III.- TURBINAS DE VAPOR DE REACCIÓN

pfernandezdiez.es

III.1.- TURBINAS CON ESCALONAMIENTOS DE REACCIÓN

Cuando el salto de presión es grande, se recurre a fraccionarle en una serie de escalonamientos de forma que los de mayor presión se correspondan con la parte de acción (una Turbina Curtis o una turbina simple o doble de acción), y el resto, con la parte de reacción.

Para su estudio vamos a considerar un escalonamiento cualquiera de la parte de reacción, entre los estados 0 y A, a los que corresponden las presiones p_0 y p_2, respectivamente; la velocidad $\vec{c}_{ad}$ es la correspondiente al salto adiabático Δi_{0B}.

El vapor no se expansiona totalmente en los álabes guía del distribuidor, sino que lo hace sólo desde p_0 hasta una presión intermedia p_i con la que penetra en el rotor, continuando su expansión en los álabes del mismo, hasta alcanzar la presión de salida p_2.

El distribuidor viene dimensionado de forma que transforme una parte de la energía disponible del vapor Δi_{0A} en energía cinética $\frac{c_{1t}^2}{2g}$, Fig III.1.

La fracción restante del mismo Δi_{AB} se transforma a lo largo de los álabes de la corona móvil, en energía cinética de rotación, viniendo los álabes diseñados para que en ellos se produzcan dos tipos de transformaciones simultáneas:

- La de la energía cinética adquirida en los álabes distribuidores, en energía mecánica

- El resto de entalpía en energía cinética y, ésta a su vez, en energía mecánica

Por efecto del rozamiento en la expansión adiabática (OA) se sustituye ésta por la (Ob); el choque del vapor a la salida del distribuidor con los bordes de los álabes de la corona móvil, produce un recalentamiento del vapor a la presión p_1, obteniéndose el punto c, entrada del vapor en la corona móvil.

Por incorporación del calor debido al rozamiento del vapor en los conductos formados por los álabes de la corona, se efectúa la transformación (cd); finalmente, y debido a la transformación en

calor de la energía que aún lleva el vapor al abandonar la corona, (pérdidas a la salida), se produce un recalentamiento del vapor según (de); en la Fig III.1, la velocidad $\vec{c}_{ad}$ sería la correspondiente a la salida de la corona, en la expansión adiabática reversible.

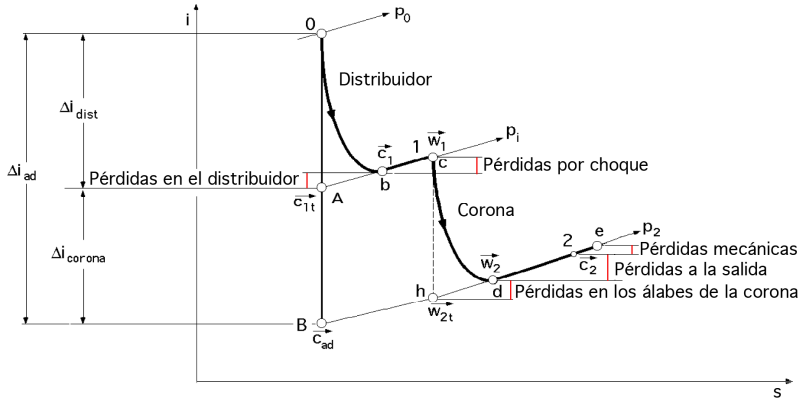


Fig III.1.- Diagrama (i-s) de un escalonamiento de reacción, y pérdidas correspondientes

Pérdidas en un escalón

- Pérdidas por rozamiento en los álabes distribuidores:

$$(1 - \varphi^2)\ \frac{c_{1t}^2}{2\,g}\ \text{, con escalonamiento de}\ \begin{cases} \text{acción: } c_{1t} = \sqrt{2\,g\,Hi_{dist} + m\,c_2^2} \\ \text{reacción: } c_{1t} = \sqrt{2\,g\,\Delta i_{dist} + c_2^2} \end{cases}$$

- Pérdidas por rozamiento en los álabes de la corona móvil:

$$\text{Escalonamiento de}\ \begin{cases} \text{acción: } \dfrac{w_1^2 - w_2^2}{2\,g} = \left| \psi = \dfrac{w_2}{w_1} \right| = (1 - \psi^2)\ \dfrac{w_1^2}{2\,g} \\ \text{reacción: } \dfrac{w_{2t}^2 - w_2^2}{2\,g} = \left| \psi = \dfrac{w_2}{w_{2t}} \right| = (1 - \psi^2)\,(\dfrac{w_1^2}{2\,g} + \Delta i_{cor}) \end{cases}$$

- Pérdidas a la salida: $(1 - m)\ \dfrac{c_2^2}{2\,g}$

- Pérdidas por rozamiento de los discos, ventilación de los álabes no inyectados en inyección parcial

En la expansión real, el punto representativo del estado del vapor se desplaza sobre una línea distinta de la adiabática; en el diagrama (T-s), Fig III.2, se observa:

- El salto adiabático puesto a disposición del escalonamiento, viene dado por el área (mnpqrs) = $i_p - i_q$

- Las pérdidas térmicas del escalonamiento, por el área (ptuvp) = $i_p - i_q$

- El salto adiabático puesto a disposición de la turbina, por el área (ABCD) que llamaremos área A

- La pérdida total en la máquina, comprendiendo una parte recuperada, área (DCC'), área B*, y una parte de-*

finitivamente perdida en el condensador, área (dDC'c'), área C. Se observa que si la pérdida total es la suma de las pérdidas del escalonamiento, la suma de las expansiones adiabáticas individuales es superior al salto adiabático total

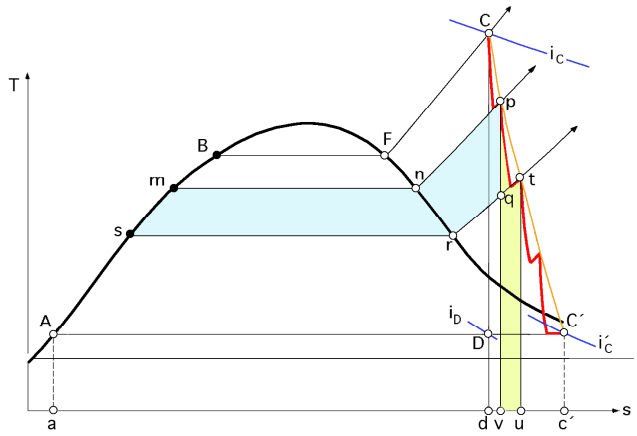


Fig III.2.- Trazado de la línea de expansión real; pérdidas térmicas

El calor que se transforma en trabajo es:

Salto adiabático en la turbina - Pérdidas no recuperadas = $A - C = i_C - i_{C'}$

Rendimiento adiabático (indicado): $\eta_{ad} = \dfrac{A - C}{A} = \dfrac{i_C - i_{C'}}{i_C - i_D}$

Debido a la recuperación parcial de las pérdidas, el rendimiento adiabático del conjunto es superior al rendimiento medio de los escalonamientos.

Si todos los escalonamientos tienen el mismo rendimiento:

$$\eta_{escalón} = 1 - \frac{Pérdidas\ escalón}{\Delta i_{ad.\ escalón}}$$

$$\eta_{turbina} = 1 - \frac{\sum Pérdidas\ escalón}{\sum \Delta i_{ad.\ escalón}} = 1 - \frac{B + C}{A + B} = \frac{A - C}{A + B}$$

Hay que tener en cuenta que en los saltos de AP el rendimiento es generalmente inferior a la media, al igual que en los saltos situados en la zona de vapor saturado.

III.2.- TRABAJO INTERNO Y RENDIMIENTO

Para obtener el rendimiento máximo hay que tener en cuenta:

- Una reducción del número de choques de vapor a la entrada del rodete, por lo que es conveniente que la distancia entre el distribuidor y la corona sea la mínima posible. Se logra haciendo que el chorro de vapor incida sobre los álabes de la corona, de forma que $\vec{w}_1$ *sea tangente al álabe a la entrada*

- Una reducción al mínimo del rozamiento en los conductos entre álabes por los que circule el vapor, por lo que las superficies de los álabes, tanto del distribuidor como de la corona, deben estar pulidas a espejo. Re-

quiere de técnicas especiales para el mecanizado de los álabes.

- Una reducción al mínimo de la velocidad de salida, escogiendo un valor de la velocidad de la turbina que haga mínima la velocidad de salida.

Como resulta del examen del triángulo de velocidades a la salida, el valor mínimo de la velocidad $\vec{c}_2$ tiene lugar cuando ésta es normal a $\vec{u}$, condición no útil cuando hay más de una corona.

El trabajo interno de la turbina es la diferencia entre el trabajo adiabático teórico, y las pérdidas por rozamiento, es decir:

$$T_{int} = T_{ad} - (P_{dist} + P_{álabes} + P_{sal}) =$$

$$= \left\{ \begin{array}{c} T_{ad} = \dfrac{c_{ad}^2}{2\,g} = \dfrac{c_{1t}^2}{2\,g} + (i_A - i_B) \\ P_{dis} = \dfrac{c_{1t}^2 - c_1^2}{2\,g} = \dfrac{c_{1t}^2}{2\,g}(1 - \varphi^2) \;\; ; \;\; P_{álab} = \dfrac{w_{2t}^2 - w_2^2}{2\,g} = \dfrac{w_1^2}{2\,g} + (i_A - i_B) - \dfrac{w_2^2}{2\,g} \;\; ; \;\; P_{sal} = \dfrac{c_2^2}{2\,g} \end{array} \right\} =$$

$$= \frac{c_{1t}^2}{2\,g} + (i_A - i_B) - \{ \frac{c_{1t}^2 - c_1^2}{2\,g} + \frac{w_1^2 - w_2^2}{2\,g} + (i_A - i_B) + \frac{c_2^2}{2\,g} \} = \frac{c_1^2 - c_2^2}{2\,g} - \frac{w_1^2 - w_2^2}{2\,g}$$

que es un resultado idéntico al obtenido para las turbinas de acción, ya que se han incluido las pérdidas a la salida.

Para un grado de reacción $\sigma = 0{,}5 \;\Rightarrow\; \begin{cases} \alpha_1 = \beta_2 \\ \alpha_2 = \beta_1 \end{cases}$ *, y flujo axial* $\Rightarrow\; \begin{cases} c_1 = w_2 \\ c_2 = w_1 \end{cases}$ *, el trabajo interno es*

$$T_{int_{(\sigma = 0{,}5)}} = \frac{u}{g}(c_{1u} + c_{2u}) = \frac{c_1^2 - c_2^2}{g} = \Delta i_{int}$$

Si no se consideran las pérdidas residuales a la salida, por cuanto la velocidad $\vec{c}_2$ es aprovechable como velocidad de entrada en el siguiente escalonamiento, el *trabajo adiabático teórico* es:

$$T_{ad} = T_{int} + \text{Pérdidas distribuidor} + \text{Pérdidas corona}$$

Métodos de cálculo del rendimiento interno

$$a)\; \eta_{int} = \frac{T_{int}}{\Delta i_{ad}} = \frac{(c_1^2 - c_2^2) + (w_2^2 - w_1^2)}{2\,g\,\Delta i_{ad}} = \frac{(c_1^2 - c_2^2) + (w_2^2 - w_1^2)}{c_{ad}^2}$$

$$b)\; \eta_{int} = \frac{T_{int}}{T_{ad}} = \frac{\frac{u}{g}(c_{1u} + c_{2u})}{\frac{u}{g}(c_{1u} + c_{2u}) + \text{Pérd. distribuidor} + \text{Pérd. corona}} = \frac{\frac{u}{g}(c_{1u} + c_{2u})}{\frac{u}{g}(c_{1u} + c_{2u}) + \frac{1}{g}\,\theta\,c_1^2} = \frac{u\,(c_{1u} + c_{2u})}{u\,(c_{1u} + c_{2u}) + \theta\,c_1^2}$$

