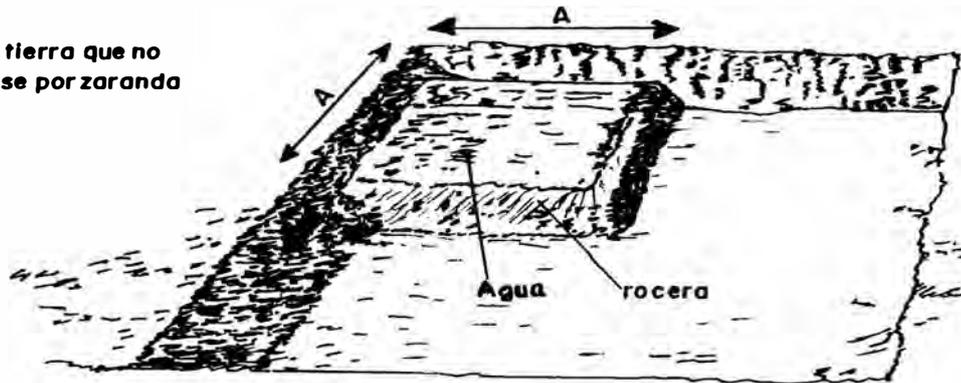
1. Desechar la capa superficial de aproximadamente 30 cm.
2. Eliminar a mano las impurezas que hubieren sobre la nueva superficie a  $\pm$  30 cm. de profundidad.
3. Utilizar la materia prima a partir de este nivel, y

4. De ser necesario (por existir raíces y otras impurezas), pasar la materia prima a través de una zaranda de malla antes de su utilización

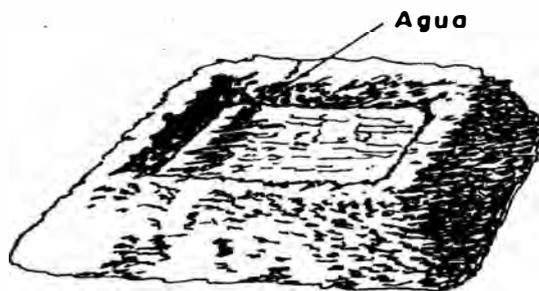
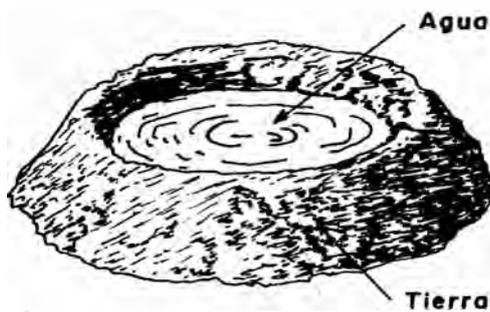


Fig. 4.5 (Continua)

- Remojar así la tierra que no necesita pasarse por zaranda



- Remojar de cualquiera de estas formas



- Las medidas "A" dependerán de la cantidad de ladrillos a producir.

Pero se puede considerar las siguientes :

Para 500 ladrillos	A = 1.75 m.
Para 600 "	A = 1.95 m.
Para 700 "	A = 2.10 m

- Mezclar bien la tierra con el agua (desmenuzando terrones, eliminando raíces, piedras e impurezas y voltear por lo menos Dos veces.



- Alternativa para el amasado : Uso de buey o yunta de bueyes .

Romas de Ladrillo  
para Secado

Fig. 4.6

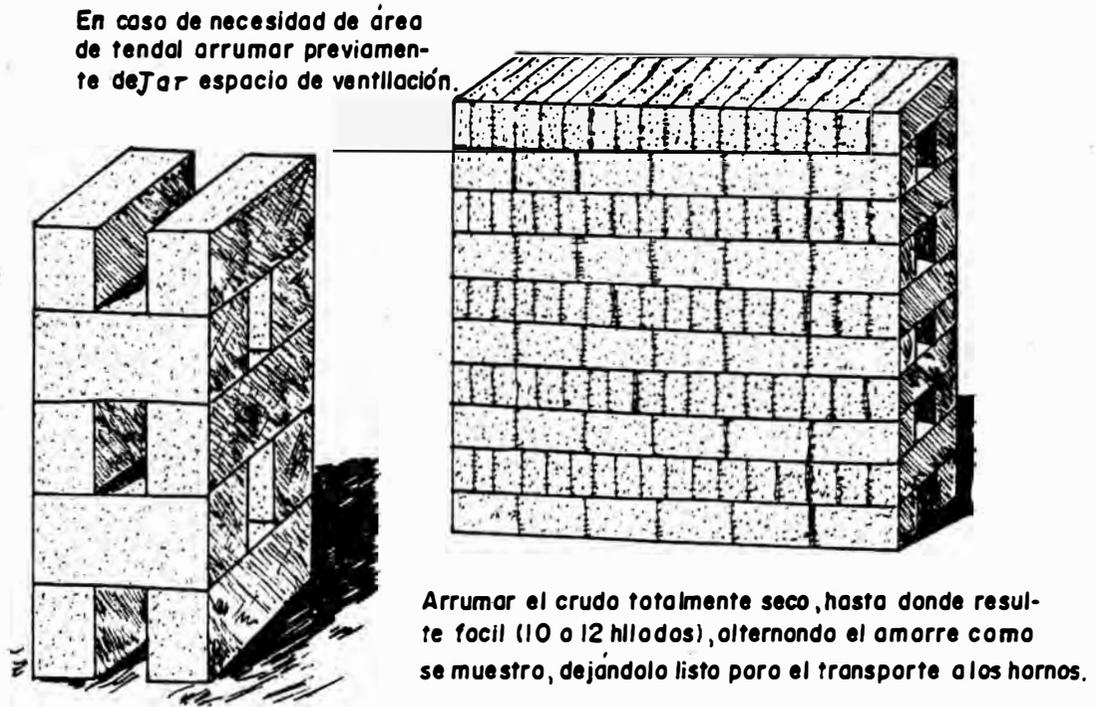
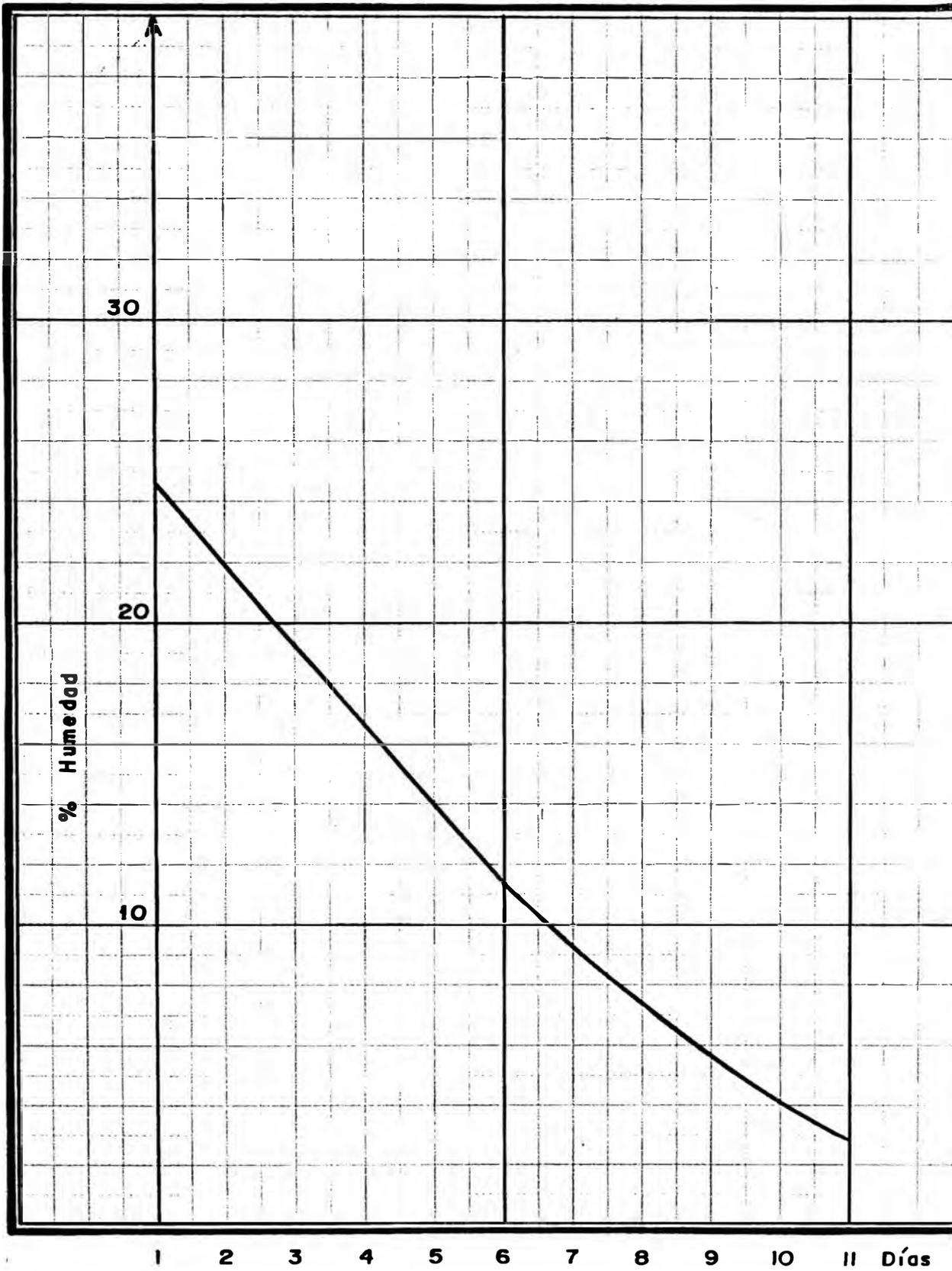


Fig. 4.7

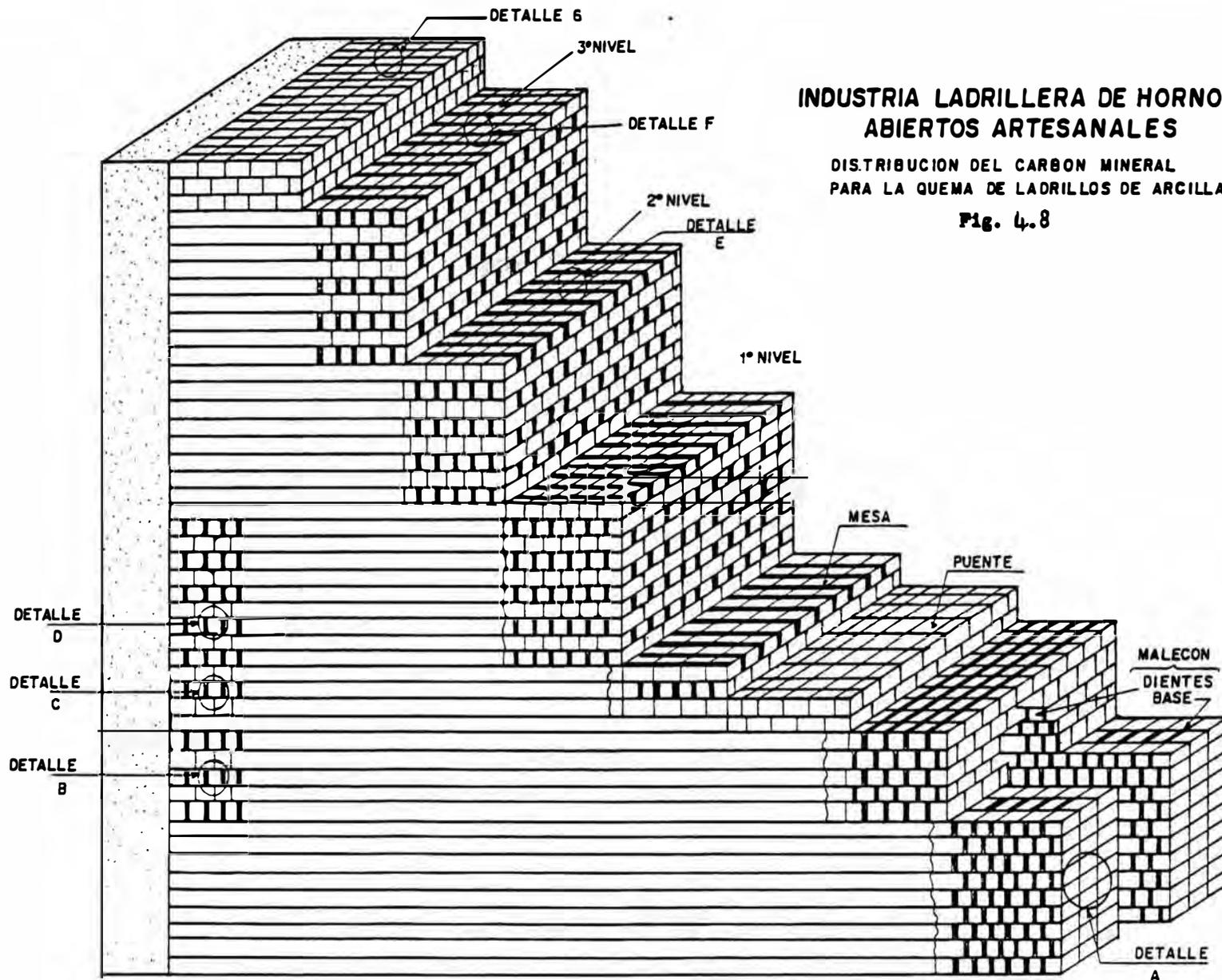


CONTENIDO DE HUMEDAD

TABLA 4.1

Ladrillera: Marcos Tinoco - Palmira Huaraz

FECHA	S. HUMEDO	S. SECO	PESO DEL TARRO	% HUMEDAD
12.06.89	111.30 158.60	87.50 124.70	25.26 24.72	25.00
13.06.89	81.40 84.40	66.20 69.60	21.71 21.02	21.40
14.06.89	91.60 105.40	75.90 87.30	15.58 19.80	19.70
15.06.89	83.80 84.10	72.60 71.80	16.79 17.54	17.20
16.06.89	80.45 84.80	71.10 75.10	13.54 14.32	13.90
17.06.89	67.60 71.35	61.80 64.75	10.64 11.52	11.10
18.06.89	94.95 96.00	88.10 88.90	8.50 8.70	8.60
19.06.89	82.40 78.45	77.10 73.90	8.10 6.80	7.50
20.06.89	103.13 107.85	97.65 103.10	6.70 5.40	6.10
21.06.89	94.18 124.70	91.10 121.40	4.20 3.10	3.70



