



INTI

50
ANIVERSARIO
1957-2007

Instituto
Nacional
de Tecnología
Industrial



Unión Europea

Proyecto Mejora de la Eficiencia y de la Competitividad de la Economía Argentina

SERVICIO
GEOLÓGICO
MINERO
ARGENTINO
(SEGEMAR)

MATERIAS PRIMAS MINERALES

Fabricación de ladrillos

CUADERNO TECNOLÓGICO N° 4
SEGEMAR

Autor
ROBERTO HEVIA

Junio de 2007

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO
ARGENTINO (SEGEMAR)



Instituto
Nacional
de Tecnología
Industrial



Unión Europea

INTI

50
ANIVERSARIO
1957-2007

Proyecto Mejora de la Eficiencia y de la Competitividad de la Economía Argentina



Unión Europea

Delegación de la Comisión Europea en Argentina
Ayacucho 1537
Ciudad de Buenos Aires
Teléfono (54-11) 4805-3759
Fax (54-11) 4801-1594



INTI

Instituto
Nacional
de Tecnología
Industrial

INTI
Avenida General Paz 5445
Casilla de Correo 157, B1650WAB San Martín, Buenos Aires, Argentina
Teléfono (54-11) 4754-4070 / grobles@inti.gov.ar

www.ue-inti.gov.ar

CONTACTO

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO (SEGEMAR)

infointemin@inti.gov.ar
www.segemar.gov.ar
www.mineria.gov.ar
Atención al cliente: 4754-4070
Ing. Ramiro Fernández

INFORMACIÓN Y VISIBILIDAD: GUILLERMINA ROBLES
grobles@inti.gov.ar

MATERIAS PRIMAS MINERALES

Fabricación de ladrillos

ROBERTO HEVIA

El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva del autor y en ningún caso se debe considerar que refleja la opinión de la Unión Europea.

TIPOLOGÍA DE LA CERÁMICA ROJA

Los productos de la cerámica roja, también llamada de la construcción, se pueden ordenar en cuatro grandes grupos:

- LADRILLOS
- BLOQUES Y VIGUETAS
- TEJAS
- CERÁMICOS

LADRILLOS

Los ladrillos presentan una tipología de elementos modulares que se puede subdividir en base a su función estructural:

PARA PAREDES PORTANTES

Estas paredes son estructuras verticales que tienen la función de sostén de todas las cargas, tanto las propias como las de otras estructuras apoyadas a ellas. Componentes de estas paredes son: ladrillos macizos, semimacizos (macizos con agujeros) o bloque cerámico perforado, todos en su mayoría paralelepípedos.

- Ladrillo o bloque cerámico macizo: es aquel que no tiene huecos o bien que los tiene con un volumen menor o igual al 20% del volumen total aparente (IRAM 12502:2003)



- Ladrillo semimacizo o bloque cerámico perforado: aquel que tiene perforaciones con un volumen mayor que el 20% y menor igual al 25% del volumen total aparente (IRAM 12502:2003)



En las paredes portantes se emplean más frecuentemente los ladrillos semimacizos que los macizos. En aquellas paredes en zonas sísmicas donde se requiere una mayor resistencia, se combinan estos ladrillos con varillas de hierro y se llenan los huecos con hormigón.

PARA PAREDES NO PORTANTES

Estas son paredes de cerramiento que se colocan en los huecos comprendidos entre los pilares o muros de carga y vigas del edificio.