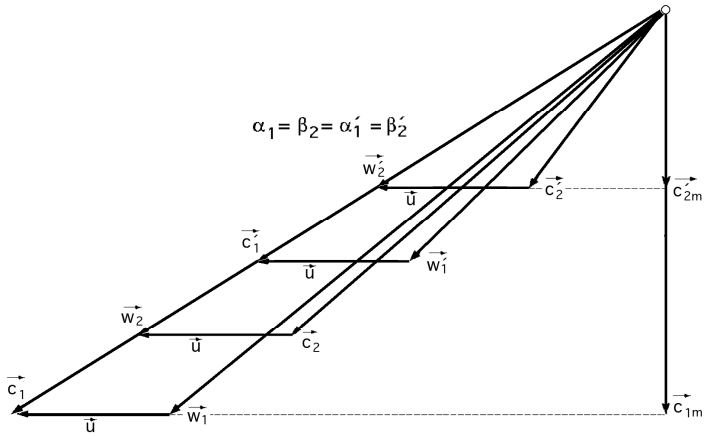
en donde suponemos que las pérdidas a la salida se recuperan en el escalón siguiente

Para $\sigma = 0{,}5$ *y flujo axial se tiene:*

$$\eta_{int_{(\sigma = 0,5)}} = \frac{u\,(c_{1u} + c_{2u}\,)}{u\,(c_{1u} + c_{2u}\,) + \theta\; c_1^2} = \left| \begin{array}{l} c_{1u} = c_1\;\cos\alpha_1 \\ c_{2u} = c_2\;\cos\alpha_2 \;= \left\{ \begin{array}{l} c_2 = w_1 \\ \alpha_2 = \beta_1 \end{array} \right\} = w_1\;\cos\,\beta_1 = c_1\;\cos\,\alpha_1 - u \\ u\,(c_{1u} + c_{2u}\,) = u\,(2\,c_1\;\cos\,\alpha_1 - u) \end{array} \right| =$$

$$= \frac{u\,(2\,c_1\;\cos\,\alpha_1 - u)}{u\,(2\,c_1\;\cos\,\alpha_1 - u) + \theta\;c_1^2} = \frac{\xi_1\;(2\cos\,\alpha_1 - \xi_1\,)}{\xi_1\;(2\cos\,\alpha_1 - \xi_1\,) + \theta}$$

siendo ξ_1 la relación cinemática a la entrada.



Triángulos de velocidades con álabes asimétricos, y ángulos de salida iguales

Fig III.3.- Rueda con dos escalonamientos de velocidad y σ = 0,5

El valor de θ se calcula a partir de las pérdidas en:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{el distribuidor, } P_{dist} = \dfrac{c_{1t}^2 - c_1^2}{2\,g} = \dfrac{c_{1t}^2}{2\,g}\,(1 - \varphi^2 \\ \text{los álabes de la corona, } P_{álabes} = \dfrac{w_{2t}^2 - w_2^2}{2\,g} \end{array} \right.$$

El valor total de las pérdidas para σ = 0,5 es:

$$P_{totales} = \frac{c_{1t}^2 - c_1^2}{2\,g} + \frac{w_{2t}^2 - w_2^2}{2\,g} = \left| \; c_{1t} = w_{2t}\;;\; w_2 = c_1\;;\; c_1 = j\,c_{1t} \; \right| =$$

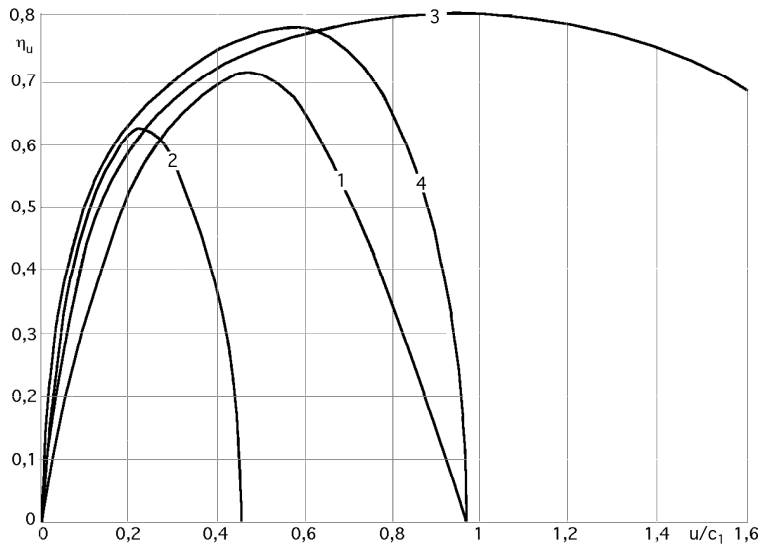
$$= \frac{c_{1t}^2 - c_1^2}{2\,g} + \frac{c_{1t}^2 - c_1^2}{2\,g} = \frac{c_{1t}^2 - c_1^2}{g} = \frac{c_1^2}{g}\,\left(\frac{1 - \varphi^2}{\varphi^2}\right) = \theta\;\frac{c_1^2}{g} \quad \Rightarrow \quad \theta = \frac{1 - \varphi^2}{\varphi^2}$$

siendo el *rendimiento interno*, Fig III.4.:

$$\eta_{int_{(\sigma = 0,5)}} = \frac{\xi_1\;(2\cos\,\alpha_1 - \xi_1\,)}{\varphi_1\;(2\cos\,\alpha_1 - \xi_1\,) + \dfrac{1 - \varphi^2}{\varphi^2}}$$

c) A partir del grado de reacción:

$$\sigma = \frac{i_A - i_B}{i_0 - i_B} = 2\;g\;\frac{i_A - i_B}{c_{ad}^2} \quad \Rightarrow \quad i_A - i_B = \sigma\;\frac{c_{ad}^2}{2\;g} = \Delta i_{corona}$$



(1) Escalonamiento de acción: $\eta_u = 2\,\varphi^2\,\xi_1\,(1+\psi)\,(\cos\alpha_1 - \xi_1)$

(2) Rueda Curtis: $\eta_u = 2\,\varphi^2\,\xi_1\,(A\cos\alpha_1 - B\,\xi_1)$

(3) Escalonamiento de reacción: $\eta_u = \dfrac{\xi_1\,(2\cos\alpha_1 - \xi_1)}{\xi_1\,(2\cos\alpha_1 - \xi_1) + \dfrac{1-\varphi^2}{\varphi^2}}$

(4) Escalonamiento de acción con recuperación total de la velocidad de salida: $m = 1$

Fig III.4.- Curvas $\eta_u = f(\xi_1)$ *trazadas en las siguientes condiciones:* $\alpha_1 = 17°$; $\varphi = \psi = 0{,}9$

El salto adiabático es: $\begin{cases} \Delta i_{ad} = \dfrac{c_{1t}^2}{2g} + (i_A - i_B) = \dfrac{c_{1t}^2}{2g} + \sigma\ \dfrac{c_{ad}^2}{2g} \\ \Delta i_{ad} = \dfrac{c_{ad}^2}{2g} \end{cases} \Rightarrow\quad c_{ad}^2 = \dfrac{c_{1t}^2}{1-\sigma} = \dfrac{c_1^2}{\varphi^2\,(1-\sigma)}$

y el rendimiento interno:

$$\eta_{int} = \frac{(c_1^2 - c_2^2) + (w_2^2 - w_1^2)}{c_{ad}^2} = \frac{(c_1^2 - c_2^2) + (w_2^2 - w_1^2)}{c_{1t}^2}(1-\sigma) = \left| \begin{array}{l} c_2^2 = w_2^2 + u^2 - 2\,w_2\,u\cos\beta_2 \\ w_1^2 = c_1^2 + u^2 - 2\,c_1\,u\cos\alpha_1 \end{array} \right| =$$

$$= \frac{c_1^2 - w_2^2 - u^2 + 2\,w_2\,u\cos\beta_2 + w_2^2 - c_1^2 - u^2 + 2\,c_1\,u\cos\alpha_1}{c_{1t}^2}(1-\sigma) = 2\,\frac{w_2\,u\cos\beta_2 + c_1\,u\cos\alpha_1 - u^2}{c_{1t}^2}(1-\sigma)$$

La condición de rendimiento interno máximo $\dfrac{d\eta_{int}}{du} = 0$ es:

$$\frac{w_2\cos\beta_2 + c_1\cos\alpha_1 - 2\,u}{c_{1t}^2}(1-\sigma) = 0 \quad\Rightarrow\quad w_2\cos\beta_2 + c_1\cos\alpha_1 = 2\,u$$

y sustituyendo el valor de u, el rendimiento interno máximo válido para cualquier valor de σ es:

$$\eta_{int.máx} = \frac{w_2\cos\beta_2\,(c_1\cos\alpha_1 + w_2\cos\beta_2) + c_1\cos\alpha_1\,(c_1\cos\alpha_1 + w_2\cos\beta_2) - 2\,u^2}{c_{1t}^2}(1-\sigma) =$$

$$= \frac{w_2^2\cos^2\beta_2 + 2\,w_2\cos\beta_2\,c_1\cos\alpha_1 + c_1^2\cos^2\alpha_1 - \dfrac{(w_2\cos\beta_2 + c_1\cos\alpha_1)^2}{2}}{c_{1t}^2}(1-\sigma) = \frac{(w_2\cos\beta_2 + c_1\cos\alpha_1)^2}{2\,c_{1t}^2}(1-\sigma)$$

d) A partir de:

$$\eta_{int} = \frac{2\, w_2\, u \cos \beta_2 + 2\, c_1\, u \cos \alpha_1 - 2\, u^2}{c_{1t}^2}\,(1 - \sigma)$$

grado de reacción $\sigma = 0{,}5$ y flujo axial, los triángulos de velocidades de entrada y salida son iguales, y los álabes guía del distribuidor y de la corona móvil están dispuestos simétricamente, Fig III.5:

$$\vec{c}_1 = \vec{w}_2 \quad ; \quad \beta_2 = \alpha_1 \quad ; \quad \vec{c}_2 = \vec{w}_1 \quad ; \quad \alpha_2 = \beta_1$$

$$\eta_{int_{(\sigma = 0{,}5)}} = \frac{2\, c_1\, u \cos \alpha_1 - u^2}{c_{1t}^2} = \frac{2\, c_1\, u \cos \alpha_1 - u^2}{c_1^2}\,\varphi^2 = (2 \cos \alpha_1 - \xi_1)\,\varphi^2\,\xi_1 \qquad (\alpha_2 \neq 90^o)$$

$$\eta_{int_{máx\ y\ (\sigma = 0{,}5)}} = \frac{c_1^2\, \cos^2 \alpha_1}{c_{1t}^2} = \varphi^2 \cos^2 \alpha_1$$

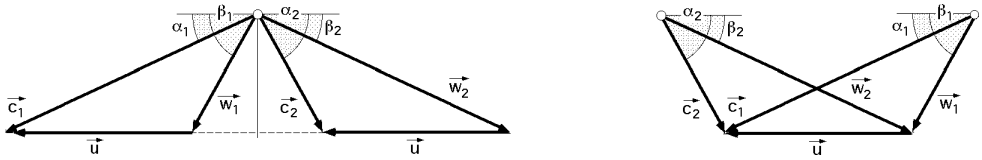


Fig III.5.- Triángulos de velocidades en una turbina de reacción de σ = 0,5 (flujo axial)

e) A partir de: $\eta_{int} = \dfrac{\xi_1\,(2 \cos \alpha_1 - \xi_1)}{\xi_1\,(2 \cos \alpha_1 - \xi_1) + \dfrac{1 - \varphi^2}{\varphi^2}}$, grado de reacción $\sigma = 0{,}5$ y condición de rendimiento máximo $\alpha_2 = 90^o$, Fig III.6, se tiene:

$$2\, u = w_2\, \cos \beta_2 + c_1\, \cos \alpha_1 = \left| \begin{matrix} w_2 = c_1 \\ \beta_2 = \alpha_1 \end{matrix} \right| = 2\, c_1\, \cos \alpha_1 \quad \Rightarrow \quad \xi_1 = \cos \alpha_1$$

$$\eta_{int\ máx_{(\sigma = 0{,}5)}} = \frac{\cos \alpha_1\,(2 \cos \alpha_1 - \cos \alpha_1)}{\cos \alpha_1\,(2 \cos \varepsilon_1 - \cos \alpha_1) + \dfrac{1 - \varphi^2}{\varphi^2}} = \frac{\varphi^2\, \cos^2 \alpha_1}{1 - \varphi^2\, sen^2 \alpha_1}$$

estando el ángulo α_1 comprendido entre 14º y 40º.

