

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

631 - 15 FABRICACION DE LADRILLOS EN EUROPA

Conferencia pronunciada por Don Francisco Arredondo Verdu en el Instituto de Ingenieros Civiles, el 27 de Noviembre de 1953

- - -

Una ilustre personalidad de las letras españolas afirma que él es enemigo declarado e irreconciliable de las conferencias y que procura eludirlas siempre que puede. Pero que si en algún caso no tiene más remedio que acudir a una de ellas lo hace desde luego como conferenciante pero nunca jamás como oyente.

Según esta opinión en estos momentos llevais la peor parte, cosa notoria por otro lado no sólo por la insuficiencia del disertante sino porque realmente parece una temeridad que hable sobre fabricación de ladrillos una persona que en su vida ha fabricado ni uno solo. Por otra parte vosotros sois fabricantes de ladrillos y yo no, y mi calidad de investigador de materiales de construcción hace que nuestros puntos de vista sean distintos, que nuestros métodos de estudio discurren por caminos diferentes, que un mismo hecho pase inadvertido o sea de un valor inapreciable.

Me cabe la tranquilidad de que estas dificultades - que ahora os expongo se las presenté al Director de la Revista "Ladrillos y Tejas" al invitarme a dar esta conferencia. El me animó a dárla asegurándome que precisamente por ser puntos de vista diferentes los vuestros y el mío era de una gran utilidad para vosotros el conocer como se enfocaban desde la po-

sición neutral del investigador los problemas de la industria cerámica. La primera dificultad me la resolvió basándose en el castizo dicho español de que "quien hace un cesto hace ciento" y asegurándome que, por no ser la primera vez en que me atrevo a hablar de fabricación de ladrillos, nada pasaría si otra vez lo hiciera.

Mi afición a las cosas cerámicas, mi amistad con muchos de vosotros y la insistencia del Director de dicha Revista sirvieron para convencerme y aquí estoy; pero espero de vuestra amabilidad que no consideréis esta reincidencia como circunstancia agravante para mi delito de osadía.

Para un técnico un viaje de estudio tiene siempre un marcado interés ya que ver resolver problemas que nos son familiares con criterios y medios diferentes a los nuestros y en focar los problemas desde puntos de vista distintos puede ser de un valor inapreciable en un momento determinado.

Un examen imparcial nos ha permitido ver en los diversos países las características de la producción cerámica para construcción, sus adelantos y ventajas y también sus deficiencias y la forma en que se tiende a eliminar estas. Aun cuando no sea posible entrar en detalles nos hemos hecho cargo de las características generales de la situación y de las principales directrices para el futuro. Además el contacto de las Organizaciones profesionales europeas ha puesto de manifiesto un espíritu colectivo que, por encima de las diversas modalidades nacionales, nos une a todos en un esfuerzo común, en el que las tendencias análogas y los puntos de contacto son mucho más numerosos que las divergencias.

El viaje, de algo más de 5.000 Km, estaba maravillosamente planeado pero su iniciación fué fatal. A las tres horas de salir de Madrid una avería nos detuvo, y no vamos a entrar en detalles pero solo os diré que llegamos a San Sebas-tián a las 6 menos 10 de la madrugada en vez de a las 8 de la tarde del día anterior como estaba previsto. Esto ya fué gra-ve pero hubo otra cosa peor: en cualquier grupo de viajeros al que dirigía mi pabellón auticular la única conversación era... ¿Os lo figurais? ¡De ladrillos!.

Figuraos lo horroroso que debe ser hacer un viaje de tres semanas en un autocar con refrigeración insuficiente en su motor y sin ver, ni oír, ni hablar mas que de ladrillos. Pero la Divina Providencia que cuida de los pájaros y de las flores cuidó también en esos momentos de los viajeros y todas las dificultades se solucionaron gracias a un hábil mecánico y a dos bellas damas que con su presencia pusieron la nota de gracia y simpatía en nuestro peregrinar por Europa.

Como resumen general de las visitas a las fábricas puede decirse que, aunque se han visitado fábricas de muy distintas características, en general los productos obtenidos son de mejor calidad que los fabricados en España. Bien es ver-dad que pocos datos tenemos para afirmar la mejor o peor calidad de los ladrillos por solo las visitas a unas cuantas fábricas; pero su aspecto externo ya es un gran índice de la calidad, y su uniformidad de forma y coloración, su sonido y el aspecto de la rotura acaban de completar el cuadro.

Por otra parte en la figura 5 podeis ver la manio-bra de carga de un camión en una fábrica belga. La vagoneta es

volteada y los ladrillos caen en montón sin sufrir deterioro apreciable. No creo que esto sea frecuente en España; aunque algunos de nuestros ladrillos permitan esta maniobra en general hay que apelar a la cadena de peones, quienes con su clásico 11, 12, Toledo, 14, etc. completan el camión con un coste mucho más elevado sin duda.

Hemos podido comprobar también una marcada tendencia al ladrillo hueco de dimensiones grandes. Se que en España hay muchas fábricas en condiciones de producirlos pero dificultades que no acierto a explicarme lo impiden.

La mejor calidad de los productos a que me acabo de referir puede atribuirse, en primer lugar, a una mejor calidad de las materias primas, pero sobre todo a una mejor preparación de las tierras.

Es sabido que una mezcla óptima debe poseer ciertas características como son: una plasticidad que haga fácil su moldeo, una contracción por secado que no pase de ciertos límites, etc. El conocimiento de las curvas características que nos ligan dilataciones y contracciones, pérdidas de peso, - temperaturas, etc. nos permitirá hacer correcciones a la mezcla primeramente establecida.