- Se pueden usar los ladrillos descritos anteriormente, como así también otros con mayor porcentaje de huecos, con un volumen mayor que el 25% del total aparente (IRAM 12502:2003)



CARA VISTA

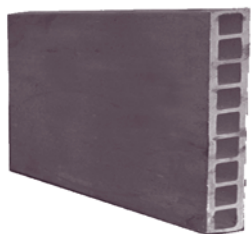
Las paredes constituidas por los ladrillos descritos anteriormente están terminadas con revoque en la superficie exterior, la pared con ladrillos cara vista deja en evidencia el ladrillo con su dimensión y su color original. Solamente se tapan las juntas con cemento. Los ladrillos deben ser inalterables a los agentes atmosféricos y exentos de defectos en las superficies y en las aristas exteriores (eflorescencias, grumos de cal y escamados)



BLOQUES

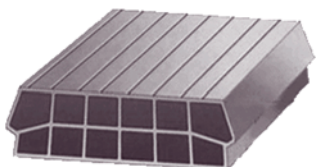
LIVIANOS PARA PAREDES DE SEPARACIÓN

Estos tabiques tienen una relación: superficie de orificios versus superficie de la cara perforada, que oscila entre el 60-65%. Las dimensiones más usuales son: 8x25x25 cm, 8x25x33 cm y 8x25x50 cm.



LIVIANOS PARA PAVIMENTOS Y TECHOS

Estos bloques se caracterizan por sus grandes dimensiones y porcentajes de huecos, donde la relación de orificios está comprendida entre 65 y 70%.



TEJAS

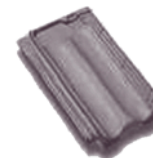
Las tejas se fabrican en su color natural, aunque en la actualidad la técnica permite obtener tonalidades superficiales (engobes) o en toda la masa con colorantes.

Los tipos más conocidos:

TEJA CURVA (COLONIAL)



TEJA FRANCESA



TEJA HOLANDESA



TEJA PORTUGUESA



TEJA ROMANA



TEJA PLANA TOSCANA



CERÁMICOS

Placas cuadradas o rectangulares para revestir paredes y para pisos. Los cuerpos cerámicos pueden ser gresificados (0 - 1% de absorción de agua) o porosos (12 -18 % de absorción de agua). Se fabrican por extrusión o prensado.



MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS

INTRODUCCIÓN

Las pastas cerámicas están constituidas generalmente por varios ingredientes, cada uno de los cuales contribuye a mejorar, o bien un aspecto del proceso de fabricación, o bien una propiedad del producto. Incluso las pastas más comunes de alfarería o de ladrillería, hechas con una sola arcilla, son realmente mezclas de diversas sustancias minerales, a veces no exentas de sustancias orgánicas y de carbono en distintas formas.

Una arcilla roja, por lo común está constituida por tres componentes: a) plastificante, b) árido o desgrasante, c) sustancia cementicia,

El **PLASTIFICANTE** está constituido generalmente por la fracción más fina de la roca arcillosa, situada ya dentro del margen coloidal.

Cumple las siguientes funciones:

- proporcionar el necesario nivel de plasticidad a la masa para hacerla moldeable
- aumentar la resistencia mecánica de las piezas, tanto en verde, como en seco, con el fin de hacerlas manejables durante los desplazamientos y operaciones antes de la cocción
- contribuir generalmente a aumentar la resistencia mecánica de las piezas cocidas.

El **ÁRIDO O DESGRASANTE** es una sustancia granular, de limitada acción química cuyas partículas tiene tamaños superiores a los característicos del estado coloidal.

Las partículas del desgrasante no experimentan contracción apreciable durante el secado de la masa. Durante la cocción, si las partículas son compactas sufren escasa o nula contracción y si son porosas, pueden experimentar contracciones importantes si la temperatura de cocción es alta.

Los **ÁRIDOS** cumplen esencialmente las siguientes funciones:

- limitar la contracción de la pasta tanto en secado como en cocido
- facilitar la eliminación de sustancias volátiles de la pasta
- disminuir el tiempo requerido para el secado o la cocción
- contribuir a la eliminación de microgrietas.

La **SUSTANCIA CEMENTICIA** es la que proporciona la adecuada resistencia mecánica a la pieza cocida.

La sustancia cementicia puede actuar formando uniones vítreas, uniones por sinterización en estado sólido o uniones por reacciones químicas que producen nuevos constituyentes.

Es muy frecuente que la fracción coloidal cumpla la doble función de plastificante y de sustancia cementicia.