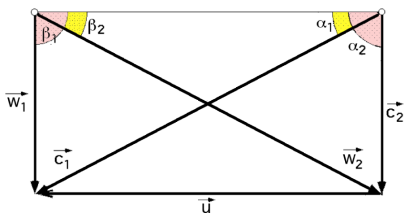


Fig III.6.- Triángulos de velocidades con σ = 0,5 y condición de rendimiento máximo, (flujo axial)

Si se considera $\begin{cases} \alpha_1 = 17^o \\ \varphi = \psi = 0{,}9 \end{cases}$ el rendimiento interno máximo es igual a 78,9%, ligeramente superior al de la corona de acción. Para un mismo valor de $\vec{u}$, el valor de $\vec{c}_1$ debe ser menor, por lo que necesitará un mayor número de escalonamientos.

III.3.- TURBINA DE REACCIÓN CON ESCALONAMIENTOS MÚLTIPLES

Número de Parsons para un escalón cualquiera.- En forma análoga a las turbinas de acción con escalonamientos múltiples, se determina el nº de Parsons para un escalón cualquiera de reacción, en la forma:

$$X = \frac{u^2}{\Delta i_{ad}} = \left| c_{1j} = \varphi \sqrt{2\,g\,(1-\sigma)\,\Delta i_{ad(ij)} + m\,c_{2j}^2} \quad \Rightarrow \quad \Delta i_{ad(ij)} = \frac{1}{2\,g\,(1-\sigma)} \left(\frac{c_{1j}^2}{\varphi^2} - m\,c_{2j}^2 \right) \right| =$$

$$= \frac{2\,g\,(1-\sigma)\,u^2}{\frac{c_{1j}^2}{\varphi^2} - m\,c_{2j}^2} = \frac{2\,g\,(1-\sigma)\,\xi^2}{\frac{1}{\varphi^2} - m\,\left(\frac{c_2}{c_1}\right)_j^2} = \left| \Delta i_{ad} \ en \ \frac{Kcal}{kg} \right| = \frac{8369{,}2\,(1-\sigma)\,\xi^2}{\frac{1}{\varphi^2} - m\,\left(\frac{c_2}{c_1}\right)_j^2}$$

Casos particulares

m = 0.- En estas condiciones

$$X = 8369{,}2\,\varphi^2\,\xi^2\,(1-\sigma) = K\,\xi^2$$

que representa el cuadrado de la relación cinemática media ξ salvo una constante.

σ = 0,5.- En estas condiciones:

$$X = \frac{4184{,}6\,\xi^2}{\frac{1}{\varphi^2} - m\left(\frac{c_2}{c_1}\right)_j^2} = \left| c_2 = w_1 = \sqrt{u^2 + c_1^2 - 2\,c_1\,u\cos\alpha_1} \right| = \frac{4184{,}6\,\xi^2}{\frac{1}{\varphi^2} - m\,\frac{u^2 + c_1^2 - 2\,c_1\,u\cos\alpha_1}{c_1^2}} =$$

$$= \frac{4184{,}6\,\xi^2}{\frac{1}{\varphi^2} - m\,(1 + \xi^2 - 2\,\xi\cos\alpha_1)} = \frac{4184{,}6}{\frac{1}{\xi^2}\left(\frac{1}{\varphi^2} - 1\right) + m\left(\frac{2\cos\alpha_1}{\xi} - 1\right)}$$

m = 1 y **σ = 0,5.-** En estas condiciones:

$$X = \frac{4184{,}6\,\xi^2}{\frac{1}{\varphi^2} - \left(\frac{c_2}{c_1}\right)_j^2} = \frac{4184{,}6}{\frac{1}{\xi^2}\left(\frac{1}{\varphi^2} - 1\right) + \frac{2\cos\alpha_1}{\xi} - 1}$$

Para las turbinas de reacción en condiciones de rendimiento máximo y coronas del mismo diámetro, en las que $Z = \frac{\Delta I}{\Delta i_{ad}}$, un límite superior de X es del orden de 4000.

III.4.- NUMERO DE ESCALONAMIENTOS DE REACCIÓN

La regla de la suma de los cuadrados de las velocidades circunferenciales viene dada por:

$$Z_1\,u_1^2 + Z_2\,u_2^2 + Z_3\,u_3^2 + \ldots + Z_n\,u_n^2 = Z_1\,X\,\Delta i_{ad(1)} + Z_2\,X\,\Delta i_{ad(2)} + \ldots + Z_n\,X\,\Delta i_{ad(n)} =$$

$$= X\,(Z_1\,\Delta i_{ad(1)} + Z_2\,\Delta i_{ad(2)} + \ldots + Z_n\,\Delta i_{ad(n)}) = X\,\Delta I$$

en la que, Z_1, Z_2, Z_3,.., Z_n, es el número de coronas de reacción del mismo diámetro, d_1, d_2, d_3, ..., d_n, de la parte de reacción.

Los triángulos de velocidades no son iguales, sino homólogos de un escalonamiento a otro; en estas condiciones para:

$Z_1 = 1, Z_2 = 1, Z_3 = 1,..., Z_n = 1$

se tiene:

$$Z_1\ u_1^2 + Z_2\ u_2^2 + Z_3\ u_3^2 + ... + Z_n\ u_n^2 = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + ... + u_n^2 = \sum\ u_i^2$$

$$\text{Haciendo,} \begin{cases} u_2 = k\ u_1 \\ u_3 = k\ u_2 = k^2\ u_1 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ u_n = k\ u_{n-1} = k^{n-1}\ u_1 \quad ; \quad k = (\frac{u_n}{u_1})^{1/(n-1)} \end{cases}$$

la ecuación anterior, en la que n es el número de escalonamientos de presión, se puede poner como:

$$\sum\ u_i^2 = u_1^2 + k^2\ u_1^2 + k^4\ u_1^2 + ... + k^{2(n-1)}\ u_1^2 = u_1^2\ (1 + k^2 + k^4 + ... + k^{2(n-1)}\ ) =$$

$$= u_1^2\ \frac{k^{2(n-1)}\ k^2 - 1}{k^2 - 1} = u_1^2\ \frac{k^{2n} - 1}{k^2 - 1} = X\ \Delta I \quad \Rightarrow \quad \frac{(\frac{u_n}{u_1})^{2n/(n-1)} - 1}{(\frac{u_n}{u_1})^{2/(n-1)} - 1} = \frac{X\ \Delta I}{u_1^2} = Cte$$

El valor de $Z\,u^2$ proporciona una idea del volumen de la máquina y, por lo tanto, de su precio; por esta razón al número de Parsons se le llama a veces *factor de calidad*.

Para una velocidad periférica $\vec{u}$ determinada, el número de escalonamientos necesarios en la turbina es proporcional a X disminuyendo muy rápidamente cuando 1/ξ aumenta.

Si se considera, por ejemplo que, u = 100 m/seg y ΔI = 200 Kcal/kg, se obtienen los resultados de la Tabla III.1.

Tabla III.1.- N° de escalonamientos para diversos valores de ξ_1 , con $\varphi = 1$

ξ	*1*	*0,67*	*0,5*	*0,4*	*0,33*
η	*0,73*	*0,78*	*0,77*	*0,74*	*0,7*
N° de Parsons X	*8380*	*3730*	*2100*	*1340*	*931*
n	*168*	*74*	*42*	*27*	*19*

Se observa que para números de Parsons elevados, aumenta el número de coronas, por lo que para que una turbina sea de construcción barata, interesan pequeños valores de X y de ξ_1. En consecuencia, valores de ξ_1 cercanos a $0,4 \div 0,5$ son los más frecuentes; en la Tabla III.1 se observa también la influencia que tiene el rendimiento sobre el número de escalonamientos y es en las pro-

ximidades del rendimiento máximo donde más se hace notar.

Para $\begin{cases} \eta = 78\% \ ; \ n = 74 \ escalones \\ \eta = 77\% \ ; \ n = 42 \ escalones \end{cases}$ y, por lo tanto, una variación de un 1% en el rendimiento trae como consecuencia una gran disminución del número de escalonamientos lo que supone una gran disminución del coste de fabricación y de las dimensiones de la turbina.

III.5.- CÁLCULO DEL DIÁMETRO MEDIO DE LA PRIMERA CORONA DE REACCIÓN

Elección de la vena de vapor.- La vena de vapor viene caracterizada por el número y diámetro de los diversos escalonamientos. El salto disponible, a repartir entre los diferentes escalonamientos, se obtiene después de haber eliminado del salto adiabático teórico, las pérdidas en los órganos de admisión y a la salida; la elección de la vena de vapor es importante porque condiciona el volumen de la máquina y, por lo tanto, su precio.

En el primer escalonamiento de reacción, *la inyección es total*, por lo que:

$$G = \frac{\Omega \ c_{1m}}{v_1} = (\pi \ D_1 \ a_1) \ k \ (c_1 \ sen \ \alpha_1) \ \gamma_{vapor \ entrada}$$

siendo:

G *el gasto de vapor en kg/seg*

$c_{1m} = c_1 \ sen \ \alpha_1$, *la velocidad meridiana a la entrada*

v_1 *el volumen específico del vapor a la salida del distribuidor*

k *un coeficiente que tiene en cuenta la obstrucción originada por el espesor de los álabes a la salida y el coeficiente de gasto de las álabes distribuidores, de valor* $\approx 0{,}9$

a_1 *la altura del álabe distribuidor a la salida, o la altura de los álabes de la primera corona*

D_1 *el diámetro medio del primer escalonamiento de la parte de reacción, o diámetro medio de la vena*

Para obtener un buen rendimiento conviene que α_1 sea pequeño y que la altura del álabe a no sea demasiado grande.

Multiplicándola por $(n \ D_1)$ resulta:

$$n \ D_1 \ G = \pi \ n \ D_1^2 \ a_1 \ k \ c_1 \ sen \ \alpha_1 \ \gamma_{vapor \ (1)}$$

por lo que:

$$n \ D_1^2 = \frac{n \ D_1 \ G}{\pi \ a_1 \ k \ c_1 \ sen \ \alpha_1 \ \gamma_{vapor \ (1)}} = \left| \ D_1 = \frac{2 \ u_1}{w} = \frac{60 \ u_1}{\pi \ n} \ ; \ c_1 = \frac{u_1}{\xi_1} \ \right| = \frac{60 \ G \ \xi \ v_1}{\pi^2 \ a_1 \ k \ sen \ \alpha_1}$$

En la Tabla III.2 se indica para $n \ D_1^2 = 640$, y diversas revoluciones por minuto, con una velocidad periférica de la corona de acción de 200 m/seg, el diámetro medio de las coronas de acción y reacción, así como el número de escalonamientos de presión, siendo:

D_a el diámetro medio de la corona de acción

D_{r1} el diámetro medio del primer escalonamiento de reacción

u_{r1} la velocidad periférica del primer escalonamiento de reacción

u_{a1} la velocidad periférica de la corona de acción, igual a 200 m/seg

Tabla III.2

n (rpm)	*3000*	*6000*	*9000*	*12000*
D_a (mm)	*1275*	*637*	*425*	*318*
D_{r1} (mm)	*462*	*327*	*267*	*231*
u_{r1} (mm)	*72,5*	*102*	*126*	*145*
N° de escalones (n)	*44*	*22*	*16*	*11*

El aumento de la velocidad de rotación implica:

- Una disminución de los diámetros y del número de escalonamientos, lo cual supone una reducción del coste de la máquina.

- Un aumento de las pérdidas en la parte de reacción, que varía con el cuadrado de las velocidades.

- La necesidad de preveer un reductor de velocidad, tanto más importante, cuanto más rápida sea la velocidad de rotación de la turbina.