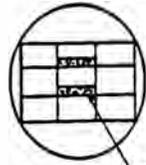
**INDUSTRIA LADRILLERA DE HORNOS  
ABIERTOS ARTESANALES**

DISTRIBUCION DEL CARBON MINERAL  
PARA LA QUEMA DE LADRILLOS DE ARCILLA

Fig. 4.8

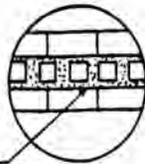
Fig. 4.8  
(Continua)

DETALLE - A



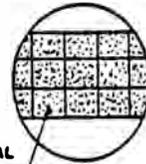
CARBON MINERAL  
TAMAÑO  $\leq 1/2''$

DETALLE - D

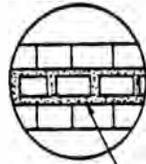


CARBON MINERAL  
TAMAÑO  $\leq 1/2''$

DETALLE - G

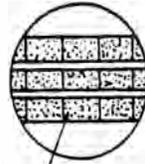


DETALLE - B



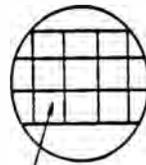
CARBON MINERAL  
TAMAÑO  $\leq 1/2''$

DETALLE - E

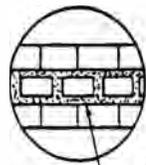


EXENTO DE  
CARBON

DETALLE - H

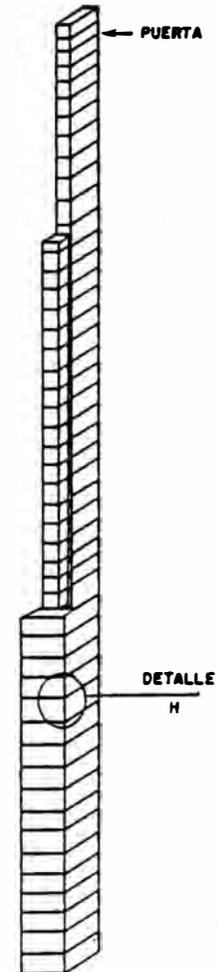
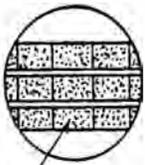


DETALLE - C



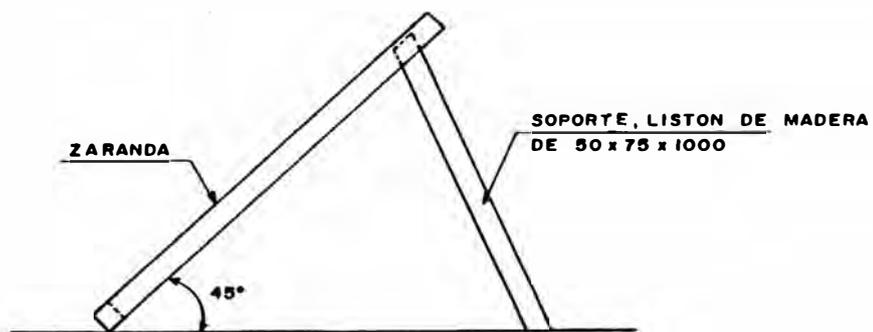
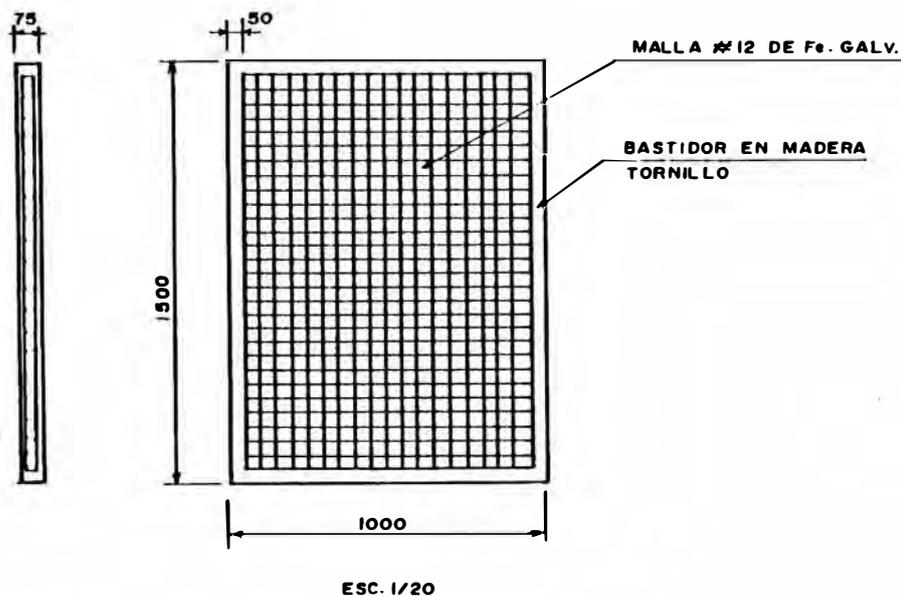
CARBON MINERAL  
TAMAÑO  $\leq 1/2''$

DETALLE - F

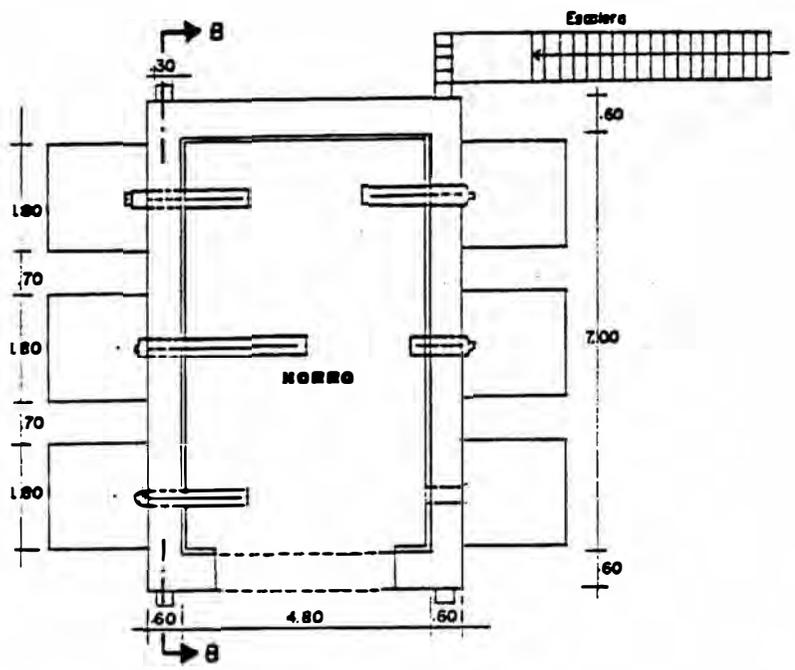


ZARANDA PARA LA CLASIFICACION DE CARBON MINERAL  
CISCO Y FINOS A UTILIZARSE EN LA QUEMA DE LADRILLOS

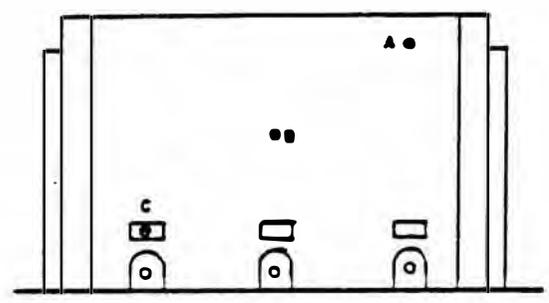
Fig. 4.9



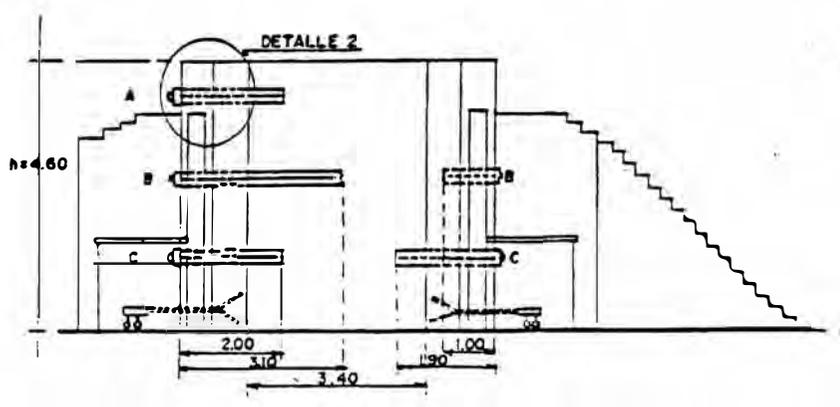
DISPOSICION DE LA ZARANDA



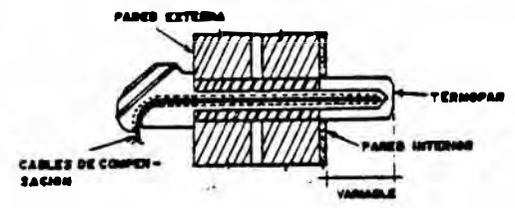
PLANTA



CORTE B-B



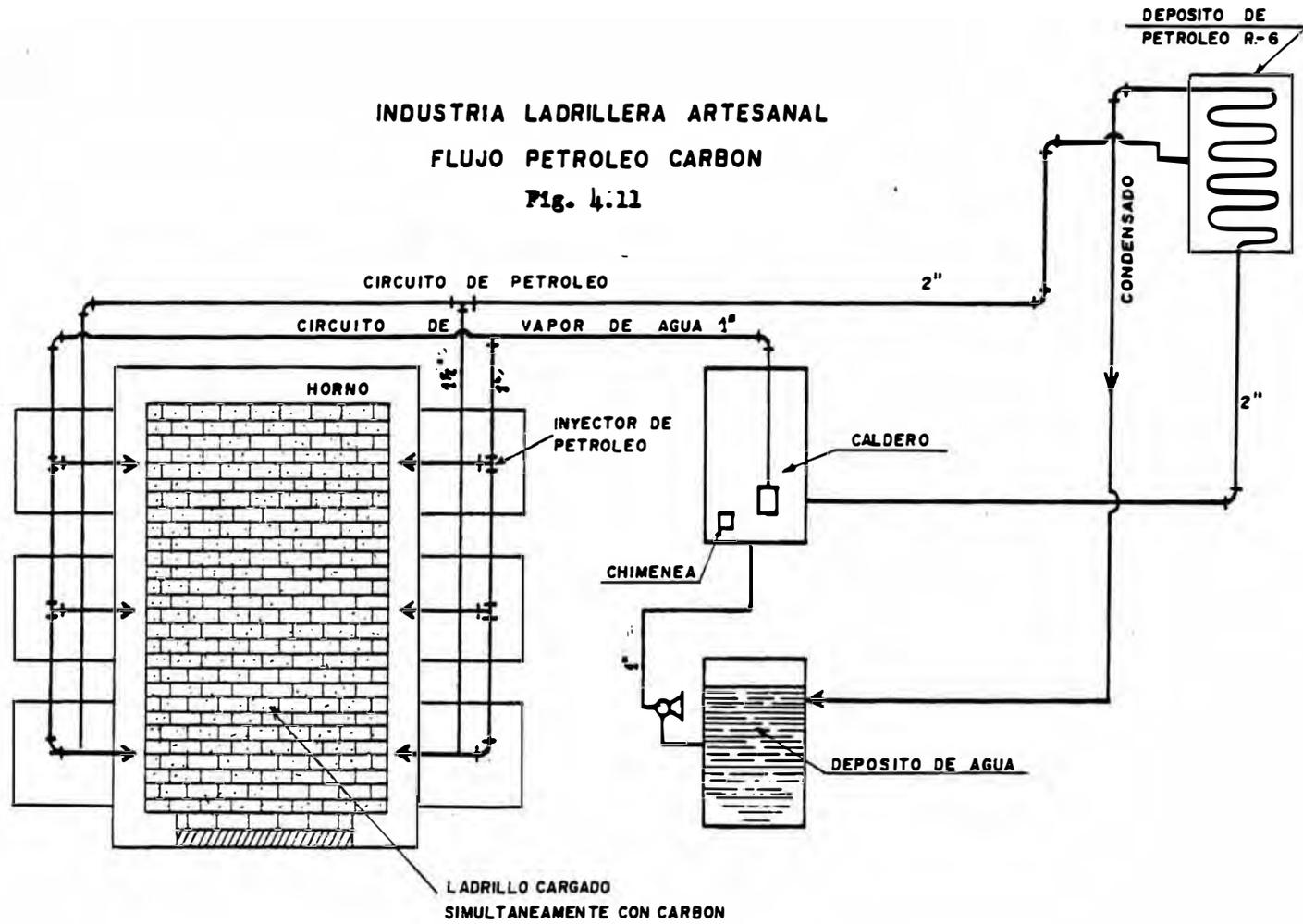
ELEVAC. FRONTAL



DETALLE 2

HORNO  
FIG. 4.10

**INDUSTRIA LADRILLERA ARTESANAL**  
**FLUJO PETROLEO CARBON**  
**Fig. 4.11**



# QUEMADOR

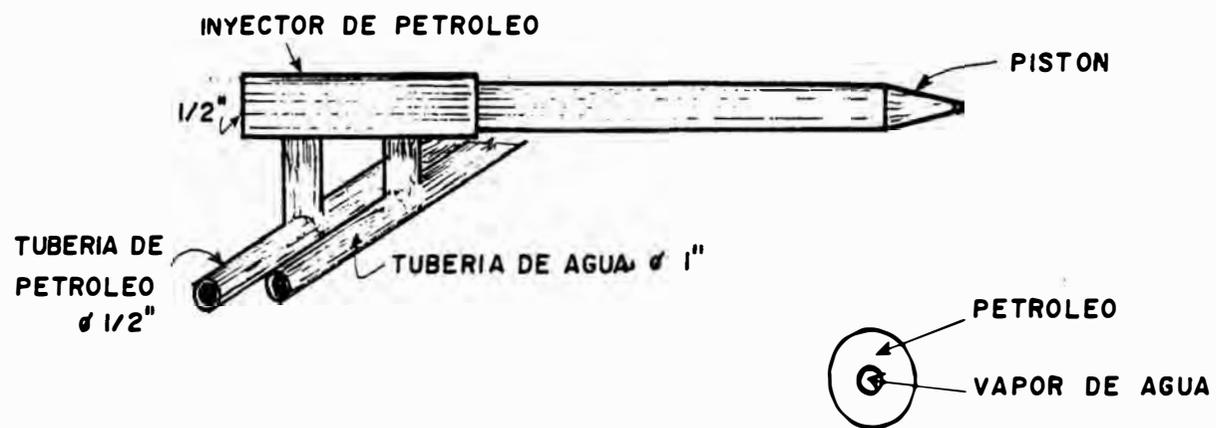


Fig. 4.12

## CAPITULO V

### 5.1. Estudio económico

#### 5.1.1 Estimado de la inversión

Para efectuar el estudio económico es necesario realizar primero un cálculo del capital de inversión, el mismo que se plantea a continuación, sobre la base de una planta de producción de 30 millones por quema.

