LAS HUMEDADES DE CONDENSACION

Aparejador: J. L. CABRERA FERNANDEZ-PUJOL.

NOTA PRELIMINAR

De una forma esquemática, y como recordatorio, vamos a señalar los puntos más importantes tratados en los anteriores estudios sobre humedades de condensación, aparecidos en la Revista ARQUITECTURA de los meses de abril, mayo y junio.

PRIMER ESTUDIO

- Fenómenos más importantes que intervienen en la formación de las humedades de condensación.
- Normas a seguir para estudiar las causas que producen las humedades de condensación, según siete casos diferentes posibles.
- Importancia de la porosidad del muro y su permeabilidad al vapor de agua, así como posible solución mediante barreras de vapor.

SEGUNDO ESTUDIO

- Primer antecedente histórico de las humedades de condensación: los diez libros de Arquitectura de Marco Lucio Vitrubio.
- Las cámaras de aire doblemente comunicadas con el interior y el exterior, aplicadas por Vitrubio con éxito en los baños calientes no solucionan las humedades de condensación en las viviendas económicas.
- Las cámaras de aire comunicadas solamente con el exterior las aplicaba Vitrubio para evitar las humedades de capilaridad.
- La calefacción, como remedio, es insuficiente.
- Los enlucidos absorbentes son una solución inoperante e insuficiente.
- Los aislamientos térmicos, solución inoperante.

TERCER ESTUDIO

- La causa de las humedades de condensación es el exceso de vapor de agua.
- Los efectos de la condensación del vapor de agua son las humedades.
- Los remedios propuestos normalmente—calefacción, enlucidos absorbentes y aislamientos térmicos—sólo intentan evitar los efectos, las humedades, y no la causa, el exceso de vapor de agua.
- La ventilación es la solución que ataca el problema en su causa, pero en la práctica es imposible de realizar.
- Las primeras condensaciones se producen en los vidrios de las ventanas, mojando el agua condensada el antepecho y formando charcos en el suelo, para subir, por capilaridad, por el enlucido de yeso de las paredes.
- La solución de estas primeras condensaciones en ventanas se logra colocando en la carpintería un evacuador de agua de condensación.
- Los vidrios de las ventanas usados como condensadores, unido a los evacuadores, impiden la condensación en *film* y favorecen la condensación en "gotas", regulando la producción interior de vapor de agua.
- De la aplicación del principio físico de la pared fría a una vivienda, y concretamente a cada una de las habitaciones, se deduce que el único sitio donde pueden producirse condensaciones es en los vidrios de las ventanas.

Si el principio de la pared fría debe cumplirse cuando tomamos por recinto con vapor un dormitorio de una vivienda, el único sitio donde se deben

Foto Gómez

producir las condensaciones es en los vidrios de las ventanas y en la carpintería de éstas cuando es metálica, pues son las superficies más frías del dormitorio.

Sin embargo, aparecen *humedades* en otras zonas de la habitación, lo que podría indicar que el principio de la pared fría no se cumple, tratándose entonces de una excepción de dicho principio.

Ahora bien: las humedades que aparecen en dichas zonas pueden no ser de condensación, y cuando lo son es debido a fenómenos extraños al principio de la pared fría, por lo que podemos decir que éste se cumple aun apareciendo humedades en otras zonas. Ya decíamos que el agua condensada en las ventanas que no tenían evacuadores, caía mojando el antepecho y formando charcos en el suelo, de tal forma que al humedecer el rodapié daba origen a una ascensión capilar del agua en el enlucido de yeso y que se acentuaba más en los rincones.

Por tanto, las zonas humedecidas por el agua condensada en la ventana son las a que nos referíamos anteriormente que no eran debidas a condensación del vapor de agua, es decir, que la humedad que se manifiesta en la pared no proviene de una condensación directa del vapor de agua sobre dichas zonas.

Posteriormente, al estar mojados los materiales, pierden características térmicas, con lo cual pueden producirse condensaciones de forma directa en dichas zonas.

Todos estos problemas se evitaban colocando evacuadores del agua de condensación, incorporados en la carpintería de las ventanas.