El ***grado de expansión*** es la relación entre los volúmenes específicos de admisión y escape; así, por ejemplo, para una turbina de 125 MW, con unas condiciones de presión y temperatura a la entrada del vapor en la turbina, de 127 atm y 540°C, y presión en el condensador de 0,038 atm abs, la relación de los volúmenes específicos es 1250, por lo que las primeras coronas deben tener diámetros pequeños para así evitar alturas de aletas demasiado reducidas, y las últimas coronas diámetros grandes para evitar alturas de aletas excesivas, por lo que hay que fraccionar el flujo de vapor a la salida.

La variación del volumen específico es poco sensible en los escalonamientos de AP, pero se hace muy rápida en los últimos, lo que explica el aspecto característico de las venas de vapor de las turbinas de condensación, que convergen rápidamente en los escalonamientos de BP.

Las velocidades varían con el diámetro, y como las secciones de paso aumentan en proporción inversa, a presiones iguales, la altura de las aletas varía con la inversa del cuadrado del diámetro de la vena. El rozamiento de los discos y las fugas internas crecen con la presión y el diámetro.

La reducción de los diámetros en la parte de AP implica un aumento de la altura de los álabes, lo que contribuye a reducir las fugas y pérdidas por rozamiento en los discos.

El salto térmico en cada escalonamiento disminuye con el cuadrado del diámetro, y el número de coronas aumenta en proporción inversa; ésto origina dificultades para situar todos los escalonamientos sobre el mismo eje; un rendimiento elevado implica, pues, un aumento de la longitud de la turbina y, por lo tanto, su precio, que puede llegar a ser muy importante si el número de escalonamientos lleva a construir una turbina de varios cuerpos. Cuando el volumen del vapor en la admi-

sión es pequeño, AP y baja potencia, es difícil obtener un buen rendimiento ya que para mantener una altura de álabe adecuada, $12 \div 15$ mm, es necesario disminuir el diámetro de las coronas y, por lo tanto, aumentar su número para llegar a agotar el salto de presión en la parte de AP. La utilización en cabeza de la turbina de una corona doble Curtis o de una corona de acción de mayores dimensiones alimentada con inyección parcial, permite eliminar algunas coronas en la parte de AP restante, lo que a pesar del menor rendimiento de la corona de cabeza, resulta ventajoso.

Selección del grado de reacción.- El diseño de una turbina de vapor comienza con un escalonamiento de regulación que puede ser un escalón simple de acción o una turbina Curtis; a continuación va una turbina múltiple con escalonamientos de presión, bien una turbina de acción de discos, o de reacción con grado de reacción 0,5 en el álabe medio, turbina de tambor.

En las turbinas de acción, con frecuencia los últimos escalonamientos son de reacción, con grado de reacción creciente, hasta 0,44 y más en los últimos escalonamientos, a fin de evitar velocidades supersónicas.

En los primeros escalonamientos de la turbina, el grado de reacción 0 tiene la ventaja que al eliminar las pérdidas intersticiales, se puede utilizar un diámetro de corona móvil grande y una altura de álabe pequeña.

En las primeras coronas el volumen específico del vapor es pequeño, lo que plantea problemas de mal rendimiento en los álabes cortos, mientras que en las últimas coronas, al ser los álabes largos, la zona intersticial donde se producen las fugas es pequeña, por lo que el rendimiento del álabe aumenta

III.6.- CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE LOS DIVERSOS ESCALONAMIENTOS

Para determinar los elementos de los diversos escalonamientos se parte del diámetro del primer escalonamiento, de forma que los diámetros de los demás escalonamientos se van aumentando, reduciéndose así el número de los mismos.

Se puede partir de una relación entre diámetros medios $\frac{D_2}{D_1} = k$ entre dos coronas consecutivas, de forma que se pueda admitir, en primera aproximación, un reparto de diámetros medios de los escalonamientos de razón k; este reparto, puramente arbitrario, tiene la ventaja de ofrecer una semejanza de los triángulos de velocidades en los diversos escalonamientos, salvo en el primero, lo cual permite utilizar los mismos perfiles de álabes, al menos mientras su altura no sea excesiva; esto justifica además la invariabilidad del número de Parsons en los diversos escalonamientos. Si suponemos dos escalonamientos, i y j , se puede poner:

$$\frac{c_{1i}}{c_{1j}} = \frac{u_{1i}}{u_{1j}} = \frac{w_{1i}}{w_{1j}} = \frac{c_{2i}}{c_{2j}} = k$$

$$c_{1j} = \varphi \sqrt{2g\,\Delta i_{dist} + m\,c_{2i}^2} = \left| \sigma = 0{,}5 \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \Delta i_{dist} = \dfrac{\Delta i_{ad}}{2} \\ \Delta i_{ad} = \dfrac{u_j^2}{X} \end{cases} \right| = \varphi \sqrt{4184{,}6\,\frac{u_j^2}{X} + m\,c_{2i}^2}$$

$$w_{2j} = \left| \psi = \frac{w_2}{w_{2t}} \right| = \psi \sqrt{2g\,\Delta i_{corona} + w_{1j}^2} = \psi \sqrt{8370\,\frac{u_j^2}{X} + w_{1j}^2}$$

Elección de los valores de ξ ***en las turbinas de reacción***.- Al igual que en las turbinas de acción el valor de ξ se elige inferior al óptimo teórico; como en estas turbinas la curva (η, ξ) es muy plana, el rendimiento prácticamente no varía para valores de ξ en un cierto intervalo. Este cálculo sólo se puede aceptar en primera aproximación, por lo que conviene proceder a su revisión teniendo en cuenta la recuperación de las velocidades residuales y el recalentamiento del vapor ocasionado en cada escalonamiento por las pérdidas de energía.

Elección de la entalpía asociada a cada escalón.- En una turbina con ciclo de recalentamiento intermedio, las entalpías asociadas a cada cuerpo de AP, MP y BP, están en la relación 5/3/1, es decir, para un supuesto en el cuerpo de $\begin{cases} AP\ serían\ 5\ Btu/lb\ (2{,}8\ Kcal/kg) \\ MP\ serían\ 3\ Btu/lb\ (1{,}7\ Kcal/kg) \\ BP\ serían\ 1\ Btu/lb\ (0{,}6\ Kcal/kg) \end{cases}$

III.7.- ÁLABES DE CIRCULACIÓN CONSTANTE (TORBELLINO LIBRE)

La teoría de *álabes cilíndricos* se cumple cuando la altura del álabe es relativamente pequeña:

$$0{,}08 < \frac{a}{D} < 0{,}1$$

y en ella se supone que la variación de la velocidad tangencial $\vec{u}$ no afecta sensiblemente al rendimiento de la máquina.

En la *teoría de álabes torsionados*, (álabes de los escalonamientos de condensación o aquellos en que la relación entre la altura del álabe y el diámetro es $\frac{a}{D} > 0{,}1$), la velocidad periférica a lo largo de los álabes varía apreciablemente, lo que implica deformaciones de los triángulos de velocidades, que disminuyen el rendimiento, de forma que *la velocidad puede tomar valores exagerados si el grado de reacción permanece constante desde la base a la punta*; la utilización de álabes de circulación constante permite trabajar con álabes de grado de reacción variable de la base a la punta:

$$\Gamma = 2\,\pi\,r\,c_u = Cte$$

y limita este inconveniente, intentando obtener una velocidad de salida uniforme para cualquier diámetro; esta condición, también llamada de *torbellino libre*, mantiene constante el trabajo específico a lo largo del álabe.

Trabajo de circulación y ecuación de equilibrio de la vena fluida.- Si en una turbina

axial se considera un paralelepípedo infinitesimal de fluido de masa $dm = \rho\ da\ dr$, y ancho unidad que circula por un escalonamiento, Fig III.7, la fuerza centrípeta es de la forma:

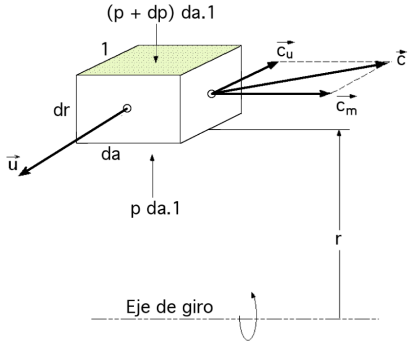


Fig III.7.- Fuerzas sobre un paralelepípedo elemental de vapor

$$F_{centrípeta} = (p + dp)\ da.1 - p\ da.1 = dp\ da$$

y como la componente axial $\vec{c}_m$ paralela al eje de giro no origina fuerza centrífuga alguna, ésta es debida únicamente a la componente radial, en la forma:

$$F_{centrífuga} = \rho\ da\ dr\ \frac{c_u^2}{r}$$

En el equilibrio se tiene:

$$dp\ da = \rho\ da\ dr\ \frac{c_u^2}{r} \quad \Rightarrow \quad dp = \rho\ dr\ \frac{c_u^2}{r} = \frac{1}{v}\ dr\ \frac{c_u^2}{r} \quad \Rightarrow \quad v\ dp = \frac{dr}{r}\ c_u^2$$

siendo v el volumen específico del vapor.

El trabajo de circulación es:

$$dT_{circulación} = -\ v\ dp = -\ c_u^2\ \frac{dr}{r} = -\ di$$

Si el álabe se diseña para que el trabajo de circulación sea constante de la base a la punta, en un proceso adiabático reversible, se tiene que, $dT_{circ} = -\ dI = 0$, y como:

$$dI = di + \frac{1}{2}\ d(c_u^2 + c_m^2\ ) = 0 \quad \Rightarrow \quad di = -\ \frac{1}{2}\ d(c_u^2 + c_m^2\ ) = -\ (c_u\, dc_u + c_m\, dc_m\ ) = c_u^2\ \frac{dr}{r}$$

$$c_u\ dc_u + c_m\ dc_m + c_u^2\ \frac{dr}{r} = 0$$

que es la ecuación diferencial del equilibrio, perpendicular al eje de giro (dirección radial), con trabajo de circulación constante de la base a la punta.

Primera ley de la torsión.- La *trayectoria ideal de la vena fluida* se determina suponiendo que $c_m = Cte,\ \ dc_m = 0$, (flujo axial), por lo que:

$$c_u\ dc_u + c_u^2\ \frac{dr}{r} = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{dc_u}{c_u} + \frac{dr}{r} = 0 \quad \Rightarrow \quad r\, c_u = Cte = k$$

es decir, la circulación del vapor entre álabes es irrotacional; con esta ecuación se pueden construir los triángulos de velocidades en cualquier sección, si se conoce el triángulo de velocidades, por ejemplo, en el punto medio del álabe.

Si el flujo de vapor a la salida de los álabes de la corona móvil es axial, $\alpha_2 = 90°$*, la presión sobre los mismos es constante e independiente del diámetro, es decir, la caída de presión en el escalo-*

namiento es la misma para cualquier diámetro, de forma que los distintos flujos de vapor a lo largo del álabe tienen la misma pérdida de velocidad a la salida, no difiriendo notoriamente las pérdidas por rozamiento, por lo que los flujos de vapor se deben corresponder con una misma cesión de energía a los álabes, de forma que:

$r\, c_{1u} = Cte = k^*$

El ángulo β varía fuertemente de la base a la punta por ser $tg\ \beta = \dfrac{c_m}{u - c_u}$; cuando $\vec{u}$ aumenta, $\vec{c}_u$ disminuye, Fig III.8, lo que es un serio inconveniente a la hora de construir álabes con gran torsión; seste método se ha utilizado mucho en la fabricación de ventiladores y compresores axiales.