##### 5.1.1.1 Capital fijo

- Terreno

(6,500 m<sup>2</sup> a  
I/.800 por m<sup>2</sup>)

I/.

5'200,000  
(US\$ 10,400)

- Edificación

(Oficinas, Laboratorio, Almacén, Vestuarios, Area de Mantenimiento, Servicios Higiénicos, Guardianía, Techado para el secado). Area total de construcción, 450 m<sup>2</sup>

20'000,000  
(US\$ 40,000)

(Mano de obra incluida en el precio)

- Construcción en planta

a) Horno

(según diseño, incluyendo material y mano de obra)

8'500,000  
(US\$ 17,000)

b) Tanque de combustible

(según diseño, para 4,500 gal. B-6, incluye material y mano de obra)

800,000  
(US\$ 1,600)

c) Tanque de agua  
para el caldero  
(según diseño,  
para 20,000  
lts.) 80,000  
(US\$ 160)

- Instalaciones

a) 6 quemadores,  
6 atomizadores,  
tuberías de  
conducción de  
vapor y agua,  
válvulas, 5  
termocúpulas,  
calentador  
eléctrico de  
inmersión 10'750,000  
(US\$ 21,500)

- Maquinaria y  
equipo

a) Bomba de agua 490,000  
(US\$ 980)  
b) Caldero 6'500,000  
(US\$ 13,000)  
c) Herramientas  
(según rela-  
ción) 1'500,000  
(US\$ 3,000)  
d) Equipo de  
laboratorio 2'500,000  
(US\$ 5,000)

- Equipos de  
oficinas 500,000  
(US\$ 1,000)

- Imprevistos 2'000,000  
(US\$ 4,000)

5.1.1.2 Capital de trabajo

- Materia prima

I/.

600 TM de arcilla  
por mes (costo por  
TM, I/.2,500) 1'500,000  
(US\$ 3,000)

- Combustible (B-6)

4,500 galones por  
mes (costo por  
galón, I/.144) 648,000  
(US\$ 1,296)

- Carbón

10 TM por mes  
(costo por TM,  
I/.18,000) 180,000  
(US\$ 360)

- Arena

8 TM por mes  
(costo por TM,  
I/.2,500) 20,000  
(US\$ 40)

- Mano de obra

4 operarios, c/u  
I/.34,000 mensual 136,000  
(US\$ 272)

12 ayudantes, c/u  
I/.24,000 mensual 288,000  
(US\$ 576)

1 supervisor,  
I/.42,000 mensual 42,000  
(US\$ 84)

- Personal  
administrativo

1 Gerente 70,000  
(US\$ 140)

1 Secretaria 28,000  
(US\$ 56)

- Servicios y gas-  
tos diversos

(Energía eléctrica,  
agua, etc.) 10,000  
(US\$ 20)

TOTAL: 61'742,000  
(US\$123,484)

Los costos y cotizaciones obtenidos son referenciales al 31 de diciembre de 1988 y el capital de trabajo se ha previsto para el primer mes de operación, asumiendo que las primeras ventas cubrirán los meses siguientes en forma sucesiva.

### 5.1.2 Estimado del costo de producción

Para estimar el costo de producción se han evaluado los gastos referenciales de una "quema" considerada como unidad de producción; es decir, para 28.5 millares de producción neta.

Cada "quema", incluyendo las labores previas y posteriores, se efectúa en seis días con un solo turno de ocho horas por día, a excepción del día de la quema misma en que se necesitan tres turnos de ocho horas, sólo para los operarios encargados de la cocción.

Así se tiene:

<u>Materia Prima</u>	Cantidad	Costo Unitario	Costo
		I/.	I/.
Arcilla	146.6 TM	2,500	366,500
			(US\$ 733.0)

- Mano de Obra

Ayudantes	12	5,600	67,200 (US\$ 134.4)
Operarios	4	8,000	32,000 (US\$ 64.0)
Supervisor	1	10,500	10,500 (US\$ 21.0)

- Gastos de Fabricación

Arena	2	2,500	5,000 (US\$ 10.0)
Carbón	2.5	18,000	45,000 (US\$ 90.0)
Agua	50	1	50 (US\$ 0.1)
Combustible	1,125 gal	144	162,000 (US\$ 324.0)

- Gastos Administrativos

Gerente	1	17,500	17,500 (US\$ 35.0)
Secretaria	1	7,000	7,000 (US\$ 14.0)
Servicios (agua, luz, etc.)			2,500 (US\$ 5)

Imprevistos	5,000
	(US\$ <u>10.0</u> )
	I/. 720,250
	(US\$1,440.5)

Este costo de producción por "quema" puede dividirse entre el número de ladrillos producidos para obtener el costo de un ladrillo:

$$\frac{720,250}{28,500} = I/.25.27 \quad (\text{US\$ } 0.05)$$

### 5.1.3 Balance económico

El precio oficial en la Provincia de Huaraz para el millar de ladrillos King-Kong es de I/.38,000 al 10 de diciembre de 1988.

Asumiendo una venta del 100%, lo cual es factible según se ha comentado anteriormente, entonces se tiene:

$$28.5 \text{ millares} \times I/.38,000 = 1'083,000$$

(US\$2,166)  
(Utilidad bruta)

Por otro lado, del acápite 5.1.2 se deducen los costos fijos y variables. Así:

Costo Variable

(Mano de obra y materia prima)	I/.476,200	43.97%
	(US\$ 952.4)	

Costo Fijo

(Gastos adm. y de fabricación)	244,050	22.53%
	(US\$ 488.1)	
Costo total	I/.720,250	66.5%
	(US\$1,440.5)	

De este modo, el costo fijo, el costo variable y el costo total de producción representan el 22.53%, 43.97% y 66.5% de la utilidad bruta, respectivamente.

5.1.3.1 Punto de equilibrio

Para cubrir o nivelar el Costo Total de Producción, el importe de la venta deberá alcanzar los I/.720,250 a razón de I/.38,000 por millar que es el PVP o precio de venta al público.

Así, las unidades de venta mínima necesaria son:

$$28.5 \text{ M} \times 66.5\% = 18.95 \text{ millares}$$

Multiplicando las unidades de venta mínima por el PVP se alcanza el valor buscado.

#### 5.1.3.2 Gráfica del punto de equilibrio

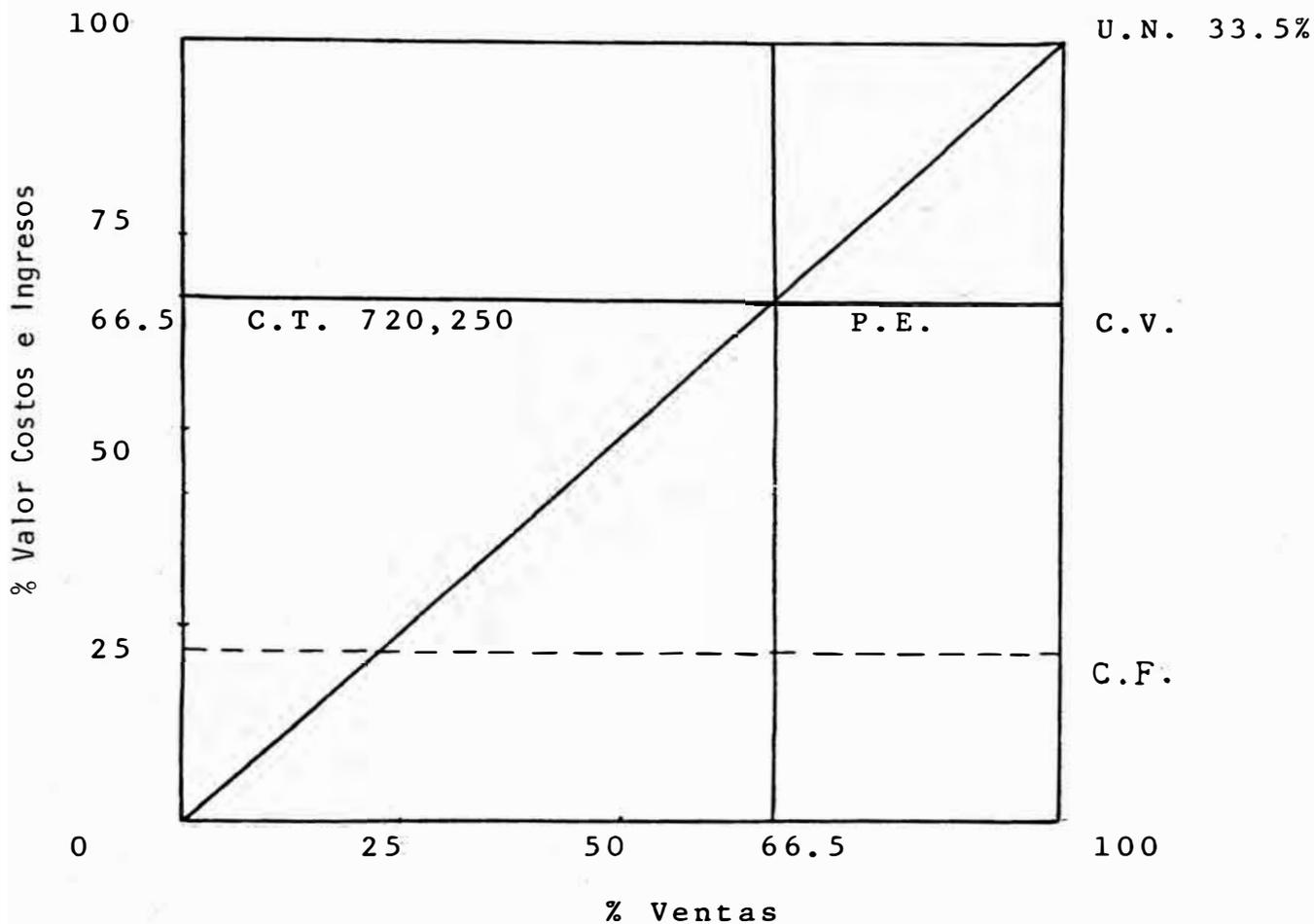
Para graficar el Punto de Equilibrio se ha utilizado el Método Kaye, que permite enfocar las cuestiones inherentes de manera práctica, rápida y por medio de operaciones simples, conforme se plantea en el libro "Técnica de Costos" de A. Kaye, Contador Público peruano.

#### - Porcentajes para la gráfica

Ventas totales		
Presupuestadas	1,083,000	100.00%
Costos		
Fijos (G. indirectos)	244,050	22.53%
Variables (G. directos)	<u>476,250</u>	43.97%
Costo total	<u>720,250</u>	
Utilidad neta presupuestada	362,750	33.5%

GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

Fig. 5.1



C.F. = Costo Fijo  
 C.V. = Costo Variable  
 C.T. = Costo Total  
 P.E. = Punto de Equilibrio  
 U.N. = Utilidad Neta  
 $C.F. + C.V. = C.T.$   
 P.E. (% Ventas = 66.5%) 66.5% de 1'083,000 =  
 I/.720,250  
 (US\$1,440.5)

### 5.1.3.3 Utilidad neta

Puede calcularse del siguiente modo:

$$28.5 \text{ M} \times \text{I}/.38,000 = \text{I}/.1'083,000$$

$$\text{I}/.1,083,000 - \text{I}/.720,250 = \text{I}/.362,750$$

(Utilidad neta)

Esta utilidad neta corresponde a una sola "quema". En consecuencia, la utilidad neta mensual correspondiente a 4 "quemadas" será:

$$\text{I}/.362,750 \times 4 = \text{I}/.1,451,000$$

(US\$ 2,902)

### 5.1.3.4 Tasa financiera de rendimiento

Es la tasa de descuento que iguala el valor actual de los egresos con el valor actual de los ingresos previstos. Así, "i" viene a ser la tasa de descuento que, aplicada a interés compuesto al flujo de futuros ingresos, los hace iguales al egreso inicial incurrido en el momento cero. Si asumimos una vida útil de 10 años, como el capital

invertido es de I/.61'742,000 (US\$123,484) y los ingresos anuales serán (US\$1'451,000 x 12 meses) I/.17'412,000 (US\$34,824).

$$US\$123,484 = US\$34,824 \sum_{t=1}^{t=10} \frac{1}{(1+i)^t}$$

de tablas (Administración Financiera, James C. Van Horne, pág. 869)

$$\underline{i = 25.23\%}$$

## CAPITULO VI

### RECOMENDACIONES

- 1 Dadas las posibilidades que ofrece la demanda, la misma que garantiza una producción sostenida y la recuperación del capital de inversión, así como la obtención de utilidades en tiempo relativamente corto, es recomendable buscar la fuente de financiación que permita la pronta instalación y funcionamiento de la fábrica de ladrillos en la Provincia de Huaraz, utilizando el carbón mineral como sustituto parcial del petróleo en el proceso de quemado, manteniendo el carácter artesanal y las características de diseño sugeridas por el ITINTEC.
  