Sin embargo, puede suceder que aparezcan humedades de condensación en otras zonas diferentes a las mojadas por el agua condensada en la ventana, *y sólo cuando esto sucede en el primer invierno en el que aparecieron las humedades* puede ser debido a tres causas, muy relacionadas entre sí, de tal forma que algunas veces se dan juntas al mismo tiempo.

Una de estas causas ya la explicamos en el primer estudio: la porosidad del muro. Efectivamente, el vapor de agua se introduce en el muro a través de los poros y llega a zonas en las que la temperatura es la que corresponde al punto de rocío del vapor que se introduce, y esta temperatura es igual a la que existe en la superficie interior de los vidrios de las ventanas. Por tanto, tampoco podemos decir en este caso que no se cumple el principio de la pared fría, ya que la temperatura a la que se condensa el vapor en el interior del muro es igual a la de la pared más fría del recinto.

La segunda causa es debida a la condensación capilar del vapor de agua en el interior de un material. Como sabemos, los poros internos de un material están unidos entre sí por pequeños conductos capilares, formando una auténtica red de comunicación.

La condensación capilar viene determinada por la fórmula de lord Kelvin, fórmula que tiene una serie de variables que son conocidas para cada material:

$$\ell_n \left(\frac{Pvo}{Pvi} \right) = \frac{M.\ \sigma.\ \cos \rho}{\rho \times mi \times R \times T}$$

M = peso molecular del flúido.
σ = tensión superficial.
ρ = ángulo de contacto.
ρ = densidad del flúido.
mi = radio hidráulico de la fracción ocupada del espacio de un poro.
R = constante del gas.
T = temperatura absoluta del medio poroso.
pvo = presión normal de saturación del vapor.
pvi = presión del vapor en el menisco.

Como los cerramientos o muros exteriores están compuestos por varios materiales, dispuestos sucesivamente en capas, encontramos que las características para que exista una condensación capilar son diferentes para cada material por el cual se introduce el vapor de agua.

Vamos a considerar que las dos primeras capas de material que encuentra el vapor son el enlucido de yeso y una fábrica de ladrillo macizo.

El diámetro de poros y de capilares, así como el factor de tortuosidad, son diferentes en el yeso y en la cerámica del ladrillo; por otra parte, las temperaturas de uno y otro son distintas, e incluso varían dentro del espesor de cada uno de los materiales.

Estas diferencias producen o pueden producir la condensación capilar en la zona de paso de un material a otro, sin que la temperatura en dicho punto sea la de rocío del vapor que se introduce en el muro.

En el mismo fenómeno se basan los fundamentos del procedimiento para eliminar las humedades de capilaridad disponiendo varias capas de hormigón de diferente porosidad, con lo cual se logra que el agua se detenga en la zona de paso de un hormigón a otro.

Como es lógico, este fenómeno de condensación capilar no implica una excepción en el principio de la pared fría, pues hay que tener en cuenta la diferencia de la calidad del material que existe entre la pared fría, vidrio y el resto de las superficies de la habitación.

Por último, la tercera causa es debida a la higroscopicidad del yeso empleado en los revestimientos interiores de paredes y techos. La piedra de yeso o algez, tal como se encuentra en la Naturaleza, es un sulfato cálcico bihidrato: SO_4 Ca. 2 H_2O; pero los cristales del mismo pueden tener 2, 4 y 6 moléculas de agua, que llamamos agua de cristalización.

En el proceso de fabricación del yeso, mediante la calcinación, se obtiene un producto que llamamos sulfato cálcico semihidrato: SO_4 Ca. $\frac{1}{2}$ H_2O. Ahora bien: como la calcinación es incompleta, este semihidrato va acompañado de una cierta cantidad de cristales de bihidrato, cantidad que varía según sea yeso negro, blanco o escayola.

Cuando se aplica el yeso, en construcción, se le añade agua de tal forma que, removiendo la mezcla, se obtiene una pasta lista para su empleo.