Claro es que la documentación relativa a un tema de tal importancia es escasa debido sin duda a la complejidad - del problema producida por las innumerables variedades de arcilla utilizadas y a la diversidad de medios mecánicos puestos a disposición de las fábricas para las operaciones de preparación, moldeo, secado y cocción.

Puede ocurrir con frecuencia una variación en las ca

racterísticas de la tierra dentro de una misma cantera y con mucha más razón si se utilizan varias canteras y entonces puede pasarse de una tierra buena a otra de calidad deficiente, pero es posible compensar estas deficiencias del material mediante mezclas con otras arcillas, o bien por tratamiento mecánico o por tratamientos químicos diversos; esto es posible gracias a los conocimientos que tenemos actualmente de la fisico-química de los silicatos. Pero para realizarlo es necesario que el ceramista "práctico" abandone su empirismo y estudie con los medios puestos a su disposición por una doctrina científica moderna, la mejora de su producción y la disminución de sus precios de coste.

Muchas veces se encuentran defectos en las piezas después del secado, que se atribuyen a este proceso y que en realidad se deben a una defectuosa preparación de las tierras pues una mezcla imperfecta, por ejemplo, puede situar porciones de tierra que presenten una gran contracción junto a - otras que presenten una contracción mínima y entonces la rotura se produce sin remedio. La dosificación del agua y su reparto homogéneo tiene también una gran importancia y para - comprobar la cantidad existente en una mezcla hemos visto un aparato en la casa Händle que están modificando ahora para - hacerlo más perfecto y que no solo dé una indicación en este sentido, sino que además actúe sobre la admisión de agua en la amasadora.

Es verdad que hace muchos siglos que se están haciendo ladrillos y que aquellos ladrilleros de las civilizaciones primitivas no tenían ni la más remota idea de la mont

morillonita, ni de la química del silicio, ni de las curvas de deshidratación, ni de los gradientes de temperatura; y sin embargo hacían ladrillos. Pero también es una realidad que la industria cerámica tiene que evolucionar hacia un aumento de su calidad y de su productividad, con la fabricación de productos nuevos que puedan competir con los materiales modernos, y el primer paso para este aumento de calidad es partir de una tierra mejor, porque ella lo sea naturalmente o porque la hayamos corregido por un procedimiento adecuado. Esta misma opinión la expresaba el director de una de las fábricas visitadas quien, para significar la importancia que tenía la primera materia en las cualidades del producto terminado, decía, haciendo una reverencia versallesca "¡Oh! Madame La Terre".

En cuanto a la explotación de canteras hemos podido ver que si la fábrica tiene una producción importante y sobre todo si la potencia del banco de arcilla es de varios metros, se usa preferentemente la excavadora de cangilones (fig. 6). Sin embargo hemos visto algunas fábricas importantes con canteras explotadas a mano por el procedimiento que se ve en la fig. 7 y que a pesar de ser rudimentario es de un rendimiento considerable.

Muchas de las fábricas visitadas, especialmente las de tejas, tienen pudrideros con capacidades diferentes según las fábricas. Pero lo tengan o no todas las fábricas realizan una preparación mecánica importante con amasados repetidos y reiteradas laminaciones, lo que produce una homogeneización y reparto de humedad excelente.

En algunas fábricas la nave de preparación y moldeo

es un alarde de maquinaria y una profusión tal de hierro que decía un compañero de viaje que al entrar allí dudaba si entraba en una fábrica de ladrillos o en la sala de máquinas de un acorazado moderno. Podeis ver esto en las figs. 8, 9 y 10 entre las que no hallareis grandes diferencias; las dos primeras corresponden a fábricas de ladrillos y en la tercera - puede verse el río Sena por el hueco del ascensor de la torre Eiffel.

Es también norma general la reducción del trabajo humano mediante la utilización al máximo de maquinaria que unas veces es de fabricación casera y rudimentaria fig. 11, otras veces maquinaria conocida y sancionada por la experiencia como el cargador automático para material hueco que veis en la fig. 12 y que es el único en el mundo (con dos cambios de dirección en el material en vez de uno como es lo normal), y otras, en fin, dispositivos sencillos que facilitan y dan velocidad al trabajo (fig. 13).

Es muy frecuente el empleo de las prensas de vacío y es natural que su uso se extienda. Me explicaré.

La principal causa de la formación de estratificaciones en el moldeo de la arcilla es la hélice de las prensas. Veamos la fig. 14, muy expresiva, tomada de una comunicación de Ludivici en el congreso internacional de cerámica de París. En la extremidad de la hélice la arcilla entra en la boca del cilindro en forma de espiral. Pero en la boca del cilindro, la sección rectangular de esta espiral es no solamente reducida progresivamente, sino a consecuencia de esta reducción, es estirada en forma de cinta dando lugar a una

espiral cónica. Si cortamos esta espiral perpendicularmente al eje de la hélice, como hacemos para obtener un ladrillo macizo, veremos una formación análoga a la del diafragma de una máquina fotográfica. La deformación de esta figura al pasar a la forma rectangular produce las clásicas fisuras en forma de S, no perceptibles a simple vista mas que después del ensayo de hielo y deshielo. Es decir la soldadura entre las distintas -capas de arcilla no es perfecta y únicamente, se evitará la estratificación en el producto cocido si la adherencia entre las capas de arcilla tiene un valor análogo al de la cohesión del material. La relación "adherencia/cohesión" será un coeficiente que nos permitirá conocer la calidad del producto y cuanto más se separe de 1 más peligrosa será la pieza cuando se use en climas con alternancias de hielo y deshielo. Conforme se aumenta la latitud más probable es encontrarse con estos climas y por consiguiente más lógico es el uso de la prensa de vacío que evita la formación de esta laminación, eliminando -por tanto los riesgos a ella inherentes.