- 2 Considerando que los costos de operación están referidos al 31 de diciembre de 1988 y que a la fecha se ha elevado considerablemente el flete y que continúa elevándose, entonces es probable que la demanda esté orientada con más fuerza

hacia la compra local, la misma que evitaría el elevado costo del flete. Por lo tanto, es momento propicio para iniciar los trabajos de instalación y producción.

3 Es imprescindible realizar las operaciones de producción conforme las especificaciones y métodos comentados en los párrafos anteriores, a fin de mantener un nivel de calidad de acuerdo a las exigencias de la demanda. Para ello, deberá adecuarse un Laboratorio de Control de Calidad, de modo que su implantación permita desarrollar mejores características del producto.

4 Como quiera que el estudio se ha efectuado sobre la base de un solo producto, en este caso el ladrillo tipo King-Kong convencional, es recomendable realizar la "quema" de otros tipos de ladrillo, buscando diversificar la producción, asegurando de ese modo una mayor demanda.

5 Todas las instalaciones han sido estimadas con los menores costos, buscando facilitar la implantación y el más pronto inicio de las labores de producción. Sin embargo, si las fuentes de financiamiento lo permiten, se puede buscar

mejorar las condiciones de resistencia y duración de la Planta instalada, en forma parcial o total. Así, por ejemplo, podría mejorar el tendal de secado construyendo columnas sobre las cuales pueda colocarse un techo de tejado permanente. Podría entonces considerarse también la edificación del segundo horno, cuya ubicación está señalada en el Plano de Planta.

#### CONCLUSIONES

- 1 Es factible instalar una Planta Ladrillera en la Provincia de Huaraz por las siguientes razones:
  - a) Hay diversidad de yacimientos arcillosos con suficientes volúmenes de materia prima de buena calidad que aseguran un abastecimiento normal.
  - b) Condiciones climáticas que permiten sostener una normal producción durante el año.
  - c) Yacimientos aledaños de carbón combustible antracítico y semiantracítico de buen poder calorífico y con características que permiten resistir la acción del tiempo, evitando su

desintegración o combustión en forma espontánea, por lo cual no se presenta dificultades para el almacenamiento.

d) Fácil acceso a las vías de transporte y disponibilidad de vehículos de la zona.

e) Mano de obra calificada y con experiencia que puede hallarse disponible en toda la Provincia.

f) Cercanía a uno de los centros poblados más importantes, como es la ciudad de Huaraz, hacia donde sería mayormente orientada la oferta del producto.

g) La zona cuenta con energía eléctrica.

h) Abundante agua de regadío muy barata.

2 Conforme al estudio de mercado realizado, la demanda puede ser totalmente atendida, tanto en cantidad como en condiciones de calidad, lo cual queda garantizado por la capacidad de producción de las instalaciones que se plantean, y por el método a aplicarse según se ha descrito ampliamente en el proceso de producción adoptado.

- 3 Si se tiene en cuenta que el costo de transporte desde Lima o la costa resulta ahora muy elevado y con posibilidades de elevarse aún más, entonces es fácil deducir la consistencia de la demanda que, además de buscar un buen ladrillo, se interesa también por tenerlo cerca y disponible cuando lo desee, ahorrándose tiempo y sobre todo el valor del flete, el cual puede llegar incluso a duplicar el precio del millar de ladrillo.
- 4 De acuerdo a los estudios realizados por el ITINTEC, el consumo térmico del horno aportado por el carbón mineral, como es el caso que se plantea, es menor hasta en un 50% en relación con el consumo térmico generado por petróleo.
- 5 Finalmente, el capital invertido, que conforme se ha visto alcanza los I/.61'742,000 (US\$123,484), puede recuperarse en un tiempo que se calcula dividiendo dicha suma entre la utilidad neta mensual correspondiente a 4 quemas, o sea I/.1'451,000 (US\$2,902). Esta división nos indica un tiempo de recuperación equivalente a 42.5 meses, ó 3.5 años.

## CAPITULO VII

### RESUMEN

El presente estudio de prefactibilidad comprende diez capítulos. En el Capítulo I se tienen la introducción y la exposición de motivos, correspondiendo los capítulos del II al V al estudio de mercado, ubicación y capacidad de planta, tecnología del proceso y estudio económico. El Capítulo VI es de recomendaciones y conclusiones. Los Capítulos VII y VIII comprenden el resumen y la bibliografía respectivamente y, por último, en el Capítulo IX se tiene el apéndice que contiene las normas 331.017, 331.018 y 331.019 de elementos de arcilla cocida.

El Capítulo II corresponde al estudio de mercado. Contiene el estudio de la materia prima, dándole atención a las características de las arcillas de la Provincia de Huaraz, para lo cual se tienen tablas mostrando las características y propiedades de los

yacimientos de arcilla más importantes de la zona. También presenta un estudio del carbón mineral mostrando además tablas con las características de los yacimientos cercanos a la Provincia de Huaraz.

Además, en este capítulo se tiene el estudio del producto que comprende su definición, clasificación, propiedades, así como una referencia a las normas de ITINTEC para este producto.

Por último, se tiene la especificación del área de mercado, el estudio de la demanda y la proyección de la demanda. El estudio de la demanda se realizó en base a las encuestas y para la proyección se utilizaron, además de los datos obtenidos en encuestas, la información obtenida del INE.

El Capítulo III comprende las especificaciones para la ubicación de la planta, su tamaño y capacidad acorde a la demanda evaluada anteriormente, así como la distribución de planta, la cual se complementa con un plano a escala de la planta.

El Capítulo IV corresponde a la tecnología del proceso, para lo cual se ha planteado primero las etapas que corresponden a la producción artesanal y luego

se expone el proceso de producción elegido que para la cocción contempla una sustitución parcial del petróleo por carbón mineral, consignándose un ahorro térmico hasta del 50% con relación al consumo térmico generado por petróleo.

El Capítulo V comprende el estudio económico donde, después de evaluar la inversión, el costo de producción, se determina el punto de equilibrio, la utilidad neta y la tasa financiera de rendimiento.

Finalmente, tenemos recomendaciones y conclusiones donde se manifiesta la conveniencia de la pronta instalación y funcionamiento de una fábrica de ladrillos en la Provincia de Huaraz, con la ventaja del aprovechamiento de los ricos yacimientos carboníferos, así como de los abundantes yacimientos de arcilla.

Y por último, la utilización de la abundante y barata agua proveniente de los innumerables ríos y lagunas de la zona.

## CAPITULO VIII

### BIBLIOGRAFIA

1. Alvarez, A. "Curso de Combustión de Combustibles Pesados". Departamento de Tecnología, División Ingeniería General PETROPERU. 1981. 120 pág.
2. COFIDE-ITINTEC. Hornos: "Sustitución Parcial del Petróleo por Carbón Mineral en la Industria Ladrillera de Hornos Abiertos Convencionales". 1986. 200 pág.
3. ESAN. "Estudio de Pre-Factibilidad Para la Instalación de una Ladrillera", Tomo I pág. 152; Tomo II pág. 200. 1973.
4. Gorchakov, G.I. "Materiales de Construcción". Editorial MIR. Moscú. 1984. 400 pág.

5. INE. "Proyección de Población por Años Calendarios Según Departamentos Provincias y Distritos". Boletín especial No. 9. Lima. 1985. 84 pág.
6. MICTI, Sector Turismo, Dirección Departamental de Ancash. Boletín estadístico de turismo 1975-1986. Huaraz. 1985. 75 pág.
7. ITINTEC. "Cómo Construir Buenos Ladrillos". Código 12306015. 1985. 40 pág.
8. Kaye, A. "Técnica de los Costos". Editores Asociados. Lima, Perú. 1987. 331 pág.
9. Spingler, K. "Métodos de Cálculo y Cifras Experimentales de la Industria Cerámica". Ed. Reverté S.A. Barcelona. 1960. 104 pág.
10. Van Horne. "Administración Financiera". Ediciones Contabilidad Moderna. Buenos Aires. 1973. 939 pág.
11. Vizcarra, A. "Tecnología Para la Combustión del Carbón Antrácito del Perú". Congreso de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. 1982. ELECTROPERU 15 pág.

12. Vizurraga, J. "Sustitución Parcial del Petróleo por Carbón Mineral en la Industria Ladrillera de Hornos Abiertos Convencionales". Primer Symposium Nacional del Carbón. 1985. 10 pág.

CAPITULO IX  
APENDICE

## PROLOGO

La presente Norma Técnica Nacional es el resultado de una investigación realizada en 14 departamentos del Perú, en ladrilleras representativas de procesos artesanales y mecanizados en su fabricación.

El objeto del estudio fue el de elaborar la Norma Técnica Nacional como respuesta a la realidad tecnológica de dicha industria, a fin de que su aplicación se realice a nivel nacional

El estudio comprendió dos etapas : la primera, de investigación, mediante la cual se elaboró el diagnóstico de la industria ladrillera y el esquema de Norma; la segunda, de aplicación práctica de dicho esquema a nivel nacional .

El estudio lo llevó a cabo el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnica - IIINTEC, estando este dentro de los lineamientos del Convenio de Investigación Tecnológica entre el IIINTEC y el Ministerio de Vivienda y Construcción

\* \* \* \* \*

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS (ITINTEC) LIMA - PERU

PERU NORMA TÉCNICA NACIONAL	<b>ELEMENTOS DE ARCILLA COCIDA.</b> Ladrillos de arcilla usados en albañilería . Requisitos .	ITINTEC 331.017 Octubre, 1978
<b>1. NORMAS A CONSULTAR</b>		
ITINTEC 331.018  ITINTEC 331.019  ITINTEC 821.003	Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla <u>usa</u> dos en albañilería. Métodos de ensayo .  Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla <u>usa</u> dos en albañilería. Muestreo y recepción .  Sistema Internacional de Unidades y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y algunas otras unidades.	
<b>2. OBJETO</b>		
2.1 La presente Norma establece las definiciones, clasificación, condiciones generales y requisitos que debe cumplir el ladrillo de arcilla, usado en albañi llería.		
<b>3. DEFINICIONES</b>		
<b>3.1 Materia prima</b>		
3.1.1 <u>Arcilla</u> .- Es el agregado mineral terroso o pétreo que contiene esen cialmente silicatos de aluminio hidratados. La arcilla es plástica cuando <u>es</u> tá suficientemente pulverizada y saturada, es rígida cuando está seca y es vi driosa cuando se quema a temperatura del orden de 1 000°C .		
3.1.2 <u>Esquisto arcilloso</u> .- Es la arcilla estratificada en capas finas, <u>se</u> dimentadas y consolidadas, con un clivaje muy marcado paralelo a la <u>estratifica</u> <u>cación</u> .		
3.1.3 <u>Arcilla superficial</u> .- Es la arcilla estratificada no consolidada que se presenta en la <u>superficie</u> .		
<b>3.2 Manufactura</b>		
3.2.1 <u>Artisanal</u> .- Es el ladrillo fabricado con procedimientos predomina ntemente <u>manuales</u> . El amasado o moldeado es hecho a mano o con maquinaria elemen tal que en ciertos casos <u>extruye</u> , a baja presión, la pasta de arcilla. El pro cedimiento de moldaje exige que se use arena o agua para evitar que la arcilla se adhiera a los moldes dando un acabado característico al ladrillo. El ladri llo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad.		
3.2.2 <u>Industrial</u> .- Es el ladrillo fabricado con maquinaria que <u>amas</u> , <u>moldea</u> y <u>presna</u> o <u>extruye</u> la pasta de arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad .		
<b>3.3 Designación</b>		
Es la manera elegida para denominar al ladrillo de acuerdo a sus caracterfsticas		
RESOLUCION DIRECTORAL N° 149-78-ITINTEC-DG/DN, 78/10/25		10 Páginas
C.D.U. 691.421		TODA REPRODUCCION INDICAR EL ORIGEN

3.3.1 El ladrillo se designará por su tipo (Ver 4 ), por su sección (macizo, perforado o tubular, Ver 3.4) y por sus dimensiones (Ver 3.5), largo (cm) x ancho (cm) y alto (cm) .

Ejemplo .- Un ladrillo sin huecos que cumple con los requisitos para Tipo III - macizo - 24 x 14 x 10" ; y si se usase de canto "Tipo III macizo - 24 x 10 x 14" .

3.4 Ladrillo .- Es la unidad de albañilería fabricada de arcilla moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular y quemada o cocida en un horno.

3.4.1 Ladrillo macizo .- Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente al 75 % o más de área bruta de la misma sección .

3.4.2 Ladrillo perforado .- Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente a menos de 75 % del área bruta de la misma sección .

3.4.3 Ladrillo tubular .- Es el ladrillo con huecos paralelos a la superficie de asiento .

### 3.5 Dimensiones y áreas

3.5.1 Dimensiones especificadas .- Son las dimensiones a las cuales debe conformarse el ladrillo de acuerdo a su designación .