Si combinamos una molécula de sulfato cálcico semihidrato con una y media de agua se obtiene:

$$SO_4\ Ca.\ \tfrac{1}{2}\ H_2O + 1\ \tfrac{1}{2}\ H_2O \rightleftharpoons SO_4\ Ca.\ 2\ H_2O + \text{calor.}$$

Combinación instantánea que no se realiza en la práctica, pues, como hemos indicado, el yeso que usamos en construcción contiene cierta cantidad de cristales de SO_4 Ca. 2 H_2O, y que la cantidad de agua que se añade es apreciativa, consiguiéndose su dosificación por la práctica. Si bien existen diversas teorías para explicar el fraguado del yeso, creo que la más acertada es aquella que divide el fraguado en dos fases: una de cristalización y otra de combinación.

PRIMERA FASE

Los cristales de SO_4 Ca. 2 H_2O actúan como gérmenes de cristalización, dando comienzo a una cristalización en la cual las moléculas de SO_4 Ca. $\frac{1}{2}$ H_2O se van transformando en SO_4 Ca. 2 H_2O, con 2, 4 y 6 moléculas de agua de cristalización.

SEGUNDA FASE

Durante la fase de cristalización se consume gran cantidad de agua, ya que cada molécula de SO_4 Ca. $\frac{1}{2}$ H_2O no sólo puede tomar $1\frac{1}{2}$, sino que pueden ser hasta 6 H_2O de cristalización. De esta forma llegamos a un momento en el cual el número de moléculas que quedan de SO_4 Ca. $\frac{1}{2}$ H_2O y de H_2O es el necesario para que se verifique la combinación antes expuesta, llegando casi de una forma instantánea al final del fraguado.

De esta forma podemos decir que durante el proceso de cristalización se forma una red o estructura de cristales de SO_4 Ca. 2 H_2O, que es fuertemente ligada por la combinación que sucede a la primera fase.

Gracias a esto podemos explicar algunos fenómenos del yeso, como es el yeso muerto, nombre que recibe en obra el yeso que se coloca o trabaja ya fraguado.

Cuando se hace un enlucido y se coloca el yeso todavía sin fraguar, es decir, en la fase de cristalización, lo que hacemos es que la red o estructura de cristales toma la forma de lámina del enlucido, de tal manera que cuando sucede la combinación, que da fin al fraguado, la estructura de cristales queda ligada con la forma que le ha sido dada.

Pero cuando el operario ha dejado fraguar el yeso en la gaveta, la red o estructura de cristales toma la forma de dicha gaveta, siendo consolidada por la combinación, de tal manera que al colocar el yeso ya fraguado supongamos en un enlucido, lo que hace es romper la red de cristales, dándoles una forma de lámina que no puede ya consolidar por haber sucedido la combinación.

Si suponemos que el enlucido de yeso ha sido bien realizado, fraguando sobre el paramento, encontramos que dicho enlucido contiene gran cantidad de agua, debido a la cristalización, agua que puede con el tiempo, llegando al secado del enlucido. Pero si el ambiente que rodea al enlucido tiene un elevado grado de humedad, las moléculas de SO_4 Ca. 2 H_2O pueden volver a tomar las 2, 4 y 6 moléculas de agua de cristalización, que no solamente humedece el enlucido, sino que favorece la condensación capilar.

Si, por otra parte, el enlucido no ha sido bien realizado y tiene zonas de yeso muerto, tendremos en dichas zonas una condensación capilar antes que el yeso haya recuperado el agua de cristalización. Esto es debido a la dislocación que sufren los cristales de SO_4 Ca. 2 H_2O, dislocación que aumenta el factor de tortuosidad de capilares y disminuye el diámetro de los poros.

También deducimos de esta tercera causa que no es una excepción del principio de la pared fría, por los motivos expuestos ya en la segunda de la diferencia de materiales entre la pared más fría y el resto.

Sin embargo, volvemos a insistir que las condensaciones de este tipo aparecen solamente en el invierno, en el cual surgieron por vez primera las condensaciones, ya que en inviernos sucesivos el aumento continuo de las superficies afectadas por humedad no es debido a la condensación del vapor de agua, sino a otros fenómenos que expondremos más adelante.