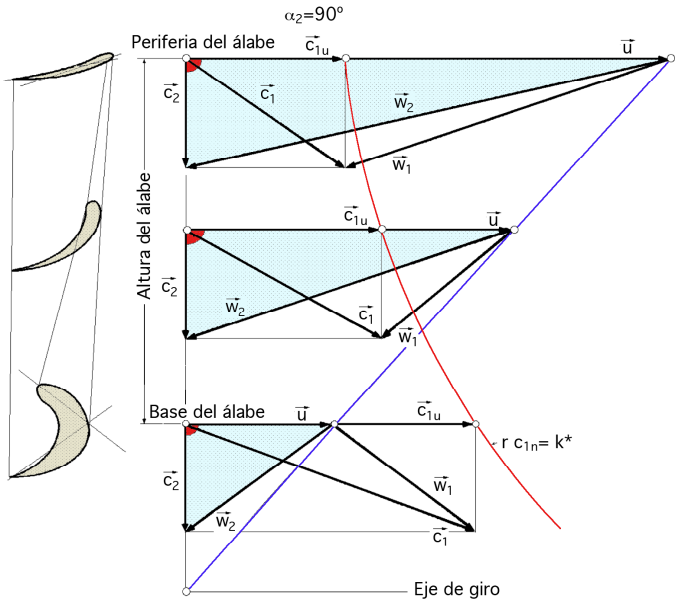


Fig III.8.- Triángulos de velocidades de un álabe de condensación a diversas alturas del mismo, $\alpha_2 = 90°$

El grado de reacción en el supuesto de considerar nulas las pérdidas en los álabes, $\varphi = \psi = 1$, y rendimiento máximo $\alpha_2 = 90°$, se determina teniendo en cuenta que la velocidad $\vec{c}_2$ de salida del escalón anterior es proporcional a la velocidad $\vec{c}_0$ por lo que:

$$Distribuidor,\ c_1 = \sqrt{2\,g\,\Delta i_{dist} + c_0^2} = \sqrt{2\,g\,\Delta i_{dist} + m\,c_2^2}$$

$$\Delta i_{dist} = \frac{c_1^2 - c_0^2}{2\,g} = \frac{c_1^2 - m\,c_2^2}{2\,g} = \left| m = 1 \right| = \frac{(c_{1m}^2 + c_{1u}^2) - (c_{2m}^2 + c_{2u}^2)}{2\,g} = \left| \begin{matrix} c_2 = c_{2m} = c_{1m} \\ c_{2u} = 0 \end{matrix} \right| = \frac{c_{1u}^2}{2\,g}$$

$$Corona\ móvil,\ w_2 = \sqrt{2\,g\,\Delta i_{corona} + w_1^2}$$

$$\Delta i_{corona} = \frac{w_2^2 - w_1^2}{2\,g} = \frac{(w_{2m}^2 + w_{2u}^2) - (w_{1m}^2 - w_{1u}^2)}{2\,g} = \left| w_{2m} = w_{1m} \right| = \frac{w_{2u}^2 - w_{1u}^2}{2\,g} = \left| \begin{matrix} w_{2u} = u \\ w_{1u} = u - c_{1u} \end{matrix} \right| =$$

$$= \frac{u^2 - (u - c_{1u})^2}{2\,g} = \frac{2\,u\,c_{1u} - c_{1u}^2}{2\,g}$$

El salto adiabático teórico total y el grado de reacción con flujo axial a la salida $\alpha_2 = 90^o$, son:

$$\Delta i_{ad} = \Delta i_{dist} + \Delta i_{corona} = \frac{c_{1u}^2}{2\,g} + \frac{2\,u\,c_{1u} - c_{1u}^2}{2\,g} = \frac{u\,c_{1u}}{g} = Cte$$

que se podía haber obtenido directamente de la ecuación fundamental:

$$\Delta i_{ad} = \frac{u\,(c_{1u} + c_{2u})}{g} = \left| \, c_{2u} = 0 \, \right| = \frac{u\,c_{1u}}{g}$$

$$\sigma = \frac{\Delta i_{corona}}{\Delta i_{dist} + \Delta i_{corona}} = \frac{\dfrac{2\,u\,c_{1u} - c_{1u}^2}{2\,g}}{\dfrac{u\,c_{1u}}{g}} = 1 - \frac{c_{1u}}{2\,u} = \begin{cases} u = r\,\dfrac{\pi\,n}{30} \;\Rightarrow\; \sigma = 1 - \dfrac{15\,c_{1u}}{\pi\,r\,n} \\ r\,c_{1u} = k \;\Rightarrow\; \sigma = 1 - \dfrac{k}{2\,u\,r} \end{cases}$$

que permite calcular σ en función del radio, en cada sección del álabe, observándose que σ crece con el radio *r*, (aumenta hacia la periferia), y también con el nº de rpm.

En estas circunstancias, en las turbinas de acción, sólo el trazado de la base es de acción, mientras que en las turbinas de reacción se tiene en la base un grado de reacción ($0{,}4 < \sigma < 0{,}45$).

Si se conoce el valor de σ_m en la mitad del álabe, se tiene:

$$\frac{\sigma}{\sigma_m} = \frac{1 - \dfrac{c_{1u}}{2\,u}}{\left(1 - \dfrac{c_{1u}}{2\,u}\right)_{medio}} \quad \Rightarrow \quad \sigma = \sigma_m \frac{1 - \dfrac{c_{1u}}{2\,u}}{\left(1 - \dfrac{c_{1u}}{2\,u}\right)_{medio}}$$

o también:

$$\frac{1 - \sigma}{1 - \sigma_m} = \frac{u_m\;r_m}{u\;r} = \frac{(r_m\;\breve{w})\,r_m}{(r\,\breve{w})\,r} = \left(\frac{r_m}{r}\right)^2$$

Segunda ley de la torsión.- *Si los álabes se diseñan con* $\alpha_1 = Cte$ *de la base a la punta:*

$$cotg\;\alpha_1 = \frac{c_{1u}}{c_{1m}} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} c_{1u} = c_{1m}\;cotg\;\alpha_1 \\ dc_{1u} = dc_{1m}\;cotg\;\alpha_1 \end{cases}$$

y la ecuación diferencial del equilibrio, perpendicular al eje de giro con trabajo de circulación constante de la base a la punta del álabe:

$$c_{1u}\;dc_{1u} + c_{1m}\;dc_{1m} + c_{1u}^2\;\frac{dr}{r} = 0$$

se transforma en:

$$c_{1m}\;cotg\;\alpha_1\;dc_{1m}\;cotg\;\alpha_1 + c_{1m}\;dc_{1m} + c_{1m}^2\;cotg^2\alpha_1\;\frac{dr}{r} = 0$$

$$(cotg^2\alpha_1 + 1)\,dc_{1m} + c_{1m}\;cotg^2\alpha_1\;\frac{dr}{r} = 0$$

$$\frac{dc_{1m}}{c_{1m}} = -\frac{cotg^2\alpha_1}{cotg^2\alpha_1 + 1}\frac{dr}{r} = \left| \frac{cotg^2\alpha_1}{cotg^2\alpha_1 + 1} = cos^2\alpha_1 \right| = -cos^2\alpha_1 \frac{dr}{r} \quad \Rightarrow \quad c_{1m}\ r^{cos^2\alpha_1} = Cte$$

que relaciona en cualquier punto del álabe, la velocidad axial, el radio del álabe y el ángulo de ataque, y que se conoce como *segunda ley de la torsión*.

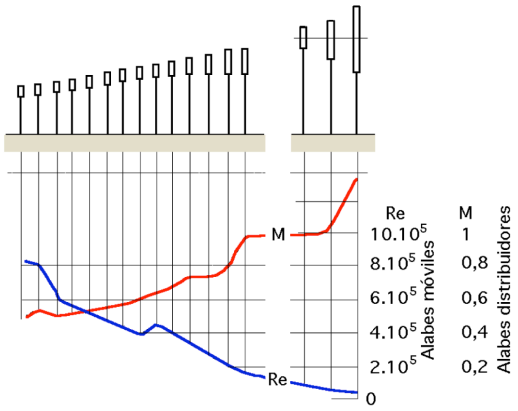


Fig III.9.- Variación de los números de Mach y Reynolds en una turbina de condensación

En resumen, cuando la relación entre la caída de entalpía asignada al escalón y el diámetro medio de la corona móvil llega a valores importantes, las variaciones de la velocidad periférica $\vec{u}$ correspondiente a las distintas alturas del álabe implican fuertes deformaciones de los triángulos de velocidades que conducen, si se mantiene constante el grado de reacción a lo largo de la altura radial del álabe, a unas exageradas velocidades de salida con excesivas inclinaciones, Fig III.9.

Para hacer frente a este inconveniente, se han diseñado álabes que tienen un grado de reacción variable a lo largo de su longitud, existiendo dos criterios distintos:

a) El criterio clásico (álabes de circulación constante) con el que están construidas prácticamente todas las turbinas de vapor, que consiste en adoptar un diseño de álabes que tenga la misma velocidad absoluta de salida $\vec{c}_2$ y que sea axial y uniforme en todos los puntos a lo largo del mismo. La presión de salida es uniforme para cualquier radio de giro correspondiente a los distintos puntos a lo largo de la altura a de los álabes y, por lo tanto, la caída de entalpía (potencia) también es uniforme.

Cada línea de flujo de vapor tiene $\begin{cases} \textit{igual pérdida por velocidad residual } \vec{c}_2 \\ \textit{aproximadamente la misma por fricción} \end{cases}$ y, por lo tanto, la misma cesión energética al álabe, verificándose en consecuencia la constancia del par. Como los saltos entálpicos asignados a los diversos escalones de un cuerpo suelen ser de igual magnitud, el valor de k es análogo para todos estos escalonamientos.

La expansión en cada escalón incrementa el volumen específico por lo que para limitar la velocidad axial de circulación del vapor, también tiene que aumentar el radio medio de giro de cada corona de álabes, respecto al del escalón precedente, por lo que en los álabes de circulación constante, el grado de reacción medio de cada corona es mayor que el de la corona precedente.

Según se deduce de la configuración de los triángulos de velocidades, la máxima velocidad absoluta $\vec{c}_1$ de entrada del vapor a la rueda se presenta en la base (pie) del álabe; la máxima velocidad relativa $\vec{w}_2$ del vapor a la salida se produce en el extremo (punta) del álabe, por lo que, en tales pun-

tos, se podría llegar circunstancialmente a velocidades próximas a la del sonido correspondientes a ese medio particular, por lo que habría que volver a estudiar el equilibrio entre las diversas líneas de flujo del vapor y proceder a la correspondiente modificación de los perfiles y de los grados de reacción.

b) *El criterio moderno* consiste en un diseño cuyo objetivo es conseguir una baja densidad de flujo másico en la punta de los álabes, al tiempo que se minimizan la fricción y las pérdidas secundarias.