Nada vamos a decir de las características que comunica el vacío a una arcilla. La fig. 15 es muy clara y demuestra lo que se puede hacer con una galleta para teja tratada -por vacío, sin que se produzca la más mínima fisura.

Hemos visitado fábricas con secaderos naturales de gran extensión; una de ellas en Bélgica con un secadero de 10 Km de longitud, y que es el que podeis ver en las figs. 16 y 17, pero la mayoría de las fábricas tienen secaderos artificiales.

Es un error creer que en países fríos no puede uti-

lizarse el secadero natural. Es muy importante la elección del mejor sistema de secadero según la naturaleza de las tierras y de los productos que se han de fabricar y una vez elegido el tipo es necesario saber adaptarlo a las exigencias particulares de la fabricación. Todos estáis de acuerdo en que un secado rápido exige muchas más precauciones que un secado natural.

De las experiencias de laboratorio realizadas, H. Duhrkop deduce que la contracción cesa un poco antes de haber alcanzado el equilibrio ponderal y que la contracción decrece al aumentar la velocidad del secado. El explica este hecho basándose en la diferencia entre los contenidos de agua de la superficie y del núcleo. En tanto que la velocidad de evapora-ción del agua de la superficie no pase de la velocidad con que el agua contenida en el núcleo llega a la superficie, la diferencia de contenidos de agua no será importante. Pero si el agua de la superficie se evapora más deprisa se formará una costra superficial seca en tanto que el núcleo está todavía empapado en agua; esto lleva consigo un retraso en la contracción de esta costra superficial quedando sometido el núcleo a compresión y la costra a tracción y si la diferencia de contenidos de agua es importante se fisurará la costra. Después, cuando el núcleo se seque habrá otro retraso de contracción y como las fisuras de la costra no podrán cerrarse completamente las tensiones locales cambiarán de signo y se producirán compresiones en la corteza y tracciones en el núcleo que a su vez se fisurará. Como vereis, si esta explicación de la disminución de la contracción al aumentar la velocidad del secado es correcta, podemos deducir que una velocidad excesiva en el secado rebaja considerablemente la calidad de los productos.

Sin embargo, he leído recientemente los resultados de las investigaciones de Loundina sobre la reducción de la duración del secado mediante un calentamiento previo de la arcilla por vapor de agua. Según este autor los efectos fundamentales de tal precalentamiento son:

- a) Una reducción del gradiente de humedad en el interior de los productos en curso de secado, es decir, una repartición uniforme del agua en la masa, con la consiguiente disminución de las tensiones debidas a la irregularidad de contracción;
- b) una intensificación de la difusión capilar, debida a la menor tensión superficial y a la menor viscosidad del agua caliente, lo que lleva consigo un aumento de la velocidad de eliminación de agua;
- c) un cambio de dirección de la difusión térmica de forma que el flujo de calor se realice desde el interior al exterior, o sea, en la misma dirección que el agua.

Parece ser que la reducción de la duración del secado observada en ensayos industriales o en fábricas que han utilizado este procedimiento varía del 30 al 50%.

No he comprobado este procedimiento pero según dicen mejora la plasticidad y el poder ligante de las arcillas así como algunas características físicas de los productos cocidos como son densidad y resistencia que son aumentadas.

Todos los defectos de los productos debidos a una preparación insuficiente o equivocada se agravan en el secadero artificial, se pongan o no de manifiesto, como hemos di

cho anteriormente. Hemos visto que la producción eficiente de un secadero artificial exige instalaciones modernas y eficaces de preparación de la arcilla.

Me parece que en todas las fábricas visitadas existe el molino de muelas que es un elemento básico para una buena preparación porque tritura la tierra de forma eficaz destruyendo el efecto perjudicial de muchas de las impurezas. Además esta máquina que realiza el trabajo más duro de toda la preparación contribuye a disminuir el esfuerzo de las máquinas siguientes. Por otra parte una fábrica moderna que trabaja ininterrumpidamente durante todo el año debe ser independiente de las condiciones atmosféricas.

Entre los secaderos artificiales que hemos visto la mayoría son secaderos de cámara de los tipos que todos conocéis; pero el secadero túnel se va abriendo paso y se utiliza más cada día con todas sus ventajas e inconvenientes contando se entre estos sus dificultades para el secado de una producción poco uniforme ya que las exigencias de piezas poco homogéneas son difíciles de coordinar durante un secado conjunto. La fig. 18 representa el cuadro de control de un secadero en una fábrica alemana. Creo que en ninguna fábrica española se lleva el más mínimo control en esta fase tan fundamental y delicada de la fabricación cerámica.

En cuanto a cocción sigue usándose el horno Hoffmann con preferencia a todos los demás aunque el horno zig-zag es también muy empleado sobre todo por la facilidad que presenta para la carga y descarga, cuyas dificultades son atenuadas en muchos hornos Hoffmann por medios mecánicos.

En todo el recorrido no hemos visto mas que un horno túnel, cosa nada extraña dado su alto coste de instalación, dificultades de puesta a punto, gastos de conservación, etc.

Lo mismo que acabo de decir para el secadero túnel puede decirse también para el horno de este tipo. En una fábrica que tiene que producir piezas de tipos muy distintos es de una gran complicación el uso del horno túnel que en cambio se presta admirablemente a una producción única, uniforme y homogénea.