El remedio a estas condensaciones debidas a la porosidad del muro, a condensación capilar y a higroscopicidad del yeso tienen un remedio común ya analizado en el primer estudio y que consiste en disponer una semibarrera de vapor de agua en la superficie interior del muro.

Podemos asegurar que el 95 por 100 de las viviendas que "padecen" humedades atribuídas a condensación han comenzado con este proceso. Es de extraordinaria importancia destacar que las zonas humedecidas por el agua condensada en las ventanas —cosa que sucede con los primeros fríos del otoño— van ha permanecer mojadas hasta finales de primavera, ya que la única forma posible de secado natural de esas zonas húmedas es evaporando el agua que contiene los materiales y eliminando mediante ventilación el vapor de agua producido. Como esta evaporación natural hay que conseguirla en un ambiente que contiene un tanto por ciento muy elevado de humedad relativa interior, es prácticamente imposible que se verifique, ya que la cantidad de vapor contenida en el ambiente interior, al ser tan

elevada, no permite que se verifique una evaporación tan débil como la que se efectuaría, naturalmente mucho menor, cuando el sistema de eliminación del vapor conseguido es la ventilación, que podemos considerar prácticamente nula, refiriéndonos a una ventilación continua, con un mínimo de una vez el volumen de la vivienda por hora.

Nos encontramos con varias circunstancias unidas al mismo tiempo, zonas de la pared humedecidas por el agua condensada en las ventanas, ambiente con gran cantidad de vapor de agua y prácticamente sin ventilación. *Tales circunstancias son las más propicias para que se formen colonias de moho en las zonas húmedas* y que van extendiéndose por toda la superficie de paredes y techos, de tal forma que en tres años consecutivos llegan a cubrir de un 50 a un 75 por 100 de las habitaciones.

Las primeras esporas que dan origen a las colonias de mohos pueden existir, en estado latente, en los materiales que componen las paredes y techos; pueden ser transportadas cólicamente hasta el lugar donde se reproducen o bien formarse dentro de la vivienda por fermentación de pequeños restos de alimentos.

Al mismo tiempo las superficies donde se reproducen se hallan pintadas normalmente al temple y estas pinturas suelen llevar incorporadas colas de tipo vegetal o animal, con lo cual el moho encuentra el alimento necesario para su vida. Mucho más cuando el temple se da sobre una mano de chamberga o cola, lo que explica la mayor abundancia de moho en las viviendas en las que han sido tratadas con chamberga.

Una vez desarrollado el moho, procede a extender hacia el exterior las hifas, con apariencia de vellosidad, siendo las que se encargan de suministrar el agua necesaria para el desarrollo del moho. Para ello, las hifas se rodean de una atmósfera saturada del ambiente, y como en el que se encuentran no existen movimientos de aire, es decir, ventilación, la hifa puede mantener constantemente su atmósfera húmeda alrededor de ella; pero si existiera ventilación, dicha atmósfera tendría que ser renovada constantemente, teniendo que llegar a hacerlo a expensas de su propia humedad, con lo cual permanecería en estado latente, sin reproducirse.

Las colonias de mohos se desarrollan mediante esporas que a su vez vuelven a formar nuevas colonias, llegando a cubrir zonas en las que no existía humedad, pero que una vez cubiertas de moho presentan el aspecto de las primeras.

Se intenta quitar el moho pintando de nuevo, pero es un remedio inútil y que sólo servirá para mantener la casa en buenas condiciones durante el verano, pues cuando llega el otoño y empieza a formarse en la vivienda un alto grado de humedad en el ambiente, vuelve a desarrollarse no solamente en las zonas cubiertas en el año anterior, sino en todas aquellas a las que no se han trasladado las esporas, usando como vehículo la brocha del pintor.