CONSTANTES TERMODINÁMICAS DEL VAPOR DE AGUA HÚMEDO

Pres. sat.	*Temp. sat.*	*Volumen*		*Entalpía*			*Entropía*		
bars	*ºC*	*v' (dm³/kg)*	*v" (dm³/kg)*	*i'(kJ/kg)*	*i''(kJ/kg)*	*r_{l-v}(kJ/kg)*	*s' (kJ/kgºK)*	*s''(kJ/kgºK)*	*Δs(kJ/kgºK)*
0,0061	0,00	1,0002	206288,00	0,0	2500,8	2500,8	0,000	9,155	9,155
0,0061	1,00	1,0002	206146,00	0,0	2500,8	2500,8	0,000	9,155	9,155
0,0071	2,00	1,0001	179907,00	8,4	2496,0	2487,6	0,031	9,102	9,071
0,0081	4,00	1,0001	157258,00	16,8	2508,1	2491,3	0,061	9,050	8,989
0,0094	6,00	1,0001	137768,00	25,2	2511,8	2486,6	0,091	8,999	8,908
0,0100	7,00	1,0001	129205,00	29,3	2513,6	2484,3	0,106	8,974	8,868
0,0107	8,00	1,0002	120956,00	33,6	2515,5	2481,9	0,121	8,949	8,828
0,0123	10,00	1,0003	106422,00	42,0	2519,2	2477,2	0,151	8,900	8,749
0,0140	12,00	1,0006	93829,00	50,4	2522,9	2472,5	0,181	8,851	8,671
0,0182	16,00	1,0011	73380,00	67,1	2530,3	2463,1	0,239	8,757	8,518
0,0206	18,00	1,0014	65084,00	75,5	2533,9	2458,4	0,268	8,711	8,444
0,0234	20,00	1,0018	57836,00	53,4	2537,6	2453,7	0,296	8,666	8,370
0,0250	21,00	1,0021	54260,00	88,4	2539,5	2451,1	0,312	8,642	8,330
0,0264	22,00	1,0023	51491,00	92,2	2541,2	2449,0	0,325	8,622	8,297
0,0298	24,00	1,0028	45925,00	100,6	2544,8	2444,2	0,353	8,579	8,226
0,0336	26,00	1,0033	41034,00	109,0	2548,5	2439,5	0,381	8,536	8,155
0,0378	28,00	1,0038	36727,00	117,3	2552,1	2434,8	0,409	8,494	8,085
0,0424	30,00	1,0044	32929,00	125,7	2555,7	2430,0	0,437	8,452	8,016
0,0475	32,00	1,0050	29573,00	134,0	2559,3	2425,3	0,464	8,412	7,948
0,050	33,00	1,0053	28196,00	137,8	2560,9	2423,1	0,476	8,394	7,918
0,053	34,00	1,0057	26601,00	142,4	2562,9	2420,5	0,491	8,372	7,881
0,059	36,00	1,0064	23967,00	150,7	2566,5	2415,8	0,518	8,333	7,814
0,066	38,00	1,0071	21628,00	159,1	2570,1	2411,0	0,545	8,294	7,749
0,074	40,00	1,0079	19546,00	167,5	2573,7	2406,2	0,572	8,256	7,684
0,075	40,32	1,0080	19239,00	168,8	2574,2	2405,5	0,576	8,250	7,674
0,082	42,00	1,0087	17691,00	175,8	2577,2	2401,4	0,599	8,219	7,620
0,091	44,00	1,0095	16035,00	184,2	2580,8	2396,6	0,625	8,182	7,557
0,100	45,83	1,0103	14673,00	191,8	2584,1	2392,2	0,649	8,149	7,499
0,101	46,00	1,0103	14556,00	192,5	2584,3	2391,8	0,651	8,146	7,494
0,112	48,00	1,0112	13232,00	200,9	2587,9	2387,0	0,678	8,110	7,433
0,123	50,00	1,0121	12045,00	209,3	2591,4	2382,2	0,704	8,075	7,372
0,136	52,00	1,0130	10979,00	217,6	2595,0	2377,3	0,729	8,041	7,312
0,150	54,00	1,0140	10021,00	226,0	2598,5	2372,5	0,755	8,007	7,252
0,165	56,00	1,0150	9157,80	234,4	2602,0	2367,7	0,780	7,974	7,193
0,182	58,00	1,0160	8379,90	242,7	2605,5	2362,8	0,806	7,941	7,135
0,199	60,00	1,0170	7677,60	251,1	2609,0	2357,9	0,831	7,909	7,078
0,200	60,09	1,0171	7648,40	251,5	2609,1	2357,7	0,832	7,907	7,075
0,218	62,00	1,0182	7042,80	259,5	2612,5	2353,0	0,856	7,877	7,021
0,239	64,00	1,0193	6468,20	267,8	2615,9	2348,1	0,881	7,845	6,965
0,250	65,00	1,0199	6203,20	272,0	2617,6	2345,7	0,893	7,830	6,937
0,262	66,00	1,0205	5947,30	276,2	2619,4	2343,2	0,906	7,815	6,909
0,286	68,00	1,0216	5474,70	284,6	2622,8	2338,2	0,930	7,784	6,854
0,300	69,13	1,0223	5228,10	289,3	2624,8	2335,4	0,944	7,767	6,823
0,312	70,00	1,0228	5045,30	293,0	2626,3	2333,3	0,955	7,754	6,800
0,340	72,00	1,0240	4654,70	301,4	2629,7	2328,3	0,979	7,725	6,746
0,350	72,71	1,0244	4524,60	304,3	2630,9	2326,5	0,988	7,715	6,727
0,370	74,00	1,0252	4299,10	309,7	2633,1	2323,3	1,003	7,696	6,693
0,400	75,89	1,0264	3992,40	317,7	2636,3	2318,6	1,026	7,669	6,643
0,402	76,00	1,0264	3974,80	318,1	2636,5	2318,3	1,027	7,667	6,640
0,437	78,00	1,0277	3678,80	326,5	2639,8	2313,3	1,051	7,639	6,588
0,474	80,00	1,0290	3408,30	334,9	2643,2	2308,3	1,075	7,611	6,536
0,500	81,35	1,0299	3239,40	340,6	2645,4	2304,9	1,091	7,593	6,502
0,513	82,00	1,0303	3160,90	343,3	2646,5	2303,2	1,099	7,584	6,485
0,557	84,00	1,0317	2934,30	351,7	2649,9	2298,1	1,123	7,557	6,435
0,600	85,95	1,0331	2731,20	359,9	2653,1	2293,2	1,145	7,531	6,386
0,601	86,00	1,0331	2726,60	360,1	2653,2	2293,0	1,146	7,531	6,385
0,650	88,00	1,0345	2536,00	368,5	2656,5	2287,9	1,169	7,504	6,335
0,700	89,96	1,0359	2364,30	376,8	2659,7	2282,9	1,192	7,478	6,287
0,701	90,00	1,0359	2360,90	376,9	2659,7	2282,8	1,1925	7,478	6,285
0,756	92,00	1,0374	2199,90	385,4	2663,0	2277,6	1,216	7,453	6,237

0,800	*93,51*	*1,0385*	*2086,80*	*391,7*	*2665,4*	*2273,7*	*1,233*	*7,434*	*6,201*
0,815	*94,00*	*1,0388*	*2051,80*	*393,8*	*2666,2*	*2272,4*	*1,239*	*7,428*	*6,189*
0,877	*96,00*	*1,0404*	*1915,20*	*402,2*	*2669,4*	*2267,2*	*1,262*	*7,403*	*6,142*
0,900	*96,71*	*1,0409*	*1869,10*	*405,2*	*2670,6*	*2265,4*	*1,270*	*7,394*	*6,125*
0,943	*98,00*	*1,0419*	*1789,30*	*410,6*	*2672,6*	*2262,0*	*1,284*	*7,379*	*6,095*
1,000	*99,63*	*1,0432*	*1693,70*	*417,5*	*2675,2*	*2257,7*	*1,303*	*7,359*	*6,056*
1,013	*100,00*	*1,0435*	*1673,00*	*419,1*	*2675,8*	*2256,7*	*1,308*	*7,355*	*6,048*
1,200	*104,81*	*1,0472*	*1428,20*	*439,4*	*2683,3*	*2244,0*	*1,361*	*7,298*	*5,937*
1,208	*105,00*	*1,0474*	*1419,40*	*440,2*	*2683,6*	*2243,5*	*1,363*	*7,296*	*5,933*
1,400	*109,32*	*1,0509*	*1236,50*	*458,4*	*2690,3*	*2231,9*	*1,411*	*7,246*	*5,835*
1,433	*110,00*	*1,0515*	*1210,10*	*461,3*	*2691,3*	*2230,0*	*1,419*	*7,239*	*5,820*
1,600	*113,32*	*1,0543*	*1091,30*	*475,4*	*2696,4*	*2221,0*	*1,455*	*7,202*	*5,747*
1,691	*115,00*	*1,0558*	*1036,50*	*482,5*	*2698,9*	*2216,4*	*1,473*	*7,183*	*5,710*
1,800	*116,93*	*1,0575*	*977,39*	*490,7*	*2701,8*	*2211,1*	*1,494*	*7,163*	*5,668*
1,985	*120,00*	*1,0603*	*891,71*	*503,7*	*2706,3*	*2202,5*	*1,528*	*7,130*	*5,602*
2,000	*120,23*	*1,0605*	*885,59*	*504,7*	*2706,6*	*2201,9*	*1,530*	*7,127*	*5,597*
2,200	*123,27*	*1,0633*	*809,99*	*517,6*	*2711,0*	*2193,4*	*1,563*	*7,096*	*5,533*
2,321	*125,00*	*1,0649*	*770,43*	*525,0*	*2713,5*	*2188,5*	*1,581*	*7,078*	*5,497*
2,400	*126,09*	*1,0659*	*746,60*	*529,6*	*2715,0*	*2185,4*	*1,593*	*7,067*	*5,474*
2,600	*128,73*	*1,0685*	*692,66*	*540,9*	*2718,7*	*2177,8*	*1,621*	*7,040*	*5,419*
2,701	*130,00*	*1,0697*	*668,32*	*546,3*	*2720,5*	*2174,2*	*1,634*	*7,027*	*5,393*
2,800	*131,21*	*1,0709*	*646,19*	*551,5*	*2722,2*	*2170,7*	*1,647*	*7,015*	*5,368*
3,000	*133,54*	*1,0732*	*605,72*	*561,4*	*2725,4*	*2163,9*	*1,672*	*6,992*	*5,321*
3,131	*135,00*	*1,0747*	*582,00*	*567,7*	*2727,3*	*2159,7*	*1,687*	*6,978*	*5,291*
3,500	*138,88*	*1,0786*	*524,14*	*584,3*	*2732,5*	*2148,2*	*1,727*	*6,941*	*5,214*
3,614	*140,00*	*1,0798*	*508,66*	*589,1*	*2733,9*	*2144,8*	*1,739*	*6,930*	*5,191*
4,000	*143,63*	*1,0836*	*462,35*	*604,7*	*2738,6*	*2133,9*	*1,776*	*6,897*	*5,120*
4,155	*145,00*	*1,0851*	*446,12*	*610,6*	*2740,4*	*2129,8*	*1,791*	*6,884*	*5,093*
4,500	*147,92*	*1,0883*	*413,86*	*623,2*	*2744,0*	*2120,8*	*1,820*	*6,857*	*5,037*
4,760	*150,00*	*1,0906*	*392,57*	*632,2*	*2746,5*	*2114,4*	*1,842*	*6,838*	*4,997*
5,000	*151,85*	*1,0926*	*374,77*	*640,1*	*2748,7*	*2108,6*	*1,860*	*6,822*	*4,962*
5,433	*155,00*	*1,0962*	*346,65*	*653,8*	*2752,5*	*2098,7*	*1,892*	*6,794*	*4,902*
5,500	*155,47*	*1,0967*	*342,57*	*655,8*	*2753,0*	*2097,2*	*1,897*	*6,790*	*4,893*
6,000	*158,84*	*1,1007*	*315,56*	*670,4*	*2756,8*	*2086,4*	*1,931*	*6,761*	*4,830*
6,181	*160,00*	*1,1021*	*306,85*	*675,5*	*2758,1*	*2082,7*	*1,942*	*6,751*	*4,808*
6,500	*161,99*	*1,1045*	*292,57*	*684,1*	*2760,3*	*2076,2*	*1,962*	*6,734*	*4,772*
7,000	*164,96*	*1,1080*	*272,76*	*697,1*	*2763,5*	*2066,4*	*1,992*	*6,709*	*4,717*
7,500	*167,76*	*1,1115*	*255,50*	*709,3*	*2766,4*	*2057,1*	*2,020*	*6,685*	*4,665*
8,000	*170,41*	*1,1149*	*240,32*	*720,9*	*2769,1*	*2048,2*	*2,046*	*6,663*	*4,617*
8,500	*172,94*	*1,1181*	*226,88*	*732,0*	*2771,5*	*2039,5*	*2,070*	*6,643*	*4,573*
9,000	*175,36*	*1,1213*	*214,87*	*742,6*	*2773,8*	*2031,2*	*2,094*	*6,623*	*4,529*
9,500	*177,67*	*1,1243*	*204,09*	*752,8*	*2776,0*	*2023,2*	*2,117*	*6,604*	*4,487*
10,50	*182,01*	*1,1302*	*185,51*	*772,0*	*2779,8*	*2007,8*	*2,159*	*6,570*	*4,411*
11,00	*184,06*	*1,1331*	*177,44*	*781,1*	*2781,5*	*2000,4*	*2,179*	*6,554*	*4,375*
11,50	*186,04*	*1,1359*	*170,05*	*789,9*	*2783,1*	*1993,2*	*2,198*	*6,538*	*4,340*
12,00	*187,96*	*1,1386*	*163,25*	*798,4*	*2784,6*	*1986,2*	*2,216*	*6,523*	*4,307*
12,50	*189,81*	*1,1412*	*156,98*	*806,7*	*2786,0*	*1979,3*	*2,234*	*6,508*	*4,274*
13,00	*191,60*	*1,1438*	*151,17*	*814,7*	*2787,3*	*1972,6*	*2,251*	*6,495*	*4,244*
13,50	*193,34*	*1,1464*	*145,79*	*822,2*	*2788,5*	*1966,0*	*2,268*	*6,482*	*4,214*
14,00	*195,04*	*1,1400*	*140,77*	*830,0*	*2789,7*	*1959,6*	*2,284*	*6,469*	*4,186*
14,50	*196,68*	*1,1514*	*136,08*	*837,4*	*2790,8*	*1953,4*	*2,299*	*6,457*	*4,158*
15,00	*198,28*	*1,1539*	*131,70*	*844,6*	*2791,8*	*1917,1*	*2,314*	*6,445*	*4,130*
15,55	*200,00*	*1,1565*	*127,29*	*852,4*	*2792,8*	*1940,4*	*2,331*	*6,431*	*4,101*
16,00	*201,37*	*1,1586*	*123,73*	*858,5*	*2793,6*	*1935,1*	*2,344*	*6,422*	*4,078*
17,00	*204,30*	*1,1633*	*116,66*	*871,8*	*2795,2*	*1923,4*	*2,371*	*6,400*	*4,028*
17,25	*205,00*	*1,1644*	*115,05*	*875,0*	*2795,6*	*1920,6*	*2,378*	*6,394*	*4,017*
18,00	*207,10*	*1,1678*	*110,36*	*884,5*	*2796,6*	*1912,1*	*2,398*	*6,379*	*3,981*
19,00	*209,79*	*1,1722*	*104,69*	*896,8*	*2797,8*	*1901,1*	*2,423*	*6,359*	*3,936*
19,08	*210,00*	*1,1726*	*104,27*	*897,7*	*2797,9*	*1900,2*	*2,425*	*6,358*	*3,933*
20,00	*212,37*	*1,1766*	*99,57*	*908,6*	*2798,9*	*1890,4*	*2,447*	*6,340*	*3,893*
21,00	*214,85*	*1,1809*	*94,93*	*919,9*	*2799,8*	*1879,9*	*2,470*	*6,322*	*3,852*
22,00	*217,24*	*1,1851*	*90,69*	*930,9*	*2800,6*	*1869,7*	*2,492*	*6,305*	*3,813*
23,00	*219,55*	*1,1892*	*86,80*	*941,6*	*2801,3*	*1859,7*	*2,514*	*6,288*	*3,775*

