

## ELS CÀNTIRS, ELS REFRIGERADORS NO ELÈCTRICS

**Teresa i Laura Sala Comorera**

Antigament el càntir era un instrument comú i molt utilitzat a totes les cases, no només perquè era un envàs reutilitzable per emmagatzemar i beure aigua, sinó perquè era capaç de refredar-la.

El càntir està fet de terrissa, es sotmet a un procés d'enfornat a baixa temperatura, fet que ajuda el material a mantenir-se molt porós. D'aquesta manera les partícules de l'argila no es fonen del tot, només s'estoven i queden unides deixant porus per on s'escapara l'aigua en evaporar-se. El càntir tradicional té una forma característica, més estret de la base que de la part superior amb un broc petit per beure anomenat galet i un broc més ample per a omplir-lo, el tòt.

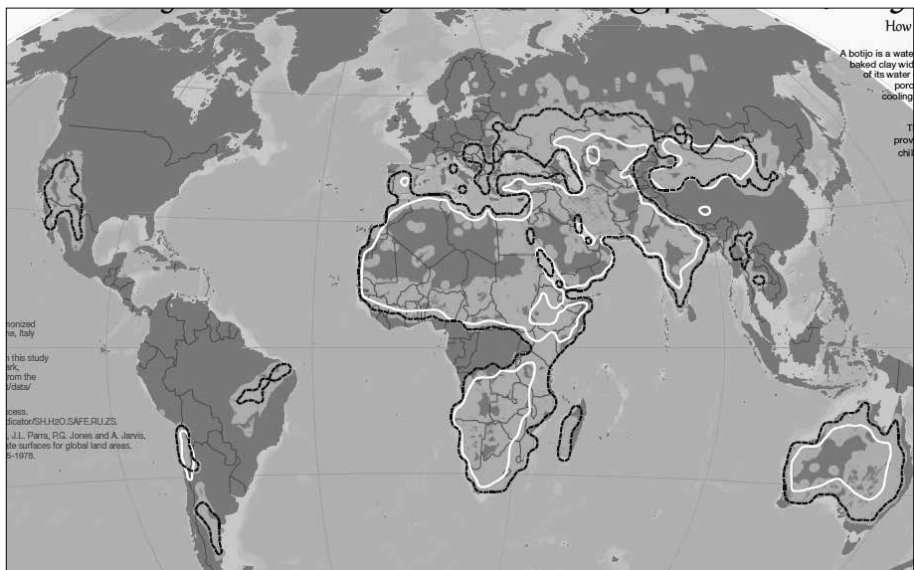
Sempre s'ha dit que el càntir refresca l'aigua i la manté per sota de la temperatura ambient, per una simple llei de la química, la termodinàmica.

El funcionament del càntir es basa en la refrigeració evaporativa gràcies a ser d'un material porós. D'una forma més col·loquial seria dir que el càntir sua. L'aigua es filtra cap a l'exterior gràcies als porus del càntir, per això el càntir

s'humiteja. Per tal que l'aigua s'evapori és necessari el consum de molta energia, aquest líquid s'evapora robant energia tèrmica del líquid contingut en el recipient, provocant una disminució de la temperatura. Aquest procés d'evaporació té lloc en continu. Cada gram d'aigua evaporada elimina més de 500 calories del líquid, en un ambient adient, l'aigua del càntir pot disminuir fins a 10-15°C respecte a la temperatura ambiental.

De fet, el mecanisme del càntir és el mateix que el procés termoregulator de la nostra pell. Gràcies als porus de la pell el nostre cos pot suar, aquesta aigua eliminada requereix energia per canviar d'estat i fa que la temperatura de la nostra pell i del cos disminueixin.

D'aquesta manera, un càntir serà eficient si té la capacitat de transpirar l'aigua gràcies a la seva porositat i si es troba en un ambient sec (baixa humitat ambiental). Aquesta situació és característica del clima mediterrani, clima idoni per a la conservació de l'aigua als càntirs. L'eficàcia de refredament del càntir decreix amb la humitat de l'aire de l'entorn. Un càntir pintat o envernissat



Mapa 1

on els porus han estat coberts també perd la capacitat d'evaporar. La forma rodona cap a fora del càntir, a part de proporcionar-li més capacitat també evita la saturació sobre la superfície líquida i ajuda que tingui lloc l'evaporació.

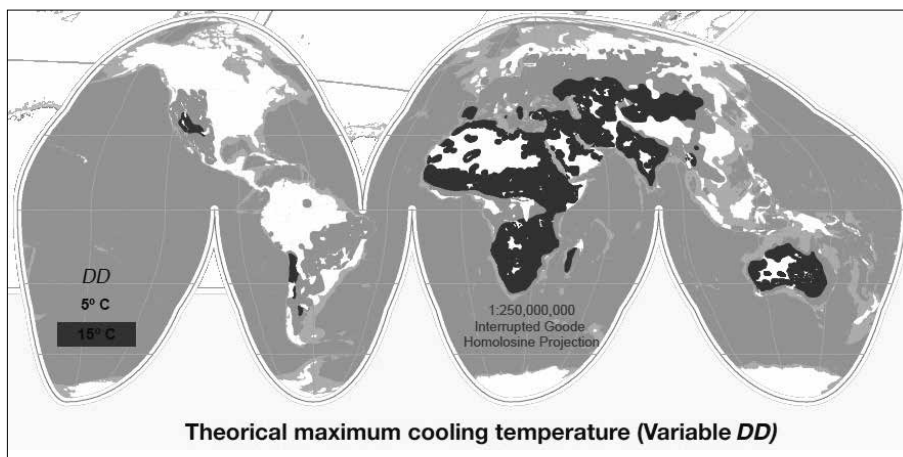
La temperatura, la velocitat de l'aire, el volum de líquid, la mida del càntir són factors que afecten la capacitat de refredar del càntir, però són la porositat i la humitat ambiental els dos agents claus.