Si en lugar de limitarse a pintar sobre las paredes cubiertas de moho se intenta una obra más a fondo, picando el enlucido para volver a hacerlo y por último pintar, lo único que se consigue es encarecer un remedio inútil. Lógicamente la mayor parte de las esporas habrán desaparecido con los escombros del antiguo enlucido de yeso, pero en el ambiente ha quedado un cierto número, suficiente para su posterior reproducción cuando el ambiente les sea propicio. En este caso, al menos, se consigue que no progresen las zonas cubiertas por moho, ya que tienen que volver a comenzar su ciclo.

Hay que destacar, por su importancia, que el moho reproducido por las esporas procedentes de las primeras colonias que se formaron son mucho más resistentes, pues han sido producidas dentro de las mismas condiciones en las cuales se van desarrollando, con lo cual no sólo se hace más difícil su destrucción, sino que proliferan con mayor rapidez.

De lo expuesto, se deduce que un porcentaje elevadísimo de viviendas que tienen cubiertas sus paredes por moho están siendo diagnosticadas como si padeciesen humedades de condensación.

Hemos explicado un proceso de formación del moho partiendo de unas zonas de pared humedecidas por el agua condensada en las ventanas, pero igual proceso hemos podido observar cuando las zonas húmedas provenían de unas goteras en una vivienda situada bajo la cubierta de la casa, o cuando unas filtraciones por rotura en la instalación de fontanería de una vivienda producían humedades en la inmediatamente inferior.

Como mejor demostración de que es indiferente de dónde procede el agua que humedece las paredes y techos y que da origen al moho y a la confusión con las humedades de condensación hemos realizado la prueba siguiente: con un cubo lleno de agua hemos mojado algunas zonas de las paredes de un dormitorio sin usar de una vivienda que manifestaba estar en la primera fase de formación de moho. Todavía en el dormitorio del ensayo no existían colonias de moho. Pasados veinte días empezaron a manifestarse con iguales características que en el resto de la vivienda.

Por otra parte, el 11 de abril de 1965 tuve ocasión de ver una vivienda que había padecido humedades de filtración por goteras, muy acusadas en el dormitorio principal. Las manchas de humedad de las goteras estaban cubiertas por colonias de mohos que empezaban a extenderse por las paredes, principalmente por los rincones.

La circunstancia más extraordinaria de esta visita, auténtico hallazgo, es que la vivienda se encuentra

situada en medio del valle de la Orotava, junto al Puerto de la Cruz, en la isla de Tenerife.

La apariencia de llamémosle "humedades" era exactamente igual a las observadas en Madrid, Barcelona y otros puntos de la Península, pero con un factor primordial: por encontrarse las islas Canarias en zona tropical, la variación de las temperaturas entre la máxima y mínima absoluta del día es muy reducida, no bajando la mínima absoluta, durante el invierno, de los 18° C y siendo la media de 19° C a 21° C, *circunstancia que hace que ni siquiera existan condensaciones en los vidrios de las ventanas.*

Por otra parte, la cocina está separada del resto de las habitaciones de la vivienda por un patio, con lo cual no se puede dar el fenómeno explicado con una analogía gráfica en el primer estudio, más aún si se tiene en cuenta que la cocina daba directamente al patio, sin cerramientos, lo que indica no solamente lo benigno del clima, ya que se puede hacer la vida prácticamente al aire libre, sino que los vapores que se producen en la cocina de los alimentos se incorporan directamente al ambiente exterior.

Si añadimos a esta última experiencia práctica los numerosos ensayos realizados con éxito, basándonos en nuestra teoría, no cabe duda que nos encontramos en el camino cierto.

En los ensayos realizados en diferentes viviendas de distintos poblados, y en un número de varios centenares, hemos tenido un éxito de un 95 por 100 de las viviendas tratadas.

El sistema ha sido el siguiente:

1.° Colocación de evacuadores de agua de condensación en todas las ventanas.
2.° Situar en paredes y techos una semibarrera de vapor de agua.
3.° Rematar superficies de techos y paredes con una pintura antimoho.

En los ensayos hemos utilizado para las dos últimas operaciones el mismo material: pintura CROMOTONE, ya que cumple con la doble propiedad de ser semibarrera de vapor y ser antimoho.