En casi todas las fábricas ejercen un control perfecto del horno, no solo informativo sino activo, pues según varia la temperatura del horno varia automáticamente la alimentación de carbón, eliminando así la variable "hornero" que cambia normalmente tres veces al día. En la fig. 19 puede verse el panel de control de un horno Hoffmann.

Las transformaciones fisico-químicas que se observan durante una cocción cerámica se desarrollan en fase sólida o en fase pastosa. No son en general fenómenos instantáneos sino que tienen por el contrario una duración determinada. Es decir el resultado es función a la vez de la temperatura y del tiempo.

Hay transformaciones que no pueden ocurrir si no se ha llegado a una determinada temperatura mínima en cambio pueden ocurrir transformaciones no deseables si se pasa de una temperatura máxima; el proceso de cocción puede limitarse así en una zona determinada de temperatura entre un mínimo y un máximo que no pueden ser sobrepasados. Por ejemplo una arcilla que contenga caliza requiere una temperatura mínima de cocción

por debajo de la cual la caliza aunque esté finamente dividida e íntimamente mezclada, al transformarse en cal no se combina con la arcilla y es muy perjudicial para los productos cocidos. Pero por encima de otra determinada temperatura el ladrillo puede deformarse.

Además, cuando una transformación cerámica puede producirse, la rapidez de esta transformación crece con la temperatura, es decir que se puede obtener una misma transformación determinada con una temperatura elevada durante un tiempo corto o con una temperatura menor durante un tiempo largo. Pero no existe proporcionalidad entre los dos fenómenos y una elevación de temperatura relativamente pequeña puede acortar considerablemente la duración de una reacción o de una transformación; por ejemplo, la viscosidad de las pastas disminuye rápidamente cuando la temperatura se eleva y un exceso de temperatura puede producir deformaciones importantes en las piezas en cocción. El límite máximo de temperatura puede determinarse experimentalmente con una piro-prensa realizando el ensayo de deformación bajo carga.

Una fluctuación de la temperatura, cosa que puede ocurrir fácilmente en una cocción cerámica, será poco grave si la marcha de la cocción es lenta y la temperatura débil pero podrá ser desastrosa si nos encontramos en la zona de altas temperaturas.

Nos encontramos entonces ante la disyuntiva de utilizar una cocción lenta, que lleva consigo una seguridad en el producto obtenido, o una cocción rápida, con mejor rendimiento y mayor economía, pero que exige más vigilancia.

Además pueden producirse fenómenos accesorios instantáneos a temperaturas fijas, en ostensible oposición de los fenómenos principales del proceso de que nos estamos ocupando. Tal es el caso de la transformación del cuarzo que a 573°C aumenta o disminuye aproximadamente en el 1% de su volumen y que produce a veces la destrucción del material que lo contiene. El paso por este punto es muy delicado y debe por tanto observarse una velocidad de cocción perfectamente determinada.

Con todo esto quiero decir que un alto rendimiento sólo puede alcanzarse mediante una conducción lógica del horno y un control extremado de las temperaturas.

El control de las fábricas a que me acabo de referir se hace disponiendo varias cañas pirométricas en puntos característicos del horno que, además de inscribir en un gráfico las curvas correspondientes, actúan mediante relés sobre la alimentación del carbón.

Hemos de citar con satisfacción que también este sistema automático lo hemos visto en la única fábrica española que visitamos y que es también la única fábrica de todas las visitadas que dispone de un laboratorio que, aunque rudimentario, ha dado ya mucho fruto y aun se espera de él mucho más.

En algunas fábricas el control del horno se realiza mediante medición de la deformación de la carga y en otros nos dijeron que utilizan un pirómetro óptico que apareció, enfundado y empolvado, después de una larga espera. Esto hace suponer que lo utilizan para enseñárselo a las visitas pero no para seguir de cerca el proceso de cocción.

No es tan frecuente el control del tiro que tan solo lo hemos visto en 2 ó 3 fábricas y en ninguna hemos visto realizar el control de la combustión, mediante la determinación del oxígeno de los humos cosa sencillísima y que puede ser un dato valioso en poder del hornero. Como sabeis, si la combustión se hace con un exceso de aire el aprovechamiento del combustible puede ser total, pero la pérdida del calor, en forma de calor sensible del humo que sale por la chimenea, será de cierta importancia. Si falta aire lo que saldrá por la chimenea será el combustible mismo sin quemar. Interesa - pues controlar exactamente la proporción de aire cosa que puede hacerse con un analizador de oxígeno, uno de cuyos tipos - consiste en un puente de Wheatstone en una de cuyas ramas está intercalada una resistencia cuyo valor es función de la cantidad de oxígeno que contiene la ampolla en que está montado, y se obtiene por este medio una variación de corriente proporcional a la cantidad de oxígeno libre en los gases de salida del horno, pudiendo así el hornero, conocer con un retraso de medio minuto, aproximadamente, el estado de la atmósfera en la zona de cocción y puede por tanto mantener esta en las mejores condiciones casi constantemente.

La fabricación cerámica exige cada día una mayor perfección. Incluso los más pequeños defectos se notan en seguida y la sanción del éxito o del fracaso llega sin retraso. Aplicado el ceramista constantemente a resolver cuestiones - prácticas, cede a veces a la tentación de descuidar algo el aspecto científico de la cuestión, de preferir los procedimientos empíricos a las soluciones teóricas. Obligado a menudo a obedecer a consideraciones administrativas y económicas, se expo

ne poco a poco a olvidar la consideración científica de los - problemas y a absorberse demasiado exclusivamente en la zona de los intereses inmediatos, con detrimento de puntos de vista superiores, quizá menos inmediatamente útiles, pero más - universales y por tanto de mayor alcance.