23,20	*220,00*	*1,1900*	*86,06*	*943,7*	*2801,4*	*1857,8*	*2,518*	*6,285*	*3,767*
24,00	*221,78*	*1,1932*	*83,23*	*951,9*	*2801,9*	*1850,0*	*2,534*	*6,272*	*3,738*
25,00	*223,94*	*1,1972*	*19,94*	*961,9*	*2802,3*	*1840,4*	*2,554*	*6,257*	*3,702*
25,50	*225,00*	*1,1992*	*78,31*	*966,9*	*2802,5*	*1835,6*	*2,564*	*6,249*	*3,685*
27,50	*229,06*	*1,2069*	*72,71*	*985,9*	*2803,1*	*1817,2*	*2,602*	*6,220*	*3,618*
27,98	*230,00*	*1,2087*	*71,47*	*990,3*	*2803,2*	*1812,9*	*2,610*	*6,213*	*3,603*
30,00	*233,84*	*1,2163*	*66,65*	*1008,3*	*2803,4*	*1795,0*	*2,645*	*6,186*	*3,541*
30,64	*235,00*	*1,2187*	*65,27*	*1013,8*	*2803,4*	*1789,5*	*2,656*	*6,178*	*3,522*
32,50	*238,32*	*1,2256*	*61,49*	*1029,6*	*2803,2*	*1773,7*	*2,687*	*6,154*	*3,468*
33,48	*240,00*	*1,2291*	*59,67*	*1037,6*	*2803,1*	*1765,5*	*2,702*	*6,142*	*3,440*
35,00	*242,54*	*1,2345*	*57,05*	*1049,8*	*2802,7*	*1753,0*	*2,725*	*6,125*	*3,399*
36,52	*245,00*	*1,2399*	*54,62*	*1061,6*	*2802,2*	*1740,7*	*2,748*	*6,107*	*3,359*
37,50	*246,54*	*1,2433*	*53,17*	*1069,0*	*2801,9*	*1732,9*	*2,762*	*6,096*	*3,335*
39,78	*250,00*	*1,2512*	*50,06*	*1085,8*	*2800,9*	*1715,1*	*2,793*	*6,072*	*3,278*
40,00	*250,33*	*1,2520*	*49,77*	*1087,4*	*2800,8*	*1713,4*	*2,797*	*6,070*	*3,273*
42,50	*253,95*	*1,2606*	*46,75*	*1105,1*	*2799,4*	*1694,3*	*2,830*	*6,044*	*3,214*
43,25	*255,00*	*1,2631*	*45,91*	*1110,2*	*2799,0*	*1688,7*	*2,839*	*6,032*	*3,197*
45,00	*257,41*	*1,2690*	*44,05*	*1122,1*	*2797,8*	*1675,7*	*2,861*	*6,020*	*3,158*
46,94	*260,00*	*1,2755*	*42,15*	*1134,9*	*2796,4*	*1661,5*	*2,885*	*6,001*	*3,116*
47,50	*260,73*	*1,2774*	*41,63*	*1138,9*	*2796,0*	*1657,4*	*2,892*	*5,996*	*3,104*
50,00	*263,92*	*1,2857*	*39,44*	*1154,5*	*2794,0*	*1639,5*	*2,921*	*5,973*	*3,053*
50,87	*265,00*	*1,2886*	*38,72*	*1159,9*	*2793,3*	*1633,3*	*2,931*	*5,966*	*3,035*
55,00	*269,94*	*1,3021*	*35,60*	*1184,9*	*2789,5*	*1604,6*	*2,976*	*5,930*	*2,955*
55,05	*270,00*	*1,3023*	*35,63*	*1185,2*	*2789,4*	*1604,2*	*2,976*	*5,930*	*2,954*
59,49	*275,00*	*1,3168*	*32,74*	*1210,8*	*2784,9*	*1574,0*	*3,022*	*5,894*	*2,872*
60,00	*275,56*	*1,3185*	*32,44*	*1213,7*	*2784,3*	*1570,6*	*3,027*	*5,890*	*2,862*
64,19	*280,00*	*1,3321*	*30,13*	*1236,8*	*2779,6*	*1542,5*	*3,068*	*5,857*	*2,789*
65,00	*280,83*	*1,3347*	*29,72*	*1241,1*	*2778,6*	*1537,5*	*3,076*	*5,851*	*2,775*
69,18	*285,00*	*1,3483*	*27,74*	*1263,1*	*2773,4*	*1510,3*	*3,114*	*5,820*	*2,706*
70,00	*285,80*	*1,3510*	*27,37*	*1267,4*	*2772,3*	*1500,9*	*3,122*	*5,814*	*2,692*
74,45	*290,00*	*1,3655*	*25,54*	*1289,9*	*2766,3*	*1476,4*	*3,161*	*5,783*	*2,622*
75,00	*290,51*	*1,3673*	*25,32*	*1292,6*	*2765,6*	*1472,9*	*3,166*	*5,779*	*2,613*
80,00	*294,98*	*1,3838*	*23,52*	*1317,0*	*2758,3*	*1441,3*	*3,207*	*5,744*	*2,537*
85,00	*299,24*	*1,4005*	*21,92*	*1340,6*	*2750,7*	*1410,1*	*3,248*	*5,711*	*2,463*
85,92	*300,00*	*1,4036*	*21,64*	*1344,9*	*2749,2*	*1404,3*	*3,255*	*5,705*	*2,450*
90,00	*303,31*	*1,4174*	*20,48*	*1363,5*	*2742,5*	*1379,0*	*3,286*	*5,679*	*2,392*
92,14	*305,00*	*1,4247*	*19,92*	*1373,2*	*2738,9*	*1365,8*	*3,302*	*5,665*	*2,362*
95,00	*307,22*	*1,4346*	*19,19*	*1385,9*	*2733,9*	*1348,0*	*3,324*	*5,647*	*2,323*
98,70	*310,00*	*1,4475*	*18,32*	*1402,1*	*2727,2*	*1325,2*	*3,351*	*5,623*	*2,272*
100,00	*310,96*	*1,4521*	*18,02*	*1407,7*	*2724,8*	*1317,1*	*3,360*	*5,615*	*2,255*
105,61	*315,00*	*1,4722*	*16,83*	*1431,7*	*2714,1*	*1282,4*	*3,400*	*5,580*	*2,180*
110,00	*318,04*	*1,4883*	*15,98*	*1450,1*	*2705,5*	*1255,4*	*3,430*	*5,553*	*2,123*
112,90	*320,00*	*1,4992*	*15,45*	*1462,2*	*2699,6*	*1237,5*	*3,449*	*5,535*	*2,086*
120,00	*324,64*	*1,5266*	*14,26*	*1491,2*	*2684,7*	*1193,5*	*3,496*	*5,493*	*1,997*
120,57	*325,00*	*1,5289*	*14,17*	*1493,5*	*2683,5*	*1190,0*	*3,500*	*5,489*	*1,989*
128,65	*330,00*	*1,5620*	*12,97*	*1526,0*	*2665,5*	*1139,5*	*3,552*	*5,441*	*1,889*
130,00	*330,81*	*1,5678*	*12,78*	*1531,4*	*2662,3*	*1131,0*	*3,561*	*5,433*	*1,873*
137,14	*335,00*	*1,5990*	*11,84*	*1559,7*	*2645,2*	*1085,5*	*3,605*	*5,390*	*1,785*
140,00	*336,63*	*1,6115*	*11,49*	*1571,0*	*2638,0*	*1067,0*	*3,623*	*5,373*	*1,750*
146,00	*340,00*	*1,6390*	*10,78*	*1594,8*	*2622,0*	*1027,2*	*3,661*	*5,366*	*1,675*
150,00	*342,12*	*1,6580*	*10,35*	*1610,1*	*2611,3*	*1001,1*	*3,685*	*5,312*	*1,627*
155,48	*345,00*	*1,6860*	*9,77*	*1631,8*	*2595,4*	*963,6*	*3,718*	*5,277*	*1,559*
160,00	*347,32*	*1,7100*	*9,32*	*1649,7*	*2581,6*	*931,9*	*3,746*	*5,248*	*1,502*
165,37	*350,00*	*1,7410*	*8,81*	*1671,2*	*2564,2*	*893,0*	*3,779*	*5,212*	*1,433*
170,00	*352,26*	*1,7690*	*8,38*	*1690,0*	*2548,3*	*858,4*	*3,808*	*5,181*	*1,372*
175,77	*355,00*	*1,8070*	*7,87*	*1713,9*	*2527,0*	*813,1*	*3,844*	*5,138*	*1,294*
180,00	*356,96*	*1,8380*	*7,51*	*1731,8*	*2510,4*	*778,6*	*3,872*	*5,108*	*1,236*
186,74	*360,00*	*1,8940*	*6,94*	*1761,5*	*2481,1*	*719,6*	*3,916*	*5,053*	*1,136*
190,00	*361,44*	*1,9230*	*6,67*	*1776,5*	*2465,7*	*689,2*	*3,941*	*5,027*	*1,086*
198,30	*365,00*	*2,0160*	*5,99*	*1817,5*	*2420,9*	*603,4*	*4,001*	*4,946*	*0,945*
200,00	*365,71*	*2,0390*	*5,85*	*1826,6*	*2410,5*	*583,9*	*4,014*	*4,928*	*0,914*
210,00	*369,79*	*2,2130*	*4,98*	*1888,5*	*2335,6*	*447,1*	*4,108*	*4,803*	*0,695*
220,00	*373,71*	*2,6900*	*3,68*	*2007,9*	*2178,0*	*170,1*	*4,289*	*4,552*	*0,263*

CONSTANTES TERMODINÁMICAS DEL VAPOR DE AGUA RECALENTADO

v = volumen específico en (dm^3/kg) ; i = entalpía específica en (kJ/kg) ; s = entropía específica en ($kJ/kg°K$)