Si bien sobre el tema se podrían escribir muchos estudios más, hemos creído oportuno reducirlos a los más importantes y sobre todo a los más prácticos.

Si el lector quisiera ampliar más sobre humedades de condensación puede consultar las bibliografías que a continuación damos, y sobre las que hemos basado nuestros estudios teóricos y a partir de los cuales hemos podido llegar a conclusiones originales que nos han facilitado la solución del problema de las humedades de condensación, que hasta el momento actual estaba sin solucionar en Europa.

BIBLIOGRAFIA SOBRE HUMEDADES DE CONDENSACION Y TEMAS RELACIONADOS CON LAS MISMAS

ABDON, A.: "La salpétration des murailles". 1952.

ALAMAN, A.: "Impermeabilidad de muros de ladrillo al agua de lluvia". 1962.

BERTHIER, J., y ANQUEZ, J. C.: "Températures maximales atteintes au soleil par des parois de construction". 1964.

BIRKELAND, Ivind, y SVENDSEN, Sven: "Norwegian test methods for rain penetratio through masonry walls". Symposium on masonry testing. A.S.T.M. 1962.

BONHOMME, A.: "L'Isolation thermique des locaux d'habitation". 1960.

BORY, Charles: "Étude expérimentale de la convection forcée sur paroi mobile". (Hyperconvection Favre). 1956.

BOURELLY, Th.: "La pollution atmosphérique causée par les conduits de fumée defectueux". 1964.

CALVET, P.: "Transmission de la chaleur dans les matériaux poreux à cellules ouvertes (granulaires ou fibreux). 1963.

CAMIA, F. M.: "Solution de L'équation de la chaleur pour un mur discontinu d'épaisseur finie". 1964.

CARMAN, P. C.: "L'Écoulement des gaz a travers le milieux poreux". 1961.

C.I.B.: "Caractéristiques thermiques des matériaux de constructions compte tenu de leur humidité en oevre". 1962.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (tomos I, I bis y II). R.E.E.F. 58. París, 1961.

COMITE INTERNACIONAL SOBRE LAS PROPIEDADES DEL VAPOR DE AGUA. V Conferencia Internacional. 1964.

COMITÉ FRANÇAIS DE L'ECLAIRAGE ET DU CHAUFFAGE: *Tables de calcul pour le chàuffage intermittent.* 1935.

COMITÉ SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DU CHAUFFAGE ET DE LA VENTILACION: *Manuel des industries thermiques.* 1961.

CROISET, M., y BIZEBARD, H.: "Les entrées d'air de ventilation". 1962.

CROISET, M., y BIZEBARD, H.: "Séchoirs activés fonctionnant par la ventilation générale du logement". 1964.

CROISET, M., y BERTHIER, J.: "Températures maximales atteintes au soleil par des parois de construction". 1962.

DESTABLE, P.: "Determination des pertes de chaleur par le sol et les parois dans les installations thermiques et les locaux d'habitation en régime quelcone". 1964.

DREYFUS, J.: "Transmission de la chaleur en régime périodique à travers les murs des habitations". 1963.

DUBOIS, Geneviève: "Contribution a l'étude expérimentale des écoulements gazeux rapides par les méthodes de perturbation. Utilisation de ultrasons". 1952.

DUMEZ, A.: "Analogie hydrodynamique de l'écunlement de la chaleur". 1964.

DUPUY, R.: "Contribution à l'étude de l'influence des propriétés du mur sur le comportement thermique d'un local lorsque la température extérior varie sinusoïdalement". 1963.

FACY, L.: "Le rôle de la tension superficielle dans la physique des nuages et de precipitations". BULLES ET GOUTTES. 1962.

FOURNOL, M. A.: "Remède pratique a l'humidité des constructions". Amélioration de la salubrité des locaux habités. 1958.

FUSEY, P.: "Les Champignons". 1959.

GENDRE, J. C.: "Perméabilité à la vapeur d'eau des matérieaux en feuilles". 1959.

GIBERT, René: *Génie chimique*. 1963.

HABIB, P.: "Difficultés d'interpretation des phénomenes liés à la tension capillaire". BULLES ET GOUTTES. París.