Estareis de acuerdo conmigo en que la industria cerámica está lejos de ser una industria con sólidos fundamentos científicos. Esto es el resultado lógico de la naturaleza del material, de la organización de la industria y de que el producto se venda a 25 céntimos por kilogramo. Si un profano entrara en la fábrica de uno cualquiera de vosotros y observara el proceso de fabricación, desde la extracción de la arcilla hasta que el ladrillo cocido es colocado en el camión, le parecería irrisorio este precio, y sin embargo es una realidad. Y por esta realidad es perfectamente comprensible que no podéis tener en cada fábrica un equipo investigador, lujo que solo se puede permitir alguna superindustria extranjera. Pero sí es posible la formación de laboratorios comunes, regionales o generales que producirían un beneficio considerable y un poco a la larga un rendimiento económico apreciable; y esto es ineludible porque el campo de la industria de la cerámica de construcción ha sido invadido de lleno por la ciencia desde - que hace unos 20 años se deshizo el mito de la composición coloidal de la arcilla al comprobar con medios de investigación poderosos que dicha roca está formada por diminutos cristales de unos cuantos minerales de composición y estructura conocidas, por lo menos en sus características principales. Bien es verdad que esta arcilla estudiada no es la que utilizáis en - vuestras fábricas. La materia prima de los ladrillos que uti-

lizamos es mucho más compleja debido a la cantidad y variedad de impurezas que contiene y su estudio por consiguiente es arduo y complicado.

Pero esta necesidad de control y de investigación no se siente solo en España: es universal; y en Francia ha venido a resolverlo la S.P.P.F.T.C. cuyos laboratorios he visitado de tenidamente admirando su instalación y métodos y del que no voy a hablar pues se ha escrito mucho sobre él y fué minuciosamente descrito en la conferencia que pronunció el Sr. Moreno Abecia hace aproximadamente un año en el I.T.C.C.

Quizá penseis que por mi calidad de investigador doy una excesiva importancia a la fabricación sobre una base científica y al control para obtener unos productos de calidad y uniformidad excelentes. Y a lo mejor teneis razón. Pero es - que me preocupa el futuro de los ladrillos y celebro extraordinariamente esta ocasión para desahogarme y contaros mis inquietudes.

Para un futuro próximo las perspectivas no son alarmantes pues si pensamos en la crisis mundial de la vivienda - comprenderemos que la industria de los ladrillos tiene un gran papel que cumplir. Pero ¿Y después?.

Durante siglos la cerámica de construcción no ha tenido competencia posible pero ahora si la tiene y frente al anciano y venerable ladrillo se encuentra el cemento en toda la plenitud de su vida y energías y los adolescentes hormigones ligeros que con su espíritu juvenil y de lucha pueden dar serios disgustos.

He visto casi palidecer a algunos de mis compañeros de viaje a la vista de las numerosas fábricas de hormigones ligeros a base de piedra pómez que existen en el maravilloso valle del Rin. Y hasta estuve a punto de morir bajo las aguas - del caudaloso río cuando dije que dichos hormigones tenían un gran porvenir, y no se si logré salir con vida de aquél tran- ce merced a la intervención de algún hada benéfica o debido a la impresión que produjo en los ladrilleros enfurecidos la - contemplación de aquellos majestuosos castillos, testigos mu- dos del potente feudalismo germánico medieval.

En la primera Asamblea del I.T.C.C. di una conferen- cia sobre hormigones ligeros, que no voy a reproducir aquí, pero si indicaré el excepcional papel que desempeñan para el - aislamiento térmico y acústico dichos hormigones mientras que el ladrillo es poco eficaz cuando se quieren conseguir estos aislamientos y aun cuando el ladrillo presenta una resisten- cia mecánica generalmente excesiva para los usos ordinarios el constructor no apreciará esta cualidad y utilizará el material que con resistencia suficiente presente un alto coefien- te de aislamiento.

Por otra parte la construcción tiende rápidamente hacia los materiales científicamente definidos en una norma y estareis de acuerdo en que sin un control preciso, desde la - dosificación de las tierras hasta el final de la fabricoación, es difícil conseguir un producto uniforme en dimensiones, co- lor, resistencia, en fin, en calidad.

Además otra de las tendencias actuales de la cons- trucción, principalmente de viviendas, es la industrialización,

con unas exigencias de mecanización y velocidad de construcción que me parecen difíciles de cumplir hasta que los bloques cerámicos empleados en una edificación de tamaño normal se cuentan por docenas, en vez de por cientos de miles. Y al exagerar esta relación no hago mas que reflejar la tendencia observada por el extranjero al ladrillo de grandes dimensiones a que me he referido al principio de esta charla.

Y termino para no cansaros. Ya veis que aquella osa día de que antes hablara llega hasta el extremo de suponer que todavía no estais cansados.

Me resta únicamente agradecer a la Revista "Ladri - llos y Tejas" su invitación amable para dar esta conferencia y a todos vosotros, vuestra asistencia pues para un hombre de empresa supone mucho desperdiciar una hora, pero al ver lo generosos que habeis sido conmigo no dudo que lo sereis aun más con vuestra propia industria y esto me hace tener una fé absoluta en la evolución y permanencia de una industria con una - historia de muchos siglos como muy pocas industrias pueden presentar.