No tots els indrets del planeta són adients perquè el càntir pugui fer la seva funció. En el mapa 1, les àrees ombrejades mostren aquelles zones del planeta que en funció del clima i de la disponibilitat de dipòsits superficials d'argila es podrien utilitzar càntirs per refredar els líquids.

I segons la zona, els graus de refredament de l'aigua també serien

diferents (mapa 2). En les zones ombrejades en gris clar, l'aigua de l'interior del càntir podria disminuir fins a 5°C, mentre que en les zones ombrejades en gris fosc, la diferència podria ser de 15°C.

Els nostres avantpassats van inventar aquest utensili que és purament ciència aplicada! La humanitat ha avançat millorant les seves condicions de vida, només amb l'observació van poder comprovar l'aplicabilitat del càntir contra la calor sense saber o entendre de ciència. No va ser fins l'any 1995, que uns professors de la Universitat Politècnica de Madrid van redactar un article per explicar amb una equació el mecanisme del càntir. El model que es va considerar vàlid per arribar a aquest resultat suposa una geometria esfèrica del càntir i es basa en el procés de transferència de calor i massa coneguts.



Mapa 2

Es van realitzar diversos experiments per tal d'arribar a una expressió matemàtica que pogués preveure la capacitat de refredament de qualsevol càntir. Aquests van consistir en fer un control de la temperatura i el volum de l'aigua de dins d'un càntir. Així doncs, introduint un termòmetre per la boca del càntir es va comprovar que a mesura que s'evaporava l'aigua, la que quedava dins s'anava refredant.

Finalment van arribar als següents resultats. En un càntir clàssic amb 3.2 litres inicials d'aigua a 39°C sotmès a un ambient amb la mateixa temperatura i una humitat relativa del 42%, es va observar que al cap de 7 hores l'aigua s'havia refredat 15°C arribant així als 24°C. A partir d'aquest moment l'aigua torna a escalfar-se molt lentament i en la fase final al cap de tres dies, la temperatura de les últimes gotes que queden al càntir és pràcticament la temperatura ambient. La capacitat de refredar no és eterna, degut a la calor de radiació que aporta l'aire que queda dins del càntir.



Així doncs les expressions que descriuen aquest model juntament amb un esquema del càntir estudiat són :

$$-\frac{dV}{dt} = K' \cdot a \cdot (H_s - H)$$

$$V \cdot C_p \cdot \left(\frac{dT}{dt}\right) = h_c \cdot a \cdot (T_g - T_s) + f \cdot \epsilon \cdot \sigma \cdot (4\pi r^2 - s) \cdot \left[(273 + T_g)^4 - (273 + T_s)^4\right] - U \cdot a \cdot (T - T_s) - \lambda_\omega \cdot \left(\frac{dV}{dt}\right)$$

V = volum d'aigua

T = temps

C<sub>p</sub> = capacitat calorífica de l'aigua

T = temperatura de l'aigua

T<sub>g</sub> = temperatura de l'aire

T<sub>s</sub> = temperatura de la superfície de l'aigua

a = àrea de la superfície externa de l'aigua

4π<sup>2</sup> = àrea de la superfície total del càntir

s = àrea de l'aigua en contacte amb l'aire

λ<sub>ω</sub> = calor de vaporització de l'aigua

h<sub>c</sub> = coeficient de convecció

f · ε · σ = coeficient de radiació de calor

U = coeficient de transmissió de calor de l'aigua

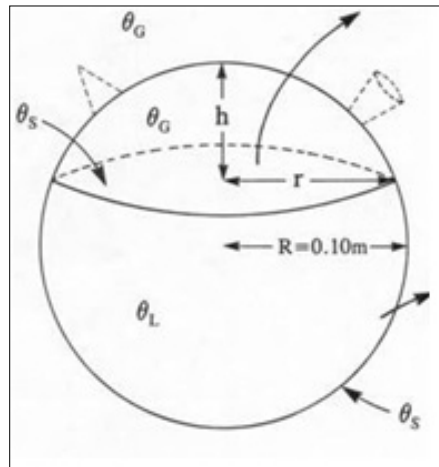
K' = coeficient de transferència de massa per l'aigua

H<sub>s</sub> = humitat de saturació

H = humitat de l'aire

El procés queda resumit en un parell d'equacions diferencials que relacionen tots els paràmetres.

Durant segles, els càntirs han estat molt utilitzats, però tot i que els càntirs



són econòmics de produir, no tenen un cost mediambiental, fàcils de traslladar, durables (si no es trenquen...) i sense consum energètic, la nostra societat, en les darreres dècades ha preferit utilitzar les ampolles de plàstic i les neveres per mantenir la beguda fresca.

Vistos els avantatges del càntir, tothom a beure dels càntirs amb la miraculosa aigua de Sant Magí, que el jovent reparteix el proper 19 d'agost!

Recordeu que la millor ubicació per obtenir el màxim rendiment d'un càntir és un lloc a l'ombra, ventilat i poc humit i amb el càntir ple d'aigua.



#### Referències dels articles científics:

J. Ignacio Zubizarreta i Gabriel Pinto. *An ancient method for cooling water explained by means of mass and heat transfer*. Chemical Engineering Education 01/1995; 29:96-99.

Andrés Martínez de Azagra y Jorge Del Río. *World map of potential areas for the use of water cooling pitchers (botijos)*. Journal of Maps 07/2014; 11(2): 240-244.