Otro caso diferente sería el de una sustancia vítrea molida que se hubiese añadido a la pasta. Este vidrio actuaría seguramente en forma cementicia, pero contribuiría negativamente respecto de la plasticidad.

COMPOSICIÓN DE LA ROCA ARCILLOSA

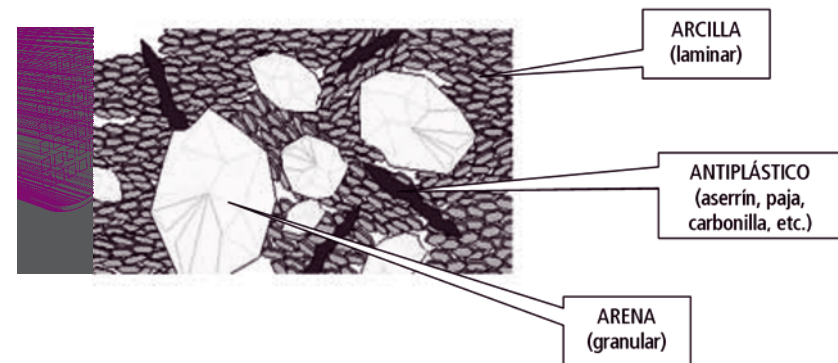
La importancia del estudio de la composición de las rocas arcillosas, radica en la variabilidad de las mismas, que puede ocasionar grandes cambios en la calidad del producto final si no se reajustan convenientemente los parámetros de fabricación.

Jamás se da el caso de que dos arcillas de diferentes yacimientos - aún con la misma génesis- resulten iguales al ser analizadas, ni se comporten de la misma manera al ser trabajadas. Inclusive, el material de un mismo yacimiento sufre variaciones a medida que avanza la explotación.

Las variedades están dadas por la diversidad composicional, genética y estructural de las arcillas y además por la participación de impurezas que las contaminan.

En síntesis, la roca arcillosa está compuesta de la siguiente manera:

- a) Minerales arcillosos (partículas laminares)
- b) Minerales de mayor tamaño de partículas (granulares) que las arcillas y de un comportamiento árido (no-plástico) en la masa cerámica
- c) Impurezas de mayores dimensiones (arenas gruesas, rocas, fósiles, madera, etc.)
- d) Sustancias químicas diversas



ARCILLAS

Existen varios tipos de arcillas que difieren principalmente en la estructura atómica y en el reemplazo isomorfo de átomos dentro de ella. Podemos mencionar: caolinita, halloysita, illita (hidromicas, cloritas), montmorillonita. Se caracterizan por su variada afinidad con algunos elementos químicos, por su diferente tamaño y forma de partículas y por su reactividad química.

Las arcillas para ladrillos son siempre mezclas de varias familias y se destacan por poseer partículas inferiores a 20 micrómetros y por tener una fracción menor de 2 micrómetros del orden de 15 a 45%.

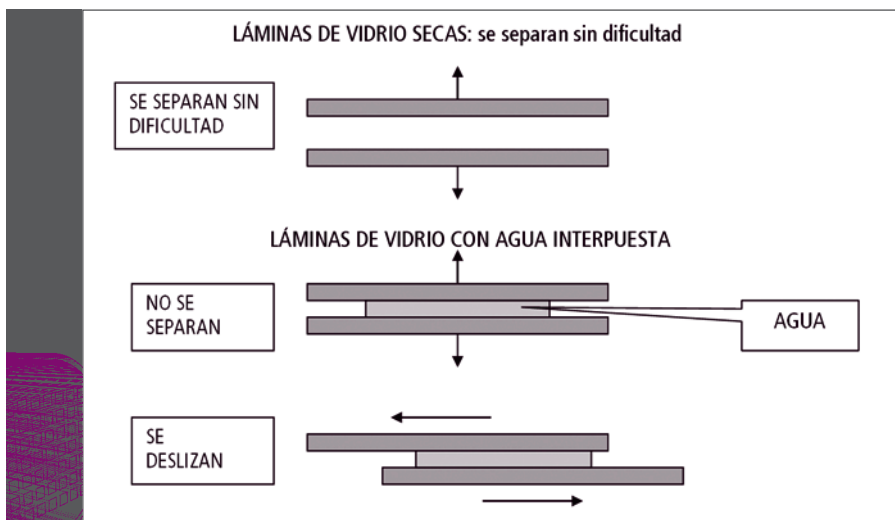
Como consecuencia de la variabilidad mineralógica, las arcillas tienen individualmente propiedades que las diferencian unas de otras, que condicionan la utilización que de ellas puede hacerse, en función de las propiedades que se deseen obtener en el cuerpo cerámico.