W. ANSELM 1953	HORNOS VERTICALES TAMANO DE GRANO DEL MATERIAL DE ALIMENTACION Y DEL COX, CON INDICACION DE EJEMPLOS PRACTICOS ACTUALES	D 5(34)16 Abb. 1
-------------------	--	---------------------

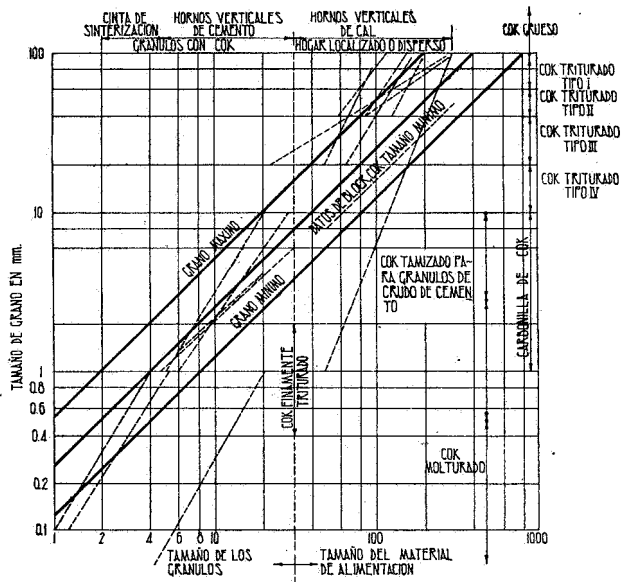


Fig. 1.

W. ANSELM 1953	RELACION X = $\frac{\text{ALTURA DE LA CAPA DE COMBUSTION (ZONA DE COCCION) [mm]}}{\text{TAMANO DE GRANO DEL COMBUSTIBLE (TAMANO DE LOS GRANULOS) (VALORES MEDIOS)}}$	D 4(45)14 Abb. 2
-------------------	---	---------------------

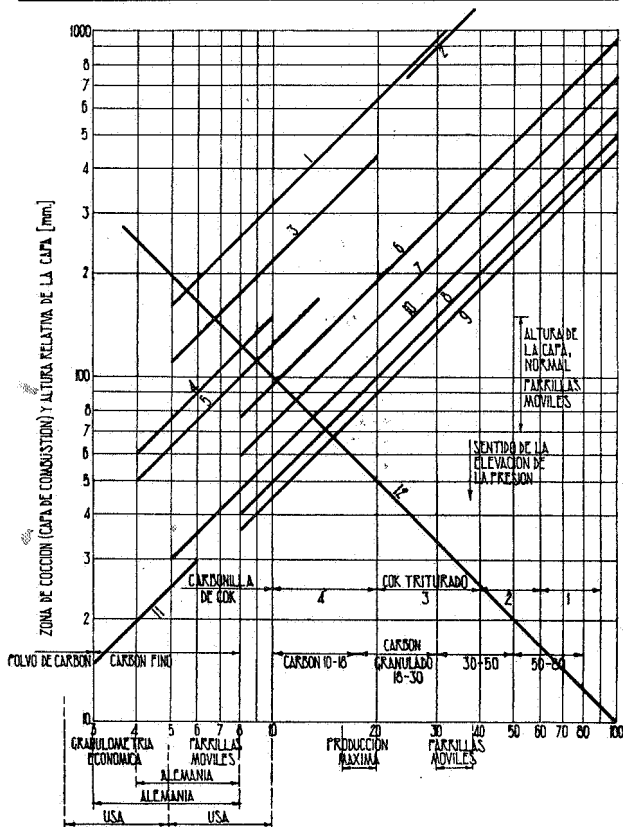


Fig. 2.

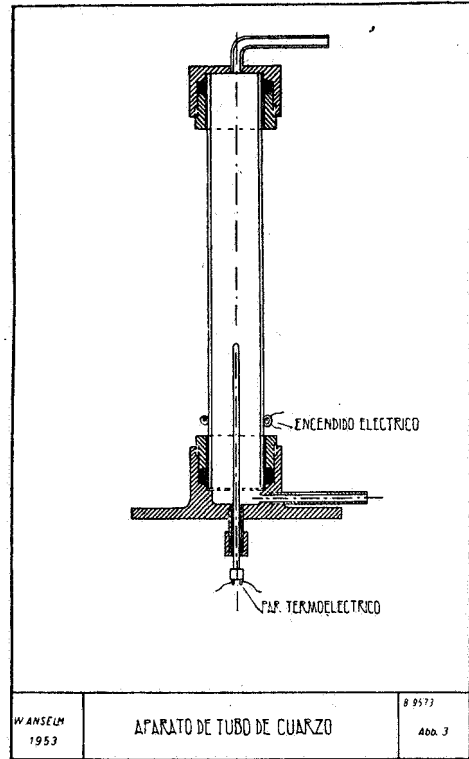


Fig. 3.

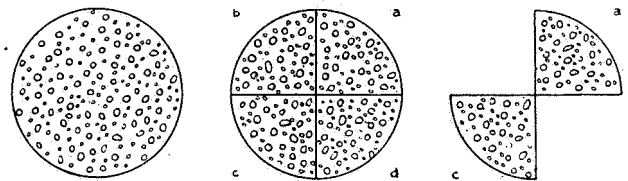


Fig. 4.