3.5.2 Dimensiones . - Dimensiones reales que tiene el ladrillo.

3.5.3 Largo .- Es la mayor dimensión de la superficie de asiento del ladrillo.

3.5.4 Ancho .- Es la menor dimensión de la superficie de asiento del ladrillo.

3.5.5 Alto .- Es la dimensión perpendicular a la superficie de asiento del ladrillo .

3.5.6 Area bruta .- Es el área total de la superficie de asiento , obtenida de multiplicar su largo por su ancho .

3.5.7 Area neta .- Es el área bruta menos el área de los vacíos .

## 4. CLASIFICACION

4.1 El ladrillo se clasificará en cinco tipos de acuerdo a sus propiedades (Ver Tabla 1 y Tabla 2) .

4.1.1 Tipo I .- Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas .

4.1.2 Tipo II .- Resistencia y durabilidad bajas . Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas .

4.1.3 Tipo III .- Resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso general .

4.1.4 Tipo IV .- Resistencia y durabilidad altas . Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas .

4.1.5 Tipo V .- Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas .

### 5. CONDICIONES GENERALES

El ladrillo Tipo III, Tipo IV y Tipo V deberá satisfacer las siguientes condiciones generales. Para el ladrillo Tipo I y Tipo II estas condiciones se considerarán como recomendaciones .

5.1 El ladrillo no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

5.2 El ladrillo estará bien cocido, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeado con un martillo u objeto similar producirá un sonido metálico .

5.3 El ladrillo no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad y/o resistencia.

5.4 El ladrillo no tendrá excesiva porosidad , ni tendrá manchas o vetas blancas de origen salitroso o de otro tipo .

### 6. REQUISITOS

6.1 Variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad  
El ladrillo ensayado mediante los procedimientos descritos en la Norma ITINTEC 331.018 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo, deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la Tabla 1 .

TABLA 1 .- REQUISITOS OBLIGATORIOS: Variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad.

TIPO	VARIACION DE LA DIMENSION (1) (máxima en porcentaje)			ALABEO (2) (máximo en mm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (3) (mínima daN/cm <sup>2</sup> )	DENSIDAD ( mínimo en g/cm <sup>3</sup> )
	Hasta 10 cm	Hasta 15 cm	Más de 15 cm			
<b>NORMA TÉCNICA NACIONAL ITINTEC 331.018</b>						
I alternativa	± 8	± 6	± 4	10	Sin límite	1,50
mente					60	Sin límite
II alternativa	± 7	± 6	± 4	8	Sin límite	1,60
mente					70	1,55
III	± 6	± 4	± 3	6	95	1,60
IV	± 4	± 3	± 2	4	130	1,65
V	± 3	± 2	± 1	2	180	1,70

NOTA 1 .- La variación de la dimensión se aplica para todas y cada una de las dimensiones del ladrillo y está referida a las dimensiones especificadas .

NOTA 2 .- El alabeo se aplica para concavidad o convexidad .

NOTA 3 .- Respecto al área bruta en unidades macizas y respecto al área neta, en unidades perforadas .

6.2 Absorción y coeficiente de saturación .- El ladrillo ensayado mediante el procedimiento descrito en la Norma ITINTEC 331.018 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo, deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la Tabla 2 .

TABLA 2 .- REQUISITOS COMPLEMENTARIOS : Absorción y coeficiente de saturación

TIPO	ABSORCION (Máxima en porcentaje) ( 1 )	COEFICIENTE DE SATURACION (máximo) ( 2 )
	NORMA TECNICA NACIONAL ITINTEC 331.018	
I	Sin límite	Sin límite
II	Sin límite	Sin límite
III	25	0,90
IV	22	0,88
V	22	0,88

NOTA 1 .- El ensayo de absorción máximo sólo es exigible cuando el ladrillo estará en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.

NOTA 2 .- El ensayo de coeficiente de saturación sólo es exigible para condición de intemperismo severo .

6.3 Durabilidad .- La Tabla 3 indica el tipo de ladrillo a emplearse según la condición de uso y la condición de intemperismo a que se encontrara sometida la construcción de albañilería .

TIPO 3 .- Tipo de ladrillo en función de condiciones de uso e intemperismo.

CONDICION DE USO	CONDICION DE INTEMPERISMO		
	BAJO	MODERADO	SEVERO
Para superficies que no están en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.	Cualquier tipo	Tipos II, III, IV y V.	Tipos IV y V
Para superficies en contacto directo con lluvia intensa , terreno o agua.	Tipo III, IV y V	Tipos IV y V	Ningún tipo

NOTA 1 .- La condición de intemperismo está asociada al índice de degradación . Este tiene un valor de 99 para las regiones de degradación baja, de 100 a 499 para las regiones de degradación moderada y de 500 o más para las regiones de degradación severa.

NOTA 2 .- La definición de índice de degradación se incluye en el Apéndice A .

## 7. ANTECEDENTES

- 7.1 Proyecto de Investigación 3116 "Investigación del ladrillo de arcilla fabricado en el Perú, para la elaboración de la Norma Técnica Nacional" .
- 7.2 Nch 169-Of 73 Ladrillos cerámicos . Clasificación y requisitos (Chile)
- 7.3 AS A 21 y AS A 140-1964 Burnt clay and shale building brick (Australia)
- 7.4 DGN C 6-1958 Ladrillo (tabique) macizo de barro (México) .
- 7.5 DGN C 13-1945 Ladrillo hueco de barro (México)
- 7.6 MS 7.6 - 1972 Specification for brick and blocks of fired brick earth clay or shale Part 2. Metric units (Malaysian) .
- 7.7 SABS 227-1970 Standardspecification por Burnt clay masonry unit (Sub Africa) .
- 7.8 IS : 1077 - 1976 Specification for Common burnt clay building bricks (India) .
- 7.9 NF P 13-301 Marzo 1972 Céramique. Briques creuses de terre cuite (Francia).
- 7.10 ABNT EB-19R 1943 Tijolos maciços de barro cozido para alvenaria . Especificacao recomendada. (Brasil)
- 7.11 ABNT EB-20R 1943 Tijolos furados de barro cozido para alvenaria. Especificacao recomendada . (Brasil) .
- 7.12 IRAM 1251B - 1955 Ladrillos cerámicos comunes (Argentina)
- 7.13 IRAM 12532 - 1960 Ladrillos cerámicos huecos para función resistente (Argentina) .
- 7.14 ASTM C 62-75a Standard specification for BUILDING BRICK (SOLID MASONRY UNITS MADE FROM CLAY OR SHALE) .(USA) .
- 7.15 ASTM C 652-75 Standard specification for HOLLOW BRICK (HOLLOW MASONRY UNITS MADE FROM CLAY OR SHALE) (USA) .

\* \* \* \* \*

**APENDICE "A" "PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA EN RELACION A SU UTILIZACION EN ALBAÑILERIA .**

Para la elaboración de la NORMA TECNICA NACIONAL PARA EL LADRILLO DE ARCILLA EN ALBAÑILERIA se ha tenido en cuenta, principalmente, aquellos requisitos del ladrillo que afectan el comportamiento, la calidad y las propiedades de las construcciones de albañilería. En este contexto es imprescindible tener en cuenta que si bien existe relación entre las propiedades del ladrillo y las de la albañilería, estas propiedades en ningún modo son idénticas, ya que se trata, en realidad, de dos materiales distintos.

Consecuentemente, se ha considerado necesario incluir en este Apéndice "A" una explicación sucinta acerca de la relación entre las propiedades de ambos materiales, en particular se analiza aquellas propiedades materia de la Norma, pero también se evalúan aquellas otras que, aunque no están normadas, pueden influir en la calidad de la albañilería y que por lo tanto, deberán formar parte de las especificaciones de construcción.

Los criterios que permitieron definir los requisitos y ensayos que debían incluirse en la Norma y aquellos que podían quedar sólo como recomendación, se establecieron en base a los resultados de la investigación y ensayo de ladrillos típicos producidos en 31 ladrilleras representativas ubicadas en 14 departamentos del Perú.

Adicionalmente, se consideró necesario incluir en la Norma sólo aquellas propiedades y ensayos, cuya medición es compatible con los recursos técnicos o facilidades de laboratorios con que se cuenta en las diferentes localidades del país. Esta decisión se refleja en los requisitos de clasificación para cada tipo.

**A.1 GEOMETRIA ; VARIACION DE DIMENSIONES O ALABEO**

En términos generales ningún ladrillo conforma perfectamente con sus dimensiones especificadas. Existen diferencias de largo, de ancho y alto así como deformaciones de la superficie asimilables a concavidades o convexidades. El efecto de estas imperfecciones geométricas en la construcción de albañilería se manifiesta en la necesidad de hacer juntas de mortero mayores que las convenientes. A mayores imperfecciones mayores espesores de juntas.

El mortero cumple en la albañilería dos funciones, la primera es separar los ladrillos de modo tal de absorber las irregularidades de estos y, la segunda, es pegar los ladrillos de modo tal que la albañilería no sea un conjunto de piezas sueltas, sino un todo. Para la albañilería de buena calidad se estima que un espesor de juntas de 10 mm a 12 mm es adecuado y suficiente. Cuando las imperfecciones del ladrillo exceden los valores indicados para el Tipo IV el espesor de la junta tiene que ser necesariamente mayor de 12 mm. Se considera que la resistencia de la albañilería disminuye aproximadamente en 15 % por cada incremento de 3 mm en el espesor de la junta de mortero.

En resumen, las imperfecciones geométricas del ladrillo inciden en la resistencia de la albañilería. A más y mayores imperfecciones menor resistencia de la albañilería.

Adicionalmente, resulta obvio que el aspecto de la albañilería se deteriora con imperfecciones crecientes en el ladrillo.

## A.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION

La resistencia a la compresión de la albañilería ( $f'_m$ ) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro. Los principales componentes de la resistencia a la compresión de la albañilería son: la resistencia a la compresión del ladrillo ( $f'_b$ ), la perfección geométrica del ladrillo, la calidad de mortero empleado para el asentado de ladrillo y la calidad de mano de obra empleada.

De todos los componentes anteriormente citados, los pertinentes a una norma de ladrillo son la resistencia a la compresión y la geometría del ladrillo. En el acápite I de este Apéndice "A" se ha explicado la influencia de la perfección geométrica del ladrillo, queda por precisar la relación de la resistencia a la compresión del ladrillo con la de la albañilería.

Se estima que la resistencia a la compresión de la albañilería, representada por la prueba a rotura de un prisma normalizado, es del 25 % al 50 % de la resistencia a la compresión del ladrillo. Los valores más bajos (25 %) corresponden a condiciones de construcción y calidad de mortero bajas y los más altos (50 %) representan el límite superior de la albañilería obtenible con un determinado ladrillo en condiciones óptimas. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que la forma de falla a compresión es diferente en la prueba del prisma de albañilería que en la prueba del ladrillo. En el primer caso la falla ocurre por una combinación de compresión axial y tracción lateral (causada por el escurrimiento del mortero de las juntas), mientras que en la prueba del ladrillo la falla ocurre por aplastamiento o corte.

Finalmente, para mantener la coherencia de la clasificación la Norma relaciona, para Tipo de ladrillo, la resistencia a la compresión con la perfección geométrica y con las otras propiedades exigibles. De este modo se asegura la normalización de un ladrillo que puede ser empleado en diseños más exigentes y en construcciones con un mejor control, en otras palabras con más eficiencia y economía.

## A.3 DENSIDAD

A partir de los ensayos realizados se ha establecido que existe una relación estrecha entre la densidad del ladrillo y sus otras propiedades. A mayor densidad mejores propiedades de resistencia y de perfección geométrica.

Consecuentemente, se ha decidido emplear en la Norma el valor de la densidad como un criterio que permite de una manera simple, mediante ensayos fáciles de efectuar prácticamente en cualquier lugar, evaluar la calidad de ladrillo con que se cuenta.

## A.4 MODULO DE RUPTURA

Se ha dicho que la propiedad característica de la albañilería es su resistencia a la compresión. Cuando un prisma de albañilería es sometido a una carga de compresión la primera falla ocurre al rajarse verticalmente los ladrillos, como consecuencia de la tracción lateral ocasionada por la tendencia del mortero a fluir lateralmente y escapar de entre los mismos. Consecuentemente, al aumentar la resistencia a la tracción del ladrillo se aumenta también la resistencia a la compresión de la albañilería.

El módulo de ruptura es una medida aproximada de la resistencia a la tracción del ladrillo.

Esta propiedad no ha sido considerada como requisito para la clasificación del ladrillo en virtud de haberse establecido que su valor está relacionado con la resistencia a la compresión y en razón de que la información cuantitativa que ella proporciona acerca de la albañilería no puede establecerse .

Sin embargo , se recomienda la medición del módulo de ruptura cuando se trata de ladrillos tipo IV y tipo V ya que permitirá una mejor selección del ladrillo que se propone emplear.

A manera de referencia se indica a continuación el valor mínimo aproximado obtenible para cada Tipo de ladrillo :

<u>TIPO</u>	<u>MODULO DE RUPTURA (daN/cm<sup>2</sup>)</u>
I	6
II	7
III	8
IV	9
V	10

#### A.5 ABSORCION MAXIMA

La absorción máxima del ladrillo es considerada como una medida de su impermeabilidad. Los valores indicados como máximos en la Norma se aplican a condiciones de uso en que se requiera utilizar el ladrillo en contacto constante con agua o con el terreno, sin recubrimiento protector .

Tal es el caso de cisternas, jardineras y albañilería de ladrillo visto en zonas muy lluviosas .

#### A.6 COEFICIENTE DE SATURACION

El coeficiente de saturación es considerado como una medida de la durabilidad del ladrillo cuando se encuentra sometido a la acción de la intemperie .