Las propiedades principales de las arcillas son:

Plasticidad:

Las arcillas mezcladas con una cantidad conveniente de agua, forman masas que pueden ser moldeadas y conservan la forma que le ha sido dada (comportamiento plástico)

El fenómeno de la plasticidad está íntimamente vinculado con la conformación de la fracción arcillosa y las propiedades coloidales que de ésta derivan. La afinidad de las arcillas con el agua da lugar a un hinchamiento característico de las arcilla húmedas respecto de las arcillas secas. El agua envuelve las partículas de arcilla y debido a su tensión superficial, permite su desplazamiento, pero no su separación,



Resistencia mecánica en crudo:

Los cuerpos arcillosos luego del secado conservan su forma y tienen resistencia a la rotura.

La resistencia puede variar entre los 30 - 60 k/cm², según sea la plasticidad de la arcilla.

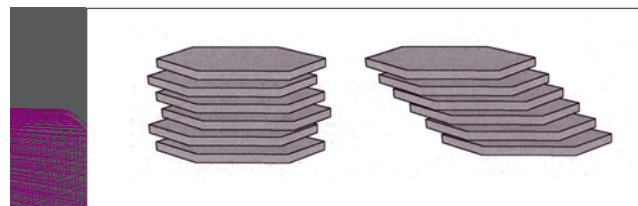
La resistencia mecánica en crudo es directamente proporcional a la plasticidad

Contracción:

La fracción fina, o arcillosa, por estar constituida esencialmente por partículas laminares, posee una extraordinaria capacidad para orientar sus partículas, en mutuo para-

lelismo, cuando la masa sufre deformaciones por acción de fuerzas externas y también cuando dichas partículas se depositan a partir de una suspensión.

El fenómeno de orientación, que tan acusadamente se presenta en las arcillas, tiene como consecuencia la aparición de variaciones diferenciales de volumen dentro de las piezas, tanto en el secado como en la cocción. Las máximas variaciones longitudinales se producen en la dirección perpendicular al plano de orientación. Durante el secado, la eliminación de las gruesas capas de agua que existen entre las laminillas de los apilamientos, produce una contracción más acusada en la dirección perpendicular a los mismos.



La contracción durante la cocción suele ser más acusada en dirección perpendicular a las laminillas, cuya morfología laminar persiste a pesar de las transformaciones termoquímicas que han tenido lugar previamente.

Rango de cocción:

Es el rango de temperatura en el que se forma la fase vítrea que sinteriza las partículas cristalinas que integran la microestructura del cuerpo cerámico.

La composición mineralógica y química de la arcilla influyen en la formación de fases líquidas durante la cocción, que determinan la porosidad y la resistencia mecánica del cuerpo cocido.

MINERALES NO ARCILLOSOS:

La microestructura global está constituida por granos gruesos (granulares) de minerales como: cuarzo, feldespato, mica, etc., dispersos en una matriz de partículas laminares de arcilla.

Cuarzo:

como componente de la roca arcillosa puede variar entre 15 y 30%. Su granulometría normalmente es superior a los 20 micrones.