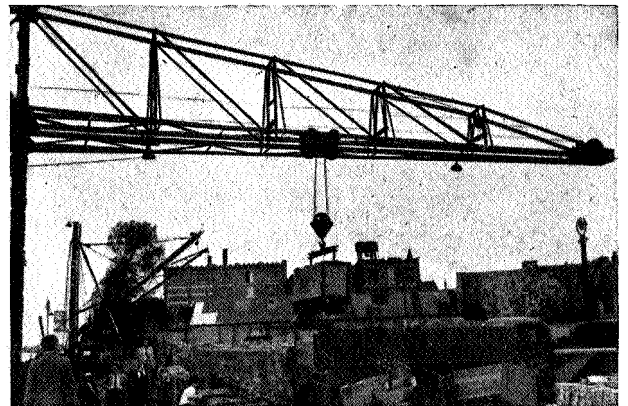


Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

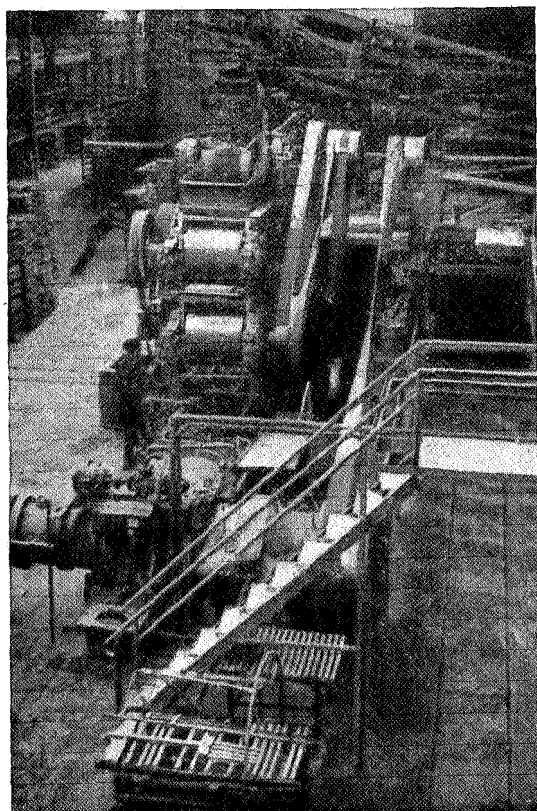


Fig. 8.

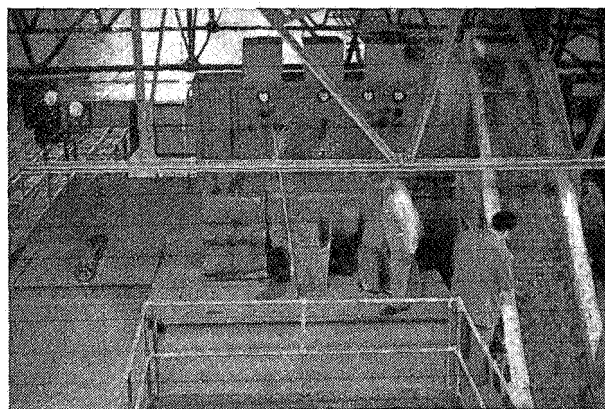


Fig. 9.



Fig. 10.

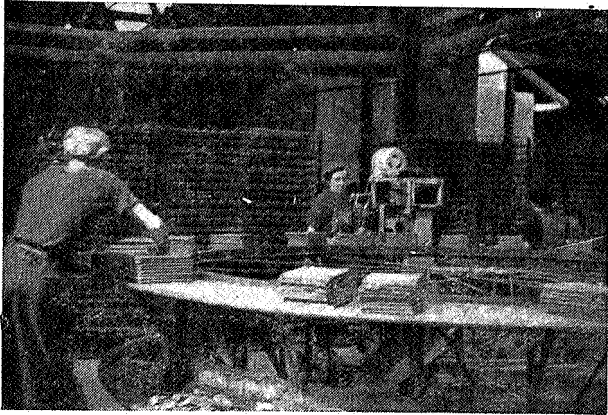


Fig. 11.

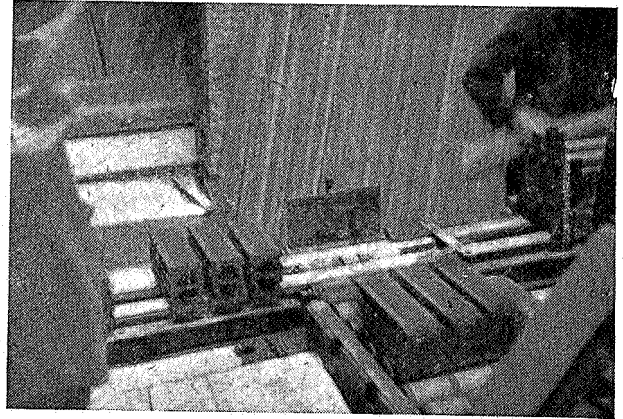
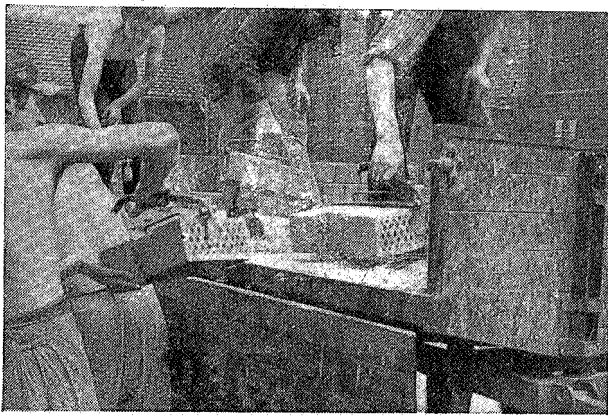


Fig. 12.



← Fig. 13.