HALLAIRE, M., y BALDY, Ch.: "Potentiel matriciel de l'eau dans les matérieaux poreux et tension superficielle de l'eau". BULLES ET GOUTTES. 1962.

HENIN, S.: "La tension superficielle en pédologie". BULLES ET GOUTTES. 1962.

JOURNÉES DE CHAUFFAGE, VENTILATION ET CONDITIONNEMENT DE L'AIR. PARIS. Mayo de 1963.

KORTE, Marie: "Permeéabilité des matiéres plastiques a la vapeur d'eau".

LAFUMA, H.: "L'eau dans les materiaux à l'échelle moléculaire". 1962.

LAURET, R., y JANICOT, R.: "Murs lourds et murs légeres: leu seul coefficient global de déperdition K ne suffit pas á rendre compte de leurs propietés thermiques". 1963.

LEROUX, Robert: "Application a la construction des batiments des donnés de la physiologie humaine". 1957.

LEROUX, Robert: *Écologie humaine*. 1963.

LEROUX, Robert: "Extensión de la méthode préconisée pour résondre le probléme technique de l'habitation". 1950.

LEROUX, Robert: "Facteurs destructeurs climatiques en France". COURRIER DE LA NORMALISATION. 1959.

LEROUX, Robert: "Les éléments organisés de construction". 1948.

LEROUX, Robert: "Synthése de la theorie générale de la construction des habitations". 1947.

LEVECQUE, M.: "Conductivité, convection naturelle et permeabilité". 1963.

LIEBAUT, A.: "Transmission de chaleur en régime périodique dans les habitations". 1963.

LABORATOIRE DE GÉNIE CHIMIQUE; FACULTÉ DES SCIENCES DE LYON: "Dynamique des phases adsorbées et condensées dans les corps microporeux". Por M. M. C. EYRAUD, P. EYRAUD, J. C. SAPET, C. DANEYROLLE y MME. F. CORBET.-BULLES ET GOUTTES. 1962.

MISSENARD, F. A.: "Recherches sur la conductivité thermique". 1964.

MOUCHEL, Alphonse: "La couverture. Étanchéite des toitures-terrasses". 1959.

NESSI, André, y NISOLLE, León: "Fonctions d'influence de flux de chaleur des parois de construction". 1947.

OSBORNE, W. C., y TURNER, C. G.: "Guide pratique de ventilation". 1963.

PAPADAKIS, M.: "Rôle de la tension superficielle dans la suspensions minérales". BULLES ET GOUTTES. 1962.

PAUTHEN-IER, M.: "Etude Statisque des brouillards au moyer de champs étlectriques ionisés". BULLES ET GOUTTES. 1962.

PAUTHENIER, Rapport de: "Discussion de la question V". (3). QUELQUE TYPES PARTICULIERS DE BULLES ET DE GOUTTES. BULLES ET GOUTES. 1962.

PRIS, M. R.: "Action du vent sur les batiments et construction. Preparation et montage des maquettes en soufflerie. Études aérodynamique". 1962.

RETZ, Bd.: "Rapport général sur les "bulles et gouttes" dans les centrales thermiques". BULLES ET GOUTTES. 1962.

ROUBINET, P. A.: "La condensation de la vapeur dans les condenseurs". BULLES ET GOUTTES. 1962.

SINNOTT, Maurice J.: "Étude théorique et pratique de l'état solide". 1961.

SOEIRO, F. A.: "Tension capillaire et comportement des sols". BULLES ET GOUTTES. 1962.

SOTIRIADES, A.: "Extension analoguique des calculs de mécanique statique aux calculs de conduction vive en régime stationnaire". 1964.

TENOT, A.: "Mecanique physique des fiuides et thermodynamique appliquée". 1962.

UNESCO: "Tendencias actuales de la investigación científica". Por Pierre AUGER, asesor especial. París, 1961.

UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMISSION, A.: "Special Report of the". *Radioisotopes in science and industry*. Enero de 1960.

VITRUVIO: *Los diez libros de Arquitectura*. Siglo I.