Además de cumplir la función de árido regulador de la plasticidad y de la contracción en seco, actúa como regulador de la dilatación térmica del bizcocho

Carbonato de calcio y magnesio:

normalmente se encuentra en la roca arcillosa como carbonato de calcio. Pueden estar en granulometrías muy finas y subdivididas en la masa, o en forma gruesa en forma de protuberancias (grumos de cal). Otras veces como restos fósiles con forma

redondeada y de delgado espesor (conchas). Durante la cocción el óxido de calcio reacciona con otras sustancias silíceas y se forman silicatos de calcio. Si el tiempo de cocción es insuficiente o el tamaño del gránulo de cal es muy grande, éste no se transforma totalmente y queda como óxido de calcio que puede hidratarse y ocasionar un deterioro del cuerpo cerámico.

En la roca arcillosa los porcentajes de carbonato pueden variar entre 5 y 25%.

Óxidos metálicos:

los más comunes son el óxido ferroso y férrico y se encuentran en porcentajes variables que pueden llegar hasta el 10%

Feldespatos:

son compuestos silico-aluminosos con granulometrías muy finas, que se comportan como inertes hasta ciertas temperaturas donde reaccionan con la masa arcillosa

Micas:

son compuestos de estructura compleja, generalmente en forma de láminas doradas, que se comportan como inertes pero son responsables de la presencia de flúor en la roca arcillosa.

IMPUREZAS GRUESAS

De la cantera provienen gravas y rocas que se eliminan para no comprometer el funcionamiento de las máquinas.

La madera, fósiles y otras impurezas pueden crear problemas al producto en fase de fabricación.

La madera, las raíces se eliminan durante la preelaboración por medio de rejillas filtrantes.

SUSTANCIAS QUÍMICAS DIVERSAS

Sulfatos y sulfuros

sulfatos de sodio, potasio, magnesio y calcio. Las piritas pueden formar sulfatos por calcinación y provocar eflorescencias especialmente si hay una considerable cantidad de calcio como carbonato.

Cloro y fluor

pequeñas cantidades presuponen un problema

Compuestos orgánicos

están presentes en cantidades apreciables en la capa superficial de los yacimientos, que no deberían utilizarse nunca. Su presencia disminuye la porosidad del material y provoca roturas muy frecuentes durante el secado.

LOS DESGRASANTES

Una característica deseable de las masas arcillosas plásticas es que pierdan su agua con rapidez, produciendo contracciones de secado pequeñas y regulares. La contracción por secado está asociada a la naturaleza y a la cantidad de sustancia arcillosa, por tal razón la sustitución en la masa cerámica de una parte de la sustancia arcillosa natural, por otros minerales menos activos frente al agua, y cuyas partículas tengan incluso, tamaños mayores, va a provocar una disminución de este fenómeno físico.

Una arcilla que haya perdido sus propiedades plásticas por calentamiento a temperaturas elevadas, también ejerce funciones desgrasantes en la masa..

La diferencia esencial entre calcina (arcilla calcinada) y chamote, es que la primera ha sido calcinada a temperaturas inferiores a la temperatura que se va a cocer la pasta cerámica, y el chamote a sido calcinado a temperaturas superiores.

Los materiales con propiedades desgrasantes, están constituidos por gránulos que permanecen inertes en la fase de secado y que, tal vez reaccionan en la fase de cocción con la masa formando nuevos componentes.

Se usan generalmente:

- arenas de granulometría comprendida entre 50-500 micrones
- chamotes de granulometría entre 80-800 micrones. Es el material de descarte de cocción, molido a continuación.
- Aserrín de maderas: facilita el secado, disminuye los consumos de combustible y mejora la aislación térmica porque aumenta la porosidad del cerámico.
- Cenizas volantes: procedente de hornos de centrales termoeléctricas, contiene algo de carbón .
- Arcillas calcinadas a 600-700°C, se comportan como un material inerte.