El coeficiente de saturación es la relación que existe entre la absorción del ladrillo (cuando se le sumerge en agua un número de horas determinado) y la absorción máxima de ladrillo (medida luego de 5 horas de ebullición) . A mayor coeficiente de saturación , mayor será la cantidad de agua que absorbe rápidamente el ladrillo y consecuentemente inferior su resistencia a la intemperie. Así un ladrillo con un coeficiente de saturación menor de 0,8 es poco absorbente y es utilizable para cualquier clima o condición de intemperismo, y un ladrillo con un coeficiente de saturación de 1 es muy absorbente y sólo es utilizable cuando se protege de la intemperie mediante recubrimiento adecuados .

Este criterio de resistencia al intemperismo ha sido incorporado en la Norma para asegurar la adecuada durabilidad de la construcción de albañilería cuando existen condiciones de uso e intemperismo particularmente exigentes .

#### A.7 INDICE DE DEGRADACION

El efecto de la exposición a la intemperie en los ladrillos tiene que ver con el "índice de degradación" que equivale al producto de la cifra del promedio anual de días de ciclo de congelamiento y el promedio anual de precipitación invernal (en pulgadas) definidos de la siguiente forma :

Un día de ciclo de congelamiento es cualquier día en el cual la temperatura del aire pasa por encima o por debajo de 0°C . El número promedio de días de ciclo de congelamiento en un año puede ser considerado como igual a la diferencia entre el número medio de días durante los cuales la temperatura máxima fue de 0°C o menos .

La precipitación invernal es la suma, en pulgadas de la precipitación media mensual corregida que ocurre durante el período entre la primera helada temprana en el otoño y la fecha normal de la última helada temprana de la primavera. La precipitación invernal para cualquier período es igual a la precipitación total menos un décimo de la caída total de nieve, hielo o granizo. La precipitación para cualquier porción del mes se obtiene haciendo el prorrateo .

La región de degradación severa tiene un índice de degradación de 500 o más . La región de degradación moderada tiene un índice de degradación de 100 ó 499 . La región de degradación insignificante tiene índices de degradación de 99 ó menos.

Para evaluar las condiciones de intemperismo se seleccionaron las ciudades de Huancavelica y Puno y se utilizó la información disponible del SENAMHI de los últimos 5 años. Para estas ciudades se obtuvo un índice de degradación de 210 y 250 respectivamente, concluyéndose que en el país las áreas urbanas no se presentan en zonas con intemperismo severo. Sin embargo se ha dejado abierta en la Norma la posibilidad de que se requiera edificar en zonas con intemperismo severo empleando ladrillo .

#### A.8 SUCCION

Está demostrado que con ladrillos que tienen una succión excesiva no se logra , usando métodos ordinarios de construcción, uniones adecuadas entre el mortero y el ladrillo. El mortero, debido a la rápida pérdida de parte del agua que es absorbida por el ladrillo, se deshumedece y endurece no logrando un contacto completo e íntimo con la cara del siguiente ladrillo . El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua .

Se considera que para succiones mayores de 20 gramos por minuto en un área de 200 cm<sup>2</sup> es requisito indispensable que los ladrillos se saturen antes de su uso.

De las pruebas realizadas se ha obtenido los siguientes valores según los tipos de ladrillo :

<u>TIPO</u>	<u>SUCCION PROMEDIO (en gramos/200 cm<sup>2</sup>)</u>
I	61
II	66
III	53
IV	No se obtuvo valores
V	38

Al obtenerse valores de succión promedio sustancialmente mayores que el límite indicado, se concluye que es indispensable que todo el ladrillo de arcilla se sature con agua inmediatamente antes de asentarlo, la forma de efectuar esta operación dependerá de la retentividad del mortero a emplearse.

Esta propiedad no está normada como requisito ya que todo el ladrillo investigado excede el límite; sin embargo se incluye la prueba de succión para aquellos ladrillos de arcilla que eventualmente puedan no requerir el tratamiento de saturado con agua.

#### A.9 EFLORESCENCIA

En el contexto de la Norma, la eflorescencia es una medida del afloramiento y cristalización de las sales solubles contenidas en el ladrillos cuando éste es humedecido. La objeción principal a la eflorescencia es su efecto sobre la apariencia de la albañilería; sin embargo puede ocurrir si las sales que se cristalizan se encuentran en cantidad importante que la presión que estos cristales ejerzan al crecer causen rajaduras y disgregación de la albañilería. Esta posibilidad debe analizarse en el caso en que la muestra sometida al ensayo sea calificada como "eflorescida".

No obstante que esta propiedad no está normada como requisito se recomienda realizarla en los casos en que se trate de acabados de ladrillo visto o cuando la albañilería se encontrará sometida a humedad intensa y constante.

#### APENDICE "B" EQUIVALENCIAS DE UNIDADES SI CON UNIDADES TRADICIONALES

Teniendo en cuenta que las unidades empleadas en la presente Norma están conformes con la Norma Técnica ITINTEC 821.003 "Sistema Internacional de unidades y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y algunas otras unidades" cuyo uso no está generalizado por la existencia de unidades empleadas tradicionalmente en documentos de estudio y equipos, se hace necesario la inclusión de la tabla de equivalencias siguiente:

##### EQUIVALENCIAS DE UNIDADES SI CON UNIDADES TRADICIONALES

Unidades SI	Otras unidades del SI	Unidades tradicionales
Pa (pascal)* N (Newton)*	1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup> 1 N = 1 kg m/s <sup>2</sup>	0,10 kgf/m <sup>2</sup> 0,10 kgf
100 Pa 10 000 Pa	1 N/dm <sup>2</sup> 1 N/cm <sup>2</sup>	0,10 kgf/dm <sup>2</sup> 0,10 kgf/cm <sup>2</sup>
1 000 000 Pa 1 MPa	1 daN/cm <sup>2</sup> = 10 N/cm <sup>2</sup> 1 000 000 Pa	1 kgf/cm <sup>2</sup>
1 MPa 0,1 MPa	100 N/cm <sup>2</sup> 10 N/cm <sup>2</sup>	10 kgf/cm <sup>2</sup> 1 kgf/cm <sup>2</sup>

\* Unidades Derivadas SI aprobadas

\* \* \* \* \*

## PROLOGO

La presente Norma Técnica Nacional es el resultado de una investigación realizada en 14 departamentos del Perú, en ladrilleras representativas de procesos artesanales y mecanizados en su fabricación.

El objeto del estudio fue el de elaborar la Norma Técnica Nacional como respuesta a la realidad tecnológica de dicha industria, a fin de que su aplicación se realice a nivel nacional .

El estudio comprendió dos etapas : la primera, de investigación, mediante la cual se elaboró el diagnóstico de la industria ladrillera y el esquema de Norma; la segunda, de aplicación práctica de dicho esquema a nivel nacional .

El estudio lo llevo a cabo el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnica - ITINTEC, estando este dentro de los lineamientos del Convenio de Investigación Tecnológica entre el ITINTEC y el Ministerio de Vivienda y Construcción .

\* \* \* \* \*

<b>PERU</b> <b>NORMA TÉCNICA</b> <b>NACIONAL</b>	<b>ELEMENTOS DE ARCILLA COCIDA</b> Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo.	<b>ITINTEC</b> <b>331.018</b> Octubre, 1978
<b>1. NORMAS A CONSULTAR</b>		
ITINTEC 331.017 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisito.		
ITINTEC 331.019 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Muestreo y recepción.		
ITINTEC 821.003 Sistema Internacional de Unidades y Recomendaciones para el uso de sus múltiplos y algunas otras unidades.		
<b>2. OBJETO</b>		
2.1 La presente Norma establece los métodos de ensayo para determinar la variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión, densidad, módulo de rotura, absorción, absorción máxima, coeficiente de saturación, succión y eflorescencia de los ladrillos de arcilla usados en albañilería.		
<b>3. MÉTODOS DE ENSAYO</b>		
<b>3.1 Variación de dimensiones</b>		
3.1.1 <u>Aparato</u> .- Una regla graduada al milímetro, de preferencia de acero inoxidable, de 300 mm de longitud o un calibrador de mordazas paralelas provistas de una escala graduada entre 10 mm y 300 mm y con divisiones correspondientes a 1 mm.		
3.1.2 <u>Muestra</u> .- Estará constituida por ladrillos secos enteros, obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019.		
3.1.3 <u>Procedimiento</u> .- Se mide en cada espécimen el largo, ancho y alto, con la precisión de 1 mm. Cada medida se obtiene como promedio de las cuatro medidas entre los puntos medios de los bordes terminales de cada cara.		
3.1.4 <u>Expresión de resultados</u> .- Se calcula la variación en porcentaje de cada dimensión restante de cada dimensión especificada en valor obtenido de promediar la dimensión de todas las muestras, dividiendo este valor por la dimensión especificada y multiplicando por 100.		
$V = \frac{DE - MP}{DE} \times 100$		
en donde :		
V Variación de dimensión, en porcentaje		
DE Dimensión especificada, en milímetros		
MP Medida promedio de cada dimensión, en milímetros		
3.1.5 <u>Informe</u> .- Se indica como variación de dimensión del lote de ladrillos de porcentaje de variación de todas y cada una de las dimensiones sin decimales.		
RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 149-78-ITINTEC-DG/DII, 78/10/25		11 Páginas
C.D.U. 691.421:620.1		TODA REPRODUCCION INDICAR EL ORIGEN

### 3.2 Alabeo

3.2.1 Aparatos .- Dos cuñas de acero graduadas al medio milímetro de las características que indica la figura 1 .

3.2.2 Muestra .- Estará constituida por ladrillos secos enteros obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019 . Pueden usarse los mismos ladrillos usados en la determinación de dimensiones .

3.2.3 Procedimiento .- Según el alabeo se presente como concavidad o convexidad, seguir el procedimiento que para cada caso se detalla a continuación en las dos caras mayores del ladrillo .

3.2.3.1 Medición de concavidad .- Se coloca el borde recto de la regla ya sea longitudinalmente o sobre una diagonal de una de las caras mayores del ladrillo .

Se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima .

Se efectúa la lectura con la precisión de 1 mm y se registra el valor obtenido (Ver Figura 2) .

3.2.3.2 Medición de convexidad .- Se emplea alternativamente uno de los procedimientos siguientes :

a) Se coloca el borde recto de la regla sea sobre una diagonal o bien sobre dos aristas opuestas de una de las caras mayores de ladrillo . Se introduce en cada vértice una cuña y se busca el punto de apoyo de la regla sobre la diagonal, para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida (Ver Figura 3) .

b) Se apoya el ladrillo por la cara a medir sobre una superficie plana se introduce cada una de las cuñas en dos vértices opuestos diagonalmente o en dos aristas , buscando el punto para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida (Ver Figura 4) .

3.2.4 Expresión de resultados .- Se indica el promedio de los valores correspondientes a concavidad y/o convexidad obtenidos en milímetros enteros .

### 3.3 Resistencia a la compresión

3.3.1 Aparatos .- Cualquier máquina de las empleadas en el laboratorio para ensayos de compresión, debiendo estar provista para la aplicación de la carga de un rodillo de metal endurecido de asiento esférico y solidario con el cabezal superior de la máquina .

El centro de la superficie de la superficie del casquete esférico debe coincidir con el centro de la superficie del bloque que se pone en contacto con el espécimen . Dicho bloque se mantiene inmóvil en su asiento esférico, pero puede girar libremente en cualquier dirección. El diámetro de la superficie del bloque de apoyo debe ser como mínimo de 12,5 cm .

Sobre la mordaza inferior, bajo el espécimen, se coloca una plancha metálica de una dureza Rockwell C 60 (número Brinell 620) cuya desviación con respecto a un plano horizontal no sea mayor de 0,03 mm .

Si el área del bloque de apoyo es menor que la cara del espécimen que debe estar en contacto con él , debe intercalarse una plancha de acero que cumpla iguales condiciones de horizontabilidad que la descrita en el párrafo anterior y cuyo espesor sea por lo menos igual a un tercio de la distancia entre el punto de contacto del rodillo y la arista más alejada del espécimen .

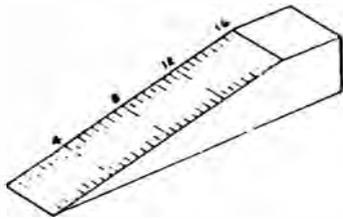


FIGURA 1 - Las medidas están dadas en milímetros.

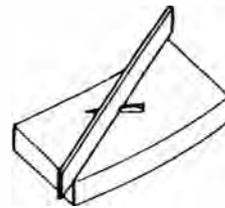


FIGURA 2

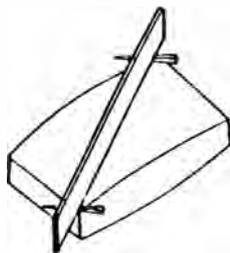


FIGURA 3



FIGURA 4

3.3.2 Muestra .- Estará constituida por medios ladrillos secos , obtenidos por corte perpendicular al largo del espécimen. El corte se hará por cualquier método que no los destroce y que dé superficies planas y paralelas .

Puede usarse para esta prueba los medios ladrillos remanentes del ensayo de módulo de ruptura (Ver 3.5) . La forma de muestreo está especificada en la Norma ITINTEC 331.019 .

3.3.2.1 Recubrimiento de la muestra .- Si las caras del espécimen presentan irregularidades se rellenan con una capa de cemento Portland , que se dejará fraguar 24 horas, antes de aplicar el recubrimiento, por medio de una de los dos procedimientos que se detallan a continuación .

a) Recubrimiento de yeso

Se cubre ambas caras opuestas del espécimen con solución alcohólica de goma laca, dejándolas secar perfectamente .

Se aplica una capa delgada de pasta de yeso cocido extendiéndola hasta obtener una superficie plana y uniforme .

Se repite el procedimiento en la otra cara del espécimen .