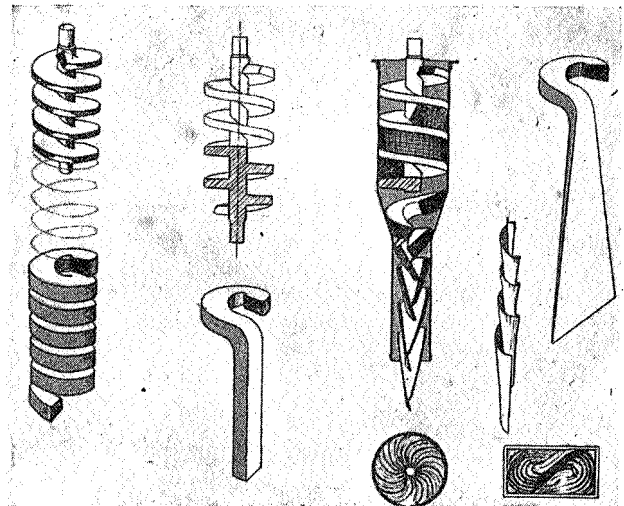


Fig. 14.



← Fig. 15.



Fig. 16.

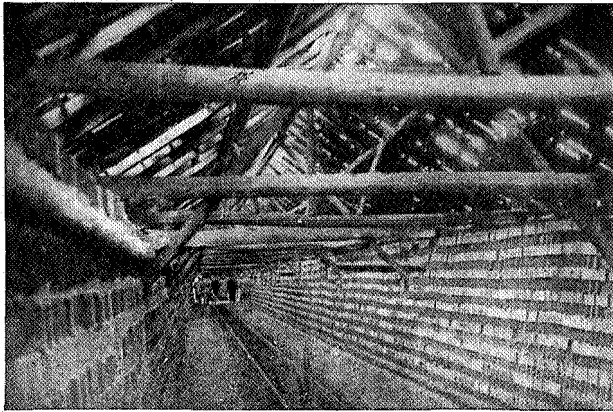


Fig. 17.

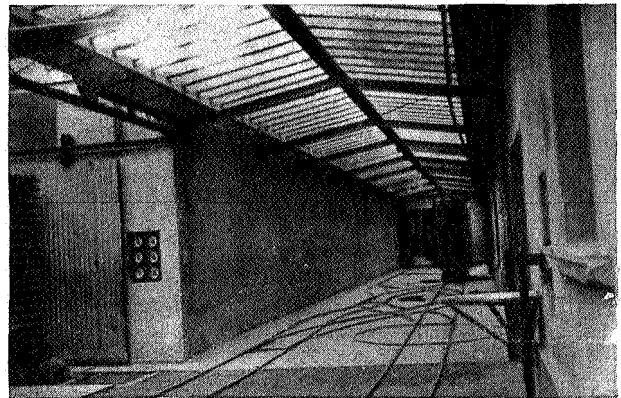


Fig. 18.

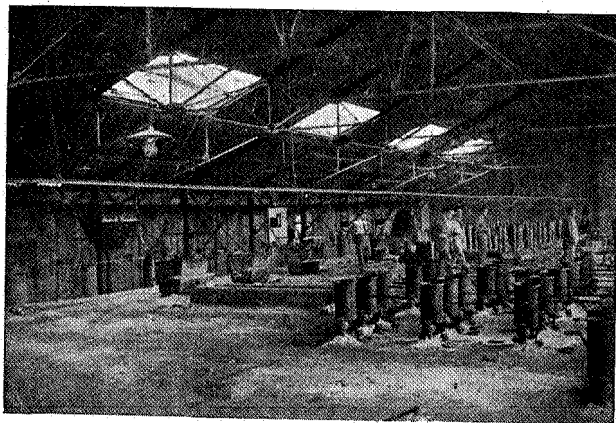


Fig. 19.

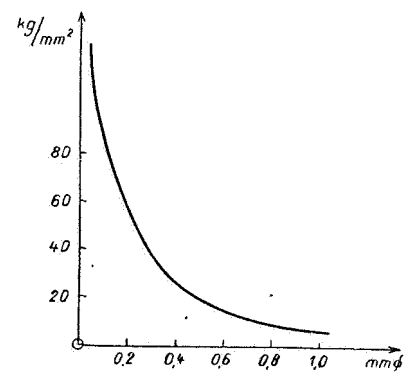


Fig. 20.—Curva de resistencia de la fibra de vidrio.

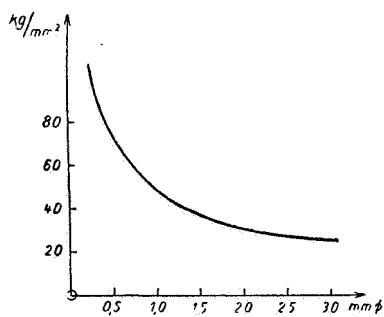


Fig. 21.—Resistencias de la fibra de vidrio trenzada en cordones (fibras de 5-7 micras de diámetro).

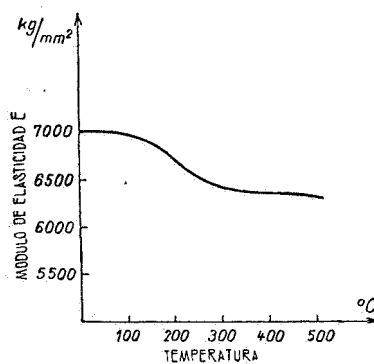


Fig. 22.—Dependencia del módulo de elasticidad con la temperatura.

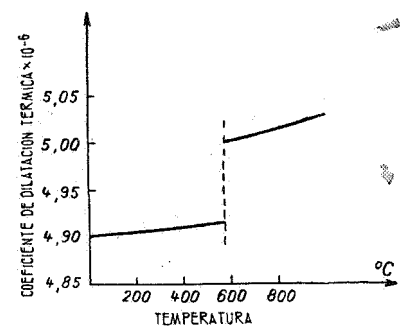


Fig. 23.—Coeficiente de dilatación térmica en función de la temperatura.