Los desgrasantes se usan para reducir:

- excesiva contracción de secado
- nudosidades y estructuras debidas al moldeo
- fisuras de secado y escamado
- hinchamiento por cocción
- corazón negro

En los granos del desgrasante hay que considerar:

- régimen de DILATACIÓN-CONTRACCIÓN durante el intervalo de temperaturas a que va a ser sometido con especial atención a su: magnitud, sentido y reversibilidad.
- DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑOS de partícula
- REACTIVIDAD con respecto al sustrato arcilloso que le va a rodear y a su capacidad de formar compuestos cristalinos o sustancias vítreas en esa interacción
- REFRACTARIEDAD con respecto al sustrato arcilloso
- FUSIBILIDAD Y VISCOSIDAD a la máxima temperatura de cocción

En la sustancia arcillosa, que actúa de plastificante, hay que considerar:

- CONJUNTO DE PROPIEDADES EN FRÍO, tales como: plasticidad, contracción de secado, etc.

- RÉGIMEN DE DILATACIÓN-CONTRACCIÓN durante la cocción
- PROPIEDADES MECÁNICAS determinadas en probetas cocidas a diversas temperaturas

En el conjunto de la masa cerámica, también se deben considerar los siguientes aspectos:

- **DESAJUSTES DIMENSIONALES POR ACCIONES TÉRMICAS:** Este parámetro incide negativamente sobre las propiedades mecánicas. Ocurre entre los granos de los desgrasantes y la matriz arcillosa que los rodea. Ejemplo: cuarzo y arcilla.
- **PRESIÓN DE MOLDEO:** La presión utilizada para moldear en seco o semiseco las piezas cerámicas contribuye a configurar la microestructura en crudo por deformación plástica de las regiones más ricas en arcilla, por acciones generales de desplazamiento y empaquetamiento de la materia y, en algunos casos por aplastamiento y fractura de gránulos de desgrasante de débil resistencia mecánica
- **CICLOS DE HUMIDIFICACIÓN Y SECADO:** Estos ciclos originan expansiones y contracciones en las piezas al tomar o eliminar la humedad. Como las piezas están formadas por sustancias más sensibles a la humedad (arcillas) y otras menos sensibles (aridos), las variaciones dimensionales producidas tienen carácter diferencial y producen tensiones.

INFLUENCIA DE LA COMPOSICIÓN DE LA MATERIA PRIMA EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO.

RESISTENCIA MECÁNICA

A) RESISTENCIA MECÁNICA DEL PRODUCTO SECO

Depende del

- **PORCENTAJE DEL COMPONENTE "ARCILLOSO", DEL TIPO DE ARCILLAS QUE LO COMPONEN Y DE LAS DIMENSIONES GRANULOMÉTRICAS DE LAS MISMAS.** La superficie de contacto de las partículas de arcilla son las que desarrollan las fuerzas de unión, la actividad química, el intercambio iónico, la mayor afinidad con el agua, por lo que a este respecto, tienen mayor importancia las montmorillonitas que las illitas y caolinitas.
- **"ELECTROLITOS BÁSICOS" (NaOH, KHO, Na₂CO₃, NaCl, OTROS COMO "LIGNOSULFONATOS",** manifiestan acciones dispersivas de las partículas elementales, acciones de reducción de la cantidad de agua absorbida por las mismas y de aumento de las fuerzas de atracción.
- **Indirectamente también influyen VARIABLES DE PROCESAMIENTO**

B) RESISTENCIA MECÁNICA DEL PRODUCTO COCIDO

Las fuerzas de cohesión del producto cocido son muy superiores a las del producto seco, porque durante la cocción tienen lugar reacciones químicas, se desarrollan nuevas estructuras cristalinas, fusiones parciales, variaciones de volumen, es decir se forman otras uniones más fuertes.