Se comprueba de que ambas caras sean aproximadamente paralelas y se espera por lo menos 2 h , antes de efectuar el ensayo .

b) Recubrimiento con azufre

Se usa una mezcla que contenga 40 % a 60 % de azufre en polvo (en masa) completándose con arcilla refractaria cocida u otro material inerte apropiado que pasa por el tamiz ITINTEC N° 100 (149 m)

Se usa un recipiente de aproximadamente la misma medida del ladrillo y de 1,25 cm de profundidad .

Se aceita ligeramente el molde y se vierte 0,5 cm de azufre calentado y fluido.

Se coloca inmediatamente sobre el líquido la superficie del ladrillo que se va a recubrir, sosteniendo el espécimen de tal manera que el recubrimiento sea uniforme.

3.3.3 Procedimiento .- Se coloca el espécimen con una de sus caras mayores sobre el apoyo de la máquina y se hace descender el vástago solidario al cabezal, manipulando suavemente la rótula hasta obtener un contacto perfecto sobre la cara superior del espécimen , asegurando que el eje de la misma coincida con el eje longitudinal del espécimen .

Se aplica la carga cuidando que la velocidad del cabezal de la máquina no sea mayor de 1,27 mm/min .

3.3.4 Expresión de resultados .- Se calcula la resistencia a compresión con la siguiente ecuación :

$$f'_{b} = \frac{P}{A}$$

en donde :

$f'_{b}$  es la resistencia a la compresión del ladrillo en daN/cm<sup>2</sup>  
 $P$  es la carga de rotura aplicada indicada por la máquina en daN  
 $A$  es el promedio de las áreas brutas superior e inferior del espécimen en cm<sup>2</sup>.

NOTA 1 .- Para la determinación del área en el caso de ladrillos perforados, será necesario calcular el volumen del espécimen tal como se realiza en el ensayo de densidad (3.4) y aplicar los siguientes ecuación :

$$A = \frac{V}{h}$$

en donde :

- A es el área del ladrillo dado en centímetros cuadrados
- V es el volumen del ladrillo en centímetros cúbicos
- h es la altura del ladrillo en centímetros

NOTA 2 .- Ladrillos tubulares.- Se tratarán como ladrillos macizos para todos los efectos de la prueba y clasificación .

3.3.5 Informe .- Se indica como resistencia a la compresión del lote de ladrillos el promedio de los valores obtenidos para cada muestra en daN/cm<sup>2</sup> enteros .

### 3.4 Densidad

#### 3.4.1 Aparatos

3.4.1.1 Balanza con capacidad no menor de 2 kg y que permita efectuar pesadas con una precisión de 0,5 g.

3.4.1.2 Recipiente de agua que pueda contener las muestras completamente sumergidas .

3.4.1.3 Horno con libre circulación de aire que permita mantener una temperatura comprendida entre 110°C y 115°C .

3.4.2 Muestra.- Estará constituida por ladrillos secos enteros, obtenidos según Norma ITINTEC 331.019 .

#### 3.4.3 Procedimiento

3.4.3.1 Se calientan los especímenes en el horno entre 110°C y 115°C y se pesan luego de enfriarlos a temperatura ambiente. Se repite el tratamiento hasta que no se tengan variaciones en el peso obteniéndose (G 3) .

NOTA .- Para enfriar los especímenes se recomienda colocarlos sin amontonarlos en un espacio abierto con libre circulación de aire, manteniéndolos a temperatura ambiente durante 4 horas .

3.4.3.2 Se coloca el espécimen en un recipiente lleno de agua destilada hirviendo, disponiéndolo de modo que el líquido pueda circular libremente por los costados , manteniéndolo durante 3 h en ebullición .

3.4.3.3 Se pesa el espécimen sumergido (G 2) , equilibrando previamente la balanza con el dispositivo de suspensión y el espécimen sumergido.

3.4.3.4 Se retira el espécimen del recipiente secando el agua superficial con un trapo húmedo y se pesa (G 1) .

#### 3.4.4 Expresión de resultados

3.4.4.1 El volumen del espécimen será :

$$V = G 1 - G 2$$

en donde :

- V es el volumen en centímetros cúbicos
- G 1 es la masa del espécimen saturado (3 horas de ebullición), en gramos
- G 2 es la masa del espécimen saturado sumergido, en gramos
- G 3 es la masa del espécimen seco, en gramos .

3.4.4.2 La densidad será :

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

en donde :

D es la densidad del espécimen en gramos por centímetros cúbicos .

3.4.5 Informe .- Se indica como densidad al lote de ladrillos del promedio de los valores obtenidos para cada espécimen en g/cm<sup>3</sup> con dos decimales .

### 3.5 Módulo de rotura

3.5.1 Aparatos .- Cualquier máquina de las empleadas en laboratorio para ensayo de flexión , pero cuyos apoyos tengan una longitud no menor que el ancho del espécimen con el que deben tener un contacto permanente y completo . Los apoyos se deben ajustar de modo que puedan girar libremente sin ejercer fuerzas en las direcciones longitudinal y transversal a la muestra .

3.5.2 Muestra .- Ladrillos enteros secos, obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019.

#### 3.5.3 Procedimiento .

3.5.3.1 Se coloca el espécimen con la cara mayor más plana sobre los soportes asegurando que la luz entre estos sea de 18 cm .

3.5.3.2 Se hace descender la placa de acero hasta obtener un contacto sobre la otra cara mayor del espécimen entre soportes y se aplica la carga. La rapidez en el incremento de la carga no debe ser mayor de 10 daN/cm<sup>2</sup> (1 000 kg/min) y se considera cumplida dicha condición si la velocidad del cabezal móvil de la máquina no es mayor de 1,25 mm/min. La carga se aplicará en el centro de la luz, por medio de una placa de acero de aproximadamente 6,5 mm de espesor, 40 mm de ancho y la longitud no menor que el ancho del espécimen .

3.5.4 Expresión de resultados .- El módulo de rotura se calcula de la ecuación siguiente :

$$f_r = \frac{3 P - e}{2 b d^2}$$

en donde :

$f_r$  es el módulo de rotura, en daN/cm<sup>2</sup>

P es la carga de rotura, en daN

e es la distancia entre apoyos, en centímetros

b es el ancho promedio del espécimen cara a cara, en centímetros

d es el espesor promedio del espécimen cara a cara, en centímetros

3.5.5 Informe .- Se indica como módulo de rotura del lote de ladrillos el promedio de los valores obtenidos para cada espécimen en daN/cm<sup>2</sup> con un decimal .

### 3.6 Absorción

3.6.1 Aparatos .- Similares a los indicados en 3.4.1

3.6.2 Muestra .- Medios ladrillos que están de acuerdo a lo indicado en 3.3.2 .

### 3.6.3 Procedimiento

3.6.3.1 Se calientan los especímenes en el horno entre 110°C y 115°C y se pesan luego de enfriarlos a temperatura ambiente. Se repite el tratamiento hasta que no se tenga variaciones en el peso obteniéndose G 3.

NOTA .- Para enfriar los especímenes se recomienda colocarlos sin amontonarlos en un espacio abierto con libre circulación de aire manteniéndolos a temperatura ambiente durante 4 horas .

3.6.3.2 Se introducen los especímenes secos en un recipiente lleno de agua destilada, manteniéndolos completamente sumergidos durante 24 h , asegurando que la temperatura del baño esté comprendida entre 15°C y 30°C . Transcurrido el lapso indicado, se retiran los especímenes del baño, secando el agua superficial con un trapo húmedo y se pesan (G 4) .

Los especímenes deben pesarse dentro de los 5 min a partir del instante en que se extraen del recipiente .

3.6.4 Expresión de resultados .- El contenido de agua absorbida se calcula con la ecuación siguiente :

$$A = \frac{G 4 - G 3}{G 3} \times 100$$

en donde :

A es el contenido agua absorbida, en porcentaje

G 3 es la masa del espécimen seco, en gramos

G 4 es la masa del espécimen saturado luego de 24 h de inmersión en agua fría, en gramos .

3.6.5 Informe .- Se indica como absorción del lote de ladrillos el promedio de los porcentajes individualmente calculados para cada una de los especímenes , sin decimales .

### 3.7 Absorción máxima

3.7.1 Aparatos .- Similares a los indicados en 3.4.1

3.7.2 Muestra .- Medios ladrillos que están de acuerdo a lo indicado en 3.3.2 .

#### 3.7.3 Procedimiento

3.7.3.1 Se calientan los especímenes en el horno entre 110°C y 115°C y se pesan luego de enfriarlos a temperatura ambiente. Se repite el tratamiento hasta que no se tenga variaciones en el peso obteniéndose G 3.

NOTA .- Para enfriar los especímenes se recomienda colocarlos sin amontonarlos en un espacio abierto durante 4 horas .

3.7.3.2 Se sumergen los especímenes en un recipiente lleno de agua destilada a una temperatura comprendida entre 15°C y 30°C disponiéndolo de modo que el líquido pueda circular libremente por los costados .

Se calienta gradualmente el agua hasta alcanzar el punto de ebullición en 1 h y se deja hervir a partir de ese momento durante 5 h .

3.7.3.3 Al término del lapso indicado, se enfría el recipiente hasta una temperatura comprendida entre 15°C y 30°C por pérdida natural de calor.

3.7.3.4 Se retira el espécimen del recipiente y se seca el agua superficial con un trapo húmedo y luego se pesa (G 5).

El espécimen debe pesarse dentro de los 5 min a partir del instante en que se extrae del recipiente.

3.7.4 Expresión de resultados .- El contenido de agua absorbida se calcula con la ecuación siguiente :

$$B = \frac{G 5 - G 3}{G 3} \times 100$$

en donde :

B es el contenido de agua absorbida, en porcentaje

G 3 es la masa del espécimen seco, en gramos según 3.6.3.1

G 5 es la masa del espécimen saturado luego de 5 horas de ebullición, en gramos.

3.7.5 Informe .- Se indica como absorción máxima del lote de ladrillos el promedio de los porcentajes individuales calculados para cada uno de los especímenes, sin decimales.

### 3.8 Coefficiente de saturación

3.8.1 Expresión de resultados .- El coeficiente de saturación por cada espécimen se calcula con la ecuación siguiente :

$$C = \frac{G 4 - G 3}{G 5 - G 3}$$

en donde :

C es el coeficiente de saturación (sin unidades)

G 3 es la masa del espécimen seco según 3.6.3.1

G 4 es la masa del espécimen saturado luego de 24 h de inmersión en agua fría según 3.6.4.

G 5 es la masa del espécimen saturado por ebullición 5 h según 3.7.4

3.8.2 Informe .- Se indica como coeficiente de saturación del lote de ladrillos el promedio de los coeficientes obtenidos para cada espécimen.

### 3.9 Succión

#### 3.9.1 Aparatos

3.9.1.1 Bandeja o recipiente para agua, con una profundidad interior de no mayor de 12,5 mm y de un largo y ancho tales que resulte un área de no menor de 2 000 cm<sup>2</sup>.

La base de la bandeja debe ser plana y horizontal. Se debe incorporar a la bandeja un dispositivo que permita mantener el nivel de agua 0,25 mm por encima de los soportes.

3.9.1.2 Soporte para los ladrillos. Se usará dos barras idénticas de metal no corrosible, con sección rectangular de 5 mm de altura y de un ancho no mayor de 10 mm.

3.9.1.3 Balanza .- Similar a la indicada en 3.4.1.1.

3.9.1.4 Horno .- Similar al indicado en 3.4.1.3 .

3.9.1.5 Sala de temperatura constante .- Cuarto que mantenga una temperatura de  $21 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$  .

3.9.1.6 Cronómetro .- Calibrado en segundos, que indique un período de 1 minuto.

3.9.2 Muestra .- Ladrillos enteros o mitades de ladrillos que están de acuerdo a lo indicado en 3.3.2 .

### 3.9.3 Procedimiento

3.9.3.1 Se secan los especímenes según el procedimiento descrito en 3.6.3.1 .

3.9.3.2 Se miden con una precisión de 1 mm, el largo y ancho de la superficie del espécimen que estará en contacto con el agua. Se pesa el espécimen con una aproximación de 0,5 g .

3.9.3.3 Se monta la bandeja para la prueba, en la Sala de Temperatura Constante . Se horizontaliza el fondo de la bandeja mediante un nivel de burbuja . Se coloca el espécimen encima de los soportes contando como tiempo cero el momento de contacto del ladrillo con el agua. Durante el período de contacto, 1 min  $\pm$  1 s se mantiene el nivel de agua en el original agregando agua según sea necesario ;

Al final del tiempo de contacto, se seca el espécimen y se seca el agua superficial con un trapo húmedo .

3.9.3.4 Se pesa el espécimen con una precisión de 0,5 g. La pesada se realiza en un lapso no mayor de 2 min después de su retiro del contacto con el agua .

3.9.4 Expresión de resultados .- La diferencia en peso en gramos entre la pesada final y la inicial, es el peso de agua absorbida por el ladrillo durante un minuto de contacto con el agua. Si el área de contacto del ladrillo no difiere en  $\pm 2,5 \%$  de  $200 \text{ cm}^2$ , se dará como resultado el aumento de peso en gramos .

Si el área del espécimen difiere en más de  $2,5 \%$  de  $200 \text{ cm}^2$  se corregirá el peso mediante la fórmula siguiente :

$$A = \frac{200 W}{L b}$$

en donde :

W es el aumento de peso, en gramos .

L es el largo promedio de la superficie de contacto, en centímetros ;

b es el ancho promedio de las superficies de contacto, en centímetros .

A es el aumento de peso corregido , en gramos .

3.9.5 Informe .- Se indica como succión del lote de ladrillos el promedio del peso de agua absorbida por los especímenes individualmente obtenidas, en gramos sin decimales .

## 3.10 Eflorescencia

### 3.10.1 Aparatos

3.10.1.1 Bandeja metálica que permita operar con una profundidad de agua de por lo menos 25 mm .

3.10.1.2 Cámara de humedad, que permita operar con una humedad relativa comprendida entre el 30 % y 70 %, estando exenta de corrientes de aire y que mantenga una temperatura de  $24^{\circ}\text{C} \pm 5,5^{\circ}\text{C}$ .