Directamente la resistencia mecánica depende de:

- **"LOS PORCENTAJES ARCILLOSOS Y SU DIMENSIÓN GRANULOMÉTRICA", que tiene mucho que ver con la reactividad, que acelera las reacciones de cocción.**
- **"COMPOSICIÓN QUÍMICA", de los alcalinos y alcalinotérreos que influyen en la formación de fases líquidas, y favorecen las transformaciones químicas y recristalizaciones.**
- **Indirectamente mejora la resistencia , todas aquellas ACCIONES QUE PROPICIAN UNA MAYOR COMPACTACIÓN DE LOS GRÁNULOS de las materias primas, es decir una mayor densidad aparente.**

POROSIDAD, ABSORCIÓN DE AGUA Y CONTRACCIÓN

EN EL ESTADO CRUDO la porosidad de un ladrillo depende de la distribución granulométrica de las MP. y del procesamiento utilizado.

La contracción, además depende de la orientación de las partículas

EN ESTADO COCIDO, la porosidad y la absorción de agua de un ladrillo depende:

- la porosidad del cuerpo crudo

- formación de fases líquidas
- la reorganización de las estructuras cristalinas internas, que dependen de la composición mineralógica y de la granulometría.

La contracción, además depende de la orientación de las partículas en crudo

PERMEABILIDAD Y HELADICIDAD

Ambas características están vinculadas a la porosidad del producto.

La permeabilidad al aire y al vapor son beneficiosas para un ladrillo, no así al agua.

Cuando el agua es absorbida por los poros y por razones climatológicas ésta se congela, aumenta de volumen y puede provocar tensiones y roturas en el cuerpo cerámico.

La heladicidad depende de la dimensión y de la distribución de los poros, de la resistencia mecánica del material y de su elasticidad respecto de las posibles tensiones que se produzcan.



Ladrillos deteriorados por el fenómeno de heladicidad

COLOR

El color rojo de los ladrillos es debido principalmente a la oxidación de los compuestos de hierro (porcentajes mayores de 4), que se encuentran al final de la cocción como óxido férrico.

Los contenidos altos de alúmina atenúan el color rojizo.

El óxido de calcio y magnesio tienden a combinarse con el hierro para formar silicatos dobles de hierro y calcio de color blanco y crema. Esto no ocurre si en la atmósfera del horno hay presencia de azufre, dado que entonces se forman en la superficie sulfatos de calcio, que pueden causar eflorescencias.

El color azul o azul-negro es debido a la presencia de óxidos ferrosos, en condiciones reductoras de cocción.

EFLORESCENCIAS

En las superficies exteriores de los ladrillos se forman depósitos de sales que presentan colores y manchas no deseadas.

El ladrillo cocido absorbe humedad del agua de lluvia, entra en su interior disuelve las sales y cuando se vaporiza en la superficie, deja cristalizar las sales.

La mayor parte de las eflorescencias se deben a sulfatos (Na, K, Ca, Mg, Fe)

El ladrillo en la obra está contaminado de sales solubles procedentes de los materiales puestos en contacto (mortero, aditivos p/mortero, etc.)

El ingrediente más importante es el azufre que frecuentemente está contenido en la materia prima o procede exteriormente de los gases del horno.



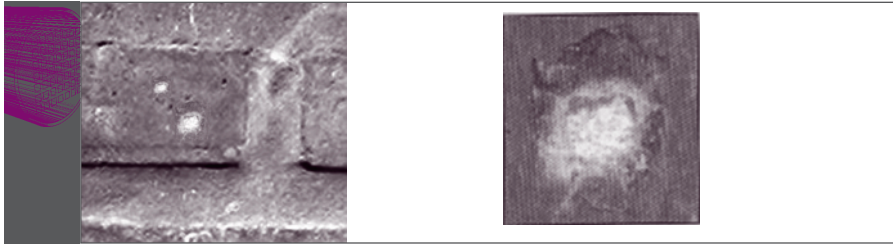
Eflorescencia de sulfato de magnesio

GRUMOS DE CAL

Son los gránulos de cal (CaCO_3) bien visibles que pueden derivar de conchas, arenas calcáreas o de la molienda.