3.10.1.3 Horno provisto de libre circulación de aire y que permita mantener constante una temperatura comprendida entre  $110^{\circ}\text{C}$  y  $115^{\circ}\text{C}$ .

3.10.2 Muestra .- Estará constituido por ladrillos enteros, obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Muestreo y recepción.

3.10.3 Procedimiento .- Se ensayan los especímenes en series de 6 a 10 ladrillos separados en dos grupos de 3 ladrillos o 5 ladrillos, que se acondicionarán y ensayarán del modo siguiente :

3.10.3.1 Se colocan los especímenes de canto dentro de una bandeja en grupos de ladrillos espaciados entre sí con intervalos no menores de 5 cm .

3.10.3.2 Se coloca en forma similar el otro grupo de especímenes dentro de la bandeja y se agrega agua destilada por los bordes del recipiente , asegurando que la profundidad del líquido sea de aproximadamente 2,5 cm .

3.10.3.3 Se llevan ambas series de especímenes en sus respectivas bandejas a la cámara de humedad y se mantienen durante 7 días .

3.10.3.4 Se retiran ambos recipientes de la cámara al cabo del lapso indicado y se hace escurrir los especímenes. Se llevan ambas series de especímenes al horno dejándolas secar entre  $110^{\circ}\text{C}$  y  $115^{\circ}\text{C}$  durante 24 h .

NOTA .- Se vacía y se limpia los recipientes luego de cada prueba. Con un período de 72 horas de secado se preparan los especímenes para otros ensayos (compresión, módulo de rotura o absorción) que pueden ejecutarse posteriormente.

No se recomienda ensayar simultáneamente ladrillos de diferentes fuentes por la contaminación de sales entre ellos . /

3.10.4 Informe .- Después de secar y enfriar lo especímenes a la temperatura ambiente se reúnen formando cada pareja original y se comparan entre sí, examinando principalmente el aspecto de las caras y de los vértices .

Si no hubieren diferencias apreciables a simple vista se clasifica cada espécimen como "Sin eflorescencia" .

Si hay diferencias se observa los especímenes a una distancia de 3 m con una iluminación no menor de 150 lúmenes por metro. Si en estas condiciones no se aprecian diferencias, se clasifica el espécimen como "Ligeramente eflorescida" y si por el contrario, hay diferencias perceptibles, se clasificarán como "Eflorescida" .

Se indica como eflorescencia del lote de ladrillos , el calificativo aplicado al espécimen .

#### 4. ANTECEDENTES

4.1 Proyecto de Investigación 3120 .

"Investigación del ladrillo de arcilla fabricado en el Perú para la elaboración de la Norma Técnica Nacional " .

4.2 Proyecto de Norma Técnica resultado de la investigación .

## PROLOGO

---

### A. RESEÑA HISTORICA

---

La presente Norma Técnica Nacional fue elaborada por el Comité Especializado de Componentes Previ , en reuniones realizadas durante el mes de Marzo de 1982 , teniendo como documento inicial de estudio la Norma Técnica Nacional 331.019 de Octubre 1978 titulado "Elementos de arcilla cocida. Ladri llos de arcilla usados en albañilería. Muestreo y recepción" .

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACION DE LA NORMA TECNICA NACIONAL

---

- CENTROMIN PERU
- CENVI
- CIA. REX
- Colegio de Arquitectos del Perú
- Colegio de Ingenieros del Perú
- GRUCIA
- ININVI - Ministerio de Vivienda
- Universidad Nacional de Ingeniería

\* \* \* \* \*

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS (ITINTEC) LIMA - PERU

PERU NORMA TECNICA NACIONAL	ELEMENTOS DE ARCILLA COCIDA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería . Muestreo y recepción .	ITINTEC 331.019 Setiembre, 1982
<p><b>1. NORMAS A CONSULTAR</b></p> <p>ITINTEC 331.017 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos .</p> <p><b>2. OBJETO</b></p> <p>2.1 La presente Norma establece el procedimiento para el muestreo y recepción de los ladrillos de arcilla usados en albañilería .</p> <p><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 <u>Partida</u> .- Es el conjunto de unidades de albañilería que motivan una transacción comercial .</p> <p>3.2 <u>Lote</u> .- Es el subconjunto de ladrillos de la misma forma y tamaño fabricados en condiciones similares de producción. .</p> <p>3.3 <u>Muestra</u> .- Es el grupo de ladrillos extraídos al azar del lote con la finalidad de obtener la información necesaria que permite apreciar las características de ese lote .</p> <p>3.4 <u>Espécimen</u> .- Es cada una de las unidades en donde se deben aplicar los métodos de ensayo .</p> <p>3.5 <u>Unidades de albañilería</u> .- Son, para efectos de la presente Norma, las unidades (macizas, perforadas o tubulares), fabricadas para construir muros al disponerlas convenientemente y que deben cumplir los requisitos de durabilidad, resistencia y otros requisitos relacionados con las condiciones de uso y el material que las constituyen .</p> <p><b>4. INSPECCION Y RECEPCION</b></p> <p>4.1 <u>Muestra</u> .- Sólo se aceptarán para la realización de ensayos los lotes que satisfagan las condiciones generales indicadas en la Norma de Requisitos. Se escogerán ladrillos enteros que sean representativos del lote del cual fueron seleccionados .</p> <p>4.2 <u>Número de muestras</u></p> <p>4.2.1 Para cada lote de 50 000 ladrillos o fracción se realizará la secuencia "A" de ensayos .</p> <p>4.2.2 Para lotes en exceso de 50 000 ladrillos , se realizará la secuencia "A" para los primeros 50 000 y la secuencia "B" de ensayos, por cada grupo adicional de 100 000 ladrillos o fracción .</p>		
RESOLUCION DIRECTORAL N° 367-82 -ITINTEC-DG/ DN,82/ 09/ 03		2 Páginas
C. D.U. 6° 1.421		TODA REPRODUCCION INDICAR EL ORIGEN

TABLA Número de muestras

ENSAYOS	SECUENCIA " A. "	SECUENCIA " B "
Dimensiones y alabeo	10	5
Resistencia a la compresión	5	3
Densidad	5	3
Módulo de rotura	5	3
Absorción y absorción máxima	5	3
Succión	5	3
Eflorescencia	10	6

NOTA .- Los ensayos de módulo de rotura, succión y eflorescencia no formarán parte de los requerimientos para la clasificación del ladrillo. Es recomendable su ejecución para los fines que se indican en el Apéndice "A" de la Norma técnica 331.017 .

4.3 Identificación .- Se marcará cada espécimen de manera que se le pueda identificar en cualquier momento. Las marcas no cubrirán más del 5 % de la superficie del espécimen .

4.4 Recepción .- Se considera que el lote de ladrillos satisface la presente norma, si el promedio de los valores resultantes de los ensayos cumplen con la siguiente ecuación :

- Cuando se especifica límite inferior  $\bar{x} \geq I + \sigma$
- Cuando se especifica límite superior  $\bar{x} \leq S - \sigma$

donde :

- $\bar{x}$  es el promedio de los valores obtenidos en el ensayo
- I es el límite inferior dado por la Norma de Requisitos
- S es el límite superior dado por la Norma de Requisitos
- $\sigma$  es la medida de dispersión (desviación standard)

## 5. ANTECEDENTES

5.1 Proyecto de Investigación 3116 "Investigación del ladrillo de arcilla fabricado en el Perú para la elaboración de la Norma Técnica Nacional" .

5.2 ANSI/ASTM C 67-66 Standard methods of sampling and testing brick (Estados Unidos).

5.3 NF P 13-301-74 Briques creuses de terre cuite (Francia)

5.4 Nch 169.0f 73 Ladrillos cerámicos. Clasificación y requisitos (Chile)

5.5 INEN 292-1977 Ladrillos cerámicos. Muestreo

5.6 IRAM 12518/55 Ladrillos cerámicos comunes (Argentina)

5.7 IRAM 12532/60 Ladrillos cerámicos huecos (Argentina)

5.8 ABNT 648-75 Ladrillos cerámicos nao esmaltados (Brasil)

5.9 ICONTEC 451 Ladrillos cerámicos (Colombia)

5.10 BSI 3921-74 Clay bricks and blocks

5.11 SABS 589-1971 Hollow clay building blocks

5.12 SABS 227.1970 Burn clay masonry units.

CAPITULO X  
ANEXOS

## Anexo 1

### POSICION DE LOS LADRILLOS EN EL HORNO

En la Fig. 4.8 se muestra mediante un gráfico el adecuado llenado del horno, el cual consta de ocho zonas, las cuales para el caso de un horno de 30 millares tiene las siguientes especificaciones:

La Base consta de siete hileras de ladrillos de canto, dejando un espacio para formar los malecones, que para este caso son tres malecones de 1 m. de ancho cada uno. Previamente se colocan de canto tres ladrillos juntos; a continuación se deja el espacio para el primer malecón. Seguidamente, seis ladrillos juntos de canto, nuevamente un espacio para el siguiente malecón; por último, seis ladrillos juntos de canto, espacio para el tercer malecón y tres ladrillos juntos de canto.

Se espolvorea carbón en las paredes del horno equivalente a cuatro ladrillos de costado. A lo ancho se espolvorea carbón en la fila intermedia (ver detalle A, Fig. 4.8).

La vista frontal presenta separaciones de 1" entre ladrillo y ladrillo, hasta la sexta fila, la séptima va unida totalmente constituyendo el ajuste de la base.

El Diente consta de tres hileras de ladrillos de canto, se espolvorea carbón sólo en las paredes del horno (ver detalle B, Fig. 4.8). Las separaciones de la vista frontal son de 1".

El Puente consta de dos hileras de ladrillos de canto

y, juntos de perfil, la vista frontal presenta separaciones de 1/2". Se espolvorea carbón sólo en las paredes del horno.

La Mesa consta de dos hileras de ladrillos. Se espolvorea de carbón sólo en las paredes del horno (ver detalle C, Fig. 4.8).

El Primer Nivel tiene una altura aproximada de 1 m. Se espolvorea carbón en las paredes del horno equivalente a seis ladrillos de costado (ver detalle D, Fig. 4.8).

El Segundo Nivel tiene una altura aproximada de 1m. Se espolvorea carbón en forma total (ver detalle E, Fig. 4.8).

El Tercer Nivel tiene una altura aproximada de 1 m. Se espolvorea carbón totalmente (ver detalle F, Fig. 4.8).

La Tapa o Techo consta de tres hileras de ladrillos, juntos de cinco en cinco y con espacios de 1" por cada grupo. Se cubre totalmente con carbón, siendo mayor en los niveles inferiores (ver detalle G, Fig. 4.8).

Las Puertas son el cierre de los extremos. Constan de tres ladrillos de costado y juntos (vista de perfil) tienen una altura aproximada de 1.7 m. Continúan un ladrillo de canto y uno de costado con una altura de 1.8 m. Luego, un ladrillo de costado con una altura de 0.8 m. y dos hileras de ladrillos juntos de cabeza. Esta zona debe estar libre de carbón.

Luego de cargado el horno se reviste las puertas, sellándolas con el mismo material con el que se elabora el ladrillo. Experimentalmente, la cantidad de carbón en gr/ladrillo está entre 100 y 250 gr. por cada 5 kg. de ladrillo. El ladrillo que se obtenga será un ladrillo tipo II que cumple las siguientes condiciones mínimas:

Módulo de ruptura  $7 \text{ daN/cm}^2$  ( $1 \text{ daN/cm}^2 = 10 \text{ N/cm}^2$ )  
Succión  $66 \text{ gr}/200 \text{ cm}^2$

Según la norma 331.017.

Anexo No. 2

Composición de las Arcillas

	<u>Chihui pampa</u>	<u>Pongor</u>
	%	%
Arena	47.00	37.00
Silice	19.00	29.00
Alúmina	17.00	23.00
Oxido de hierro	5.00	1.00
Carbonato de calcio	0.60	0.69
Magnesio	1.61	0.12
Pérdida por calcinación	5.00	1.00
Agua	5.60	8.60
Alcalis	trazas	trazas

Referencia: "Estudio de Prefactibilidad para la Instalación de una Ladrillera". Año 1973. ESAN (CORDEANCASH).

### Anexo No. 3

#### Ubicación Posible de la Planta

La ubicación posible de la planta será a 1 km. de la ciudad de Huaraz, sobre la carretera a Recuay. Las distancias en kilómetros con respecto a los yacimientos de arcilla y de carbón se muestran en el siguiente cuadro:

<u>Yacimientos de arcilla</u>	<u>Planta ladrillera</u>
1. Utuscan	2 km.
2. Shancayan	0 km.
3. Antauco	3 km.
4. Chuna	0 km.
5. Chihuipampa	5 km.
6. Mal Paso	3 km.
7. Pongor	7 km.
8. Quinuacocha	2 km.
9. Los Pinos	2 km.

<u>Yacimientos de carbón</u>	<u>Planta ladrillera</u>
1. San Marcos	43 km.
2. Chavín	50 km.
3. Chiquián	70 km.
4. Sihuas	135 km.
5. Minas Centauro y Vizcaya	145 km.
6. Minas Mis Sueños y San Gerónimo	140 km.
7. Minas Lord	120 km.
8. Caraz	45 km.

El agua que se utilizará será del Río Santa. Además, se comprará el carbón, de preferencia de las Minas Centauro y Vizcaya, Mis Sueños y San Gerónimo, así como de las Minas Lord; todas estas minas ofrecen el carbón puesto en planta. Para la compra de arcilla se dará preferencia a las minas de Chihuipampa y Pongor, siguiendo el plan señalado en el acápite 4.3.3. (pág. 114).

LA LIBERTAD

ANCASH  
Región: CHAVIN



YACIMIENTOS  
CARBONIFEROS