Durante la cocción la cal se disocia en CO_2 y CaO , este se humedece posteriormente, se hidrata como hidróxido, con el consiguiente aumento de volumen. La presión ejercida por el gránulo en el material que lo circunda supera la resistencia mecánica y produce escamados en forma de crater.

Si la cantidad de gránulos supera el 8-10% y las dimensiones de los mismos son relativamente grandes, se verifica la desintegración del cuerpo. Si el ladrillo se moja abundantemente luego de la cocción y el agua logra penetrar rápidamente al interior, parece que no se forma cal hidratada, sino lechada de cal, dotada de una cierta fluidez, que logrando penetrar en los orificios contiguos reduce la presión debido al aumento del volumen.

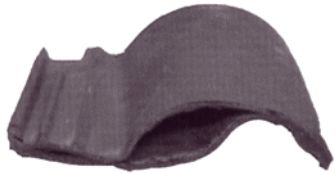


ESCAMADOS E HINCHAMIENTOS

Estos defectos están provocados por elevadas presiones en el interior de los tabiques de los productos, a causa de la formación de gas.

Estos fenómenos son debidos:

- baja porosidad de la MP.
- alta velocidad de calentamiento
- formación de gran cantidad de gas
- espesores gruesos de los tabiques



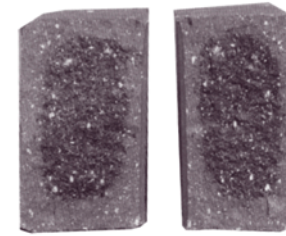
Están sometidos a estos fenómenos los materiales que contienen mayores porcentajes de arcilla de granulometría finísima, con contenidos de agua residual, de cristalización, carbonatos o sustancias orgánicas, o cuando la velocidad de calentamiento es elevada.

La adición de desgrasantes logra siempre resolver este problema.

CORAZÓN O NÚCLEO NEGRO

Cuando la masa de material no se oxida totalmente a causa de la combustión de sustancias orgánicas comprendidas en el material, aparecen manchas negras o grises que permanecen en el interior del espesor de los tabiques.

Para la formación de corazón negro se requiere a la vez la baja porosidad del material como la velocidad de cocción, ya que se forma superficialmente una corteza impermeable por encima de los 800°C.



Se ha demostrado que la oxidación es más fácil con temperaturas entre 600-800°C, por lo que es importante para estos materiales una mayor permanencia en este intervalo de temperaturas.

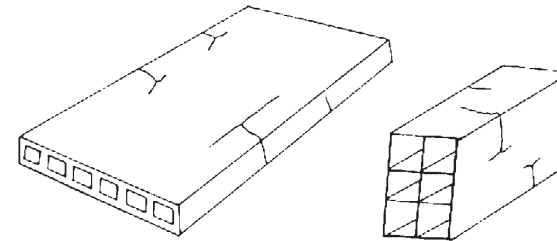
La adición de aditivos (amoníaco) disminuye el efecto. Los desgrasantes a menudo lo eliminan.

GRIETAS O ROTURAS CAPILARES

Se encuentran frecuentemente en las tejas, es decir en productos cargados en paquetes muy densos, o en productos de grandes dimensiones. La causa principal es la transformación del cuarzo alfa a beta que ocurre a 573°C.

El desgrasado con arenas silíceas puede aumentar el riesgo de fisuras capilares.

El sonido sordo que se percibe con un golpe indica la presencia de una fisura que no se podría detectar visualmente.



Fisuras de calentamiento

NOTAS:



INTI

50
ANIVERSARIO
1957-2007

Instituto
Nacional
de Tecnología
Industrial



Unión Europea

Proyecto Mejora de la Eficiencia y de la Competitividad de la Economía Argentina

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO (SEGEMAR)

MATERIAS PRIMAS

MINERALES

Fabricación de ladrillos



INTI

50
ANIVERSARIO
1957-2007

Instituto
Nacional
de Tecnología
Industrial



Unión Europea

Proyecto Mejora de la Eficiencia y de la Competitividad de la Economía Argentina