T(°C)	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
p(bar)=0,01 ; Ts= 6,98°C															
v)	1,0002	149097	172192	195277	218357	241436	264514	287591	310661	333737	356813	379889	402965	426041	449117
i)	0	2595	2689	2784	2880	2978	3077	3178	3280	3384	3489	3597	3706	3816	3929
s)	0	9,241	9,512	9,751	9,966	10,163	10,344	10,512	10,67	10,819	10,96	11,094	11,223	11,346	11,465
p(bar)=0,1 ; Ts= 45,83°C															
v)	1,0002	14870	17198	19514	21826	24136	26446	28755	31063	33371	35679	37988	40296	42603	44911
i)	0	2592	2688	2783	2880	2977	3077	3177	3280	3384	3489	3597	3706	3816	3929
s)	0	8,173	8,447	8,688	8,903	9,1	9,281	9,449	9,607	9,756	9,897	10,032	10,16	10,284	10,402
p(bar)=0,5 ; Ts= 81,35°C															
v)	1,0002	1,0121	3420	3890	4356	4821	5284	5747	6209	6672	7134	7596	8058	8519	8981
i)	0	209,3	2683	2780	2878	2976	3076	3177	3279	3383	3489	3596	3705	3816	3929
s)	0	0,703	7,694	7,94	8,158	8,355	8,537	8,705	8,864	9,013	9,154	9,289	9,417	9,541	9,659
p(bar)=1 ; Ts= 99,63°C															
v)	1,0001	1,0121	1696	1937	2173	2406	2639	2871	3103	3334	3565	3797	4028	4259	4490
i)	0,1	209,3	2676	2777	2876	2975	3075	3176	3278	3382	3488	3596	3705	3816	3928
s)	0	0,703	7,36	7,614	7,834	8,033	8,215	8,384	8,543	8,692	8,834	8,968	9,097	9,22	9,339
p(bar)=1,5 ; Ts= 111,4°C															
v)	1,0001	1,012	1,0434	1286	1445	1601	1757	1912	2067	2222	2376	2530	2685	2839	2993
i)	0,1	209,4	419,2	2773	2873	2973	3073	3175	3277	3382	3488	3595	3704	3815	3928
s)	0	0,703	1,307	7,42	7,643	7,843	8,027	8,196	8,355	8,504	8,646	8,781	8,909	9,033	9,152
p(bar)=2,0 ; Ts= 120,23°C															
v)	1,0001	1,012	1,0434	960,2	1081	1199	1316	1433	1549	1665	1781	1897	2013	2129	2244
i)	0,2	209,4	419,3	2770	2871	2971	3072	3174	3277	3381	3487	3595	3704	3815	3928
s)	0	0,703	1,307	7,28	7,507	7,708	7,892	8,062	8,221	8,371	8,513	8,648	8,776	8,9	9,019
p(bar)=2,5 ; Ts= 127,40°C															
v)	1,0001	1,012	1,0433	764,7	862,3	957,5	1052	1145	1239	1332	1424	1517	1610	1703	1795
i)	0,2	209,5	419,3	2766	2869	2970	3071	3173	3276	3380	3487	3594	3704	3815	3927
s)	0	0,703	1,307	7,17	7,4	7,603	7,788	7,958	8,117	8,267	8,409	8,544	8,673	8,797	8,916
p(bar)=3,0 ; Ts= 133,54°C															
v)	1	1,012	1,0433	634,2	716,6	796,5	875,4	953,4	1031	1109	1187	1264	1341	1419	1496
i)	0,3	209,5	419,4	2762	2867	2968	3070	3172	3275	3380	3486	3594	3703	3814	3927
s)	0	0,703	1,307	7,078	7,312	7,517	7,702	7,873	8,032	8,182	8,324	8,46	8,589	8,712	8,831
p(bar)=4,0 ; Ts= 143,63°C															
v)	1	1,0119	1,0433	471	534,5	595,3	654,9	713,9	772,5	831,1	889,3	947,4	1005	1063	1121
i)	0,4	209,6	419,4	2753	2862	2965	3067	3170	3274	3378	3485	3593	3703	3814	3927
s)	0	0,703	1,307	6,929	7,172	7,379	7,566	7,738	7,898	8,048	8,226	8,326	8,455	8,579	8,698
p(bar)=5,0 ; Ts= 151,85°C															
v)	0,9999	1,0119	1,0432	1,0905	425,2	474,5	522,6	570,1	617,2	664,1	710,8	757,5	804	850,4	896,9
i)	0,5	209,7	419,4	632,2	2857	2962	3065	3168	3272	3377	3484	3592	3702	3813	3926
s)	0	0,703	1,307	1,842	7,06	7,271	7,46	7,633	7,793	7,944	8,087	8,222	8,351	8,475	8,595
p(bar)=6,0 ; Ts= 158,84°C															
v)	0,9999	1,0118	1,0432	1,0905	352,2	394	434,4	474,3	513,6	552,8	591,9	630,8	669,7	708,4	747,1
i)	0,6	209,8	419,4	632,2	2851	2958	3062	3166	3270	3376	3483	3591	3701	3812	3925
s)	0	0,703	1,306	1,841	6,968	7,182	7,373	7,546	7,707	7,858	8,001	8,131	8,267	8,391	8,51
p(bar)=7,0 ; Ts= 164,96°C															
v)	0,999	1,0118	1,0431	1,0904	300,1	336,4	371,4	405,8	439,7	473,4	503,9	540,4	573,7	607	640,7
i)	0,7	209,9	419,5	632,3	2846	2955	3060	3164	3269	3374	3482	3590	3700	3812	3925
s)	0	0,703	1,306	1,841	6,888	7,106	7,298	7,473	7,634	7,786	7,929	8,065	8,195	8,319	8,438
p(bar)=8,0 ; Ts= 170,41°C															
v)	0,9998	1,0118	1,0431	1,0903	261	293,3	324,2	354,4	384,2	413,8	443,2	472,5	501,8	530,9	560
i)	0,8	209,9	419,6	632,3	2840	2951	3057	3162	3267	3373	3481	3589	3699	381l	3924
s)	0	0,703	1,306	1,841	6,817	7,04	7,233	7,409	7,571	7,723	7,866	8,003	8,132	8,257	8,376
p(bar)=9,0 ; Ts= 175,36°C															
v)	0,9997	1,0117	1,043	1,0903	230,5	259,7	287,4	314,4	341	367,4	393,7	419,8	445,8	471,7	497,6
i)	0,9	210	419,7	632,4	2835	2948	3055	3160	3266	3372	3480	3588	3699	3810	3924
s)	0	0,703	1,306	1,841	6,753	6,98	7,176	7,352	7,515	7,667	7,811	7,948	8,077	8,202	8,321
p(bar)=10 ; Ts= 179,9°C															
v)	0,9997	1,0117	1,043	1,0902	206,1	232,8	258	282,5	306,5	330,3	354	377,6	401	424,4	447,7
i)	1	210,1	419,7	632,5	2829	2944	3052	3158	3264	3370	3478	3587	3698	3810	3923

s)	*0*	*0,703*	*1,306*	*1,841*	*6,695*	*6,926*	*7,124*	*7,301*	*7,464*	*7,617*	*7,761*	*7,898*	*8,028*	*8,153*	*8,272*
p(bar) = 11,0 ; Ts= 184,06 ºC															
v)	*0,9996*	*1,0116*	*1,0429*	*1,0901*	*186,1*	*210,8*	*233,9*	*256,3*	*278,2*	*300*	*321,6*	*343*	*364,4*	*385,7*	*406,9*
i)	*1,1*	*210,2*	*419,8*	*632,5*	*2823*	*2940*	*3050*	*3156*	*3262*	*3369*	*3477*	*3587*	*3697*	*3809*	*3922*
s)	*0*	*0,703*	*1,306*	*1,841*	*6,64*	*6,877*	*7,076*	*7,255*	*7,419*	*7,572*	*7,716*	*7,853*	*7,983*	*8,108*	*8,228*
p(bar) = 12,0 ; Ts= 187,96 ºC															
v)	*0,9996*	*1,0116*	*1,0429*	*1,0901*	*169,4*	*192,4*	*213,9*	*234,5*	*254,7*	*274,7*	*294,5*	*314,2*	*333,8*	*353,4*	*372,9*
i)	*1,2*	*210,3*	*419,9*	*632,6*	*2817*	*2937*	*3047*	*3154*	*3261*	*3368*	*3476*	*3586*	*3696*	*3808*	*3922*
s)	*0*	*0,703*	*1,306*	*1,841*	*6,59*	*6,831*	*7,033*	*7,212*	*7,377*	*7,53*	*7,675*	*7,812*	*7,943*	*8,067*	*8,187*
p(bar) = 13,0 ; Ts= 191,60 ºC															
v)	*0,9995*	*1,0115*	*1,0428*	*1,09*	*155,2*	*176,9*	*196,9*	*216,1*	*234,8*	*253,3*	*271,7*	*289,9*	*308,8*	*326,1*	*344,1*
i)	*1,3*	*210,4*	*420*	*632,7*	*2810*	*2933*	*3044*	*3152*	*3259*	*3366*	*3475*	*3585*	*3695*	*3808*	*3921*
s)	*0*	*0,703*	*1,306*	*1,841*	*6,542*	*6,788*	*6,992*	*7,173*	*7,338*	*7,492*	*7,637*	*7,774*	*7,905*	*8,03*	*8,15*
p(bar) = 14,0 ; Ts= 195,04 ºC															
v)	*0,9995*	*1,0115*	*1,0428*	*1,0899*	*143*	*163,6*	*182,3*	*200,3*	*217,7*	*235,1*	*252,1*	*269*	*285,9*	*302,7*	*319,4*
i)	*1,4*	*210,5*	*420*	*632,7*	*2803*	*2929*	*3042*	*3150*	*3257*	*3365*	*3474*	*3584*	*3695*	*3807*	*3921*
s)	*0*	*0,7031*	*1,3061*	*1,841*	*6,496*	*6,749*	*6,955*	*7,137*	*7,302*	*7,456*	*7,602*	*7,739*	*7,87*	*7,995*	*8,115*
p(bar) = 15,0 ; Ts= 198,28 ºC															
v)	*0,9994*	*1,0114*	*1,0427*	*1,0899*	*132,4*	*152*	*169,7*	*186,5*	*202,9*	*219,1*	*235,1*	*250,9*	*266,7*	*282,4*	*298*
i)	*1,5*	*210,5*	*420,1*	*632,8*	*2796*	*2925*	*3039*	*3148*	*3256*	*3364*	*3473*	*3583*	*3694*	*3806*	*3920*
s)	*0*	*0,703*	*1,306*	*1,84*	*6,452*	*6,711*	*6,919*	*7,102*	*7,268*	*7,423*	*7,569*	*7,707*	*7,838*	*7,963*	*8,03*
p(bar) = 16,0 ; Ts= 201,37 ºC															
v)	*0,9994*	*1,0114*	*1,0426*	*1,0898*	*1,1565*	*141,9*	*158,6*	*174,6*	*190*	*205,2*	*220,2*	*235,1*	*249,9*	*264,6*	*279,3*
i)	*1,6*	*210,6*	*420,2*	*632,8*	*852,4*	*2921*	*3036*	*3146*	*3254*	*3362*	*3472*	*3582*	*3693*	*3805*	*3919*
s)	*0*	*0,703*	*1,306*	*1,84*	*2,331*	*6,675*	*6,886*	*7,07*	*7,237*	*7,392*	*7,538*	*7,676*	*7,807*	*7,932*	*8,053*
p(bar) = 17,0 ; Ts= 204,30 ºC															
v)	*0,9993*	*1,0114*	*1,0114*	*1,0898*	*1,0426*	*133*	*148,9*	*164*	*178,5*	*192,9*	*207,1*	*221,1*	*235,1*	*249*	*262,8*
i)	*1,7*	*210,7*	*420,3*	*632,9*	*852,4*	*2917*	*3033*	*3144*	*3252*	*3361*	*3471*	*3581*	*3692*	*3805*	*3919*
s)	*0*	*0,703*	*1,306*	*1,84*	*2,33*	*6,641*	*6,854*	*7,04*	*7,207*	*7,362*	*7,509*	*7,647*	*7,778*	*7,904*	*8,024*
p(bar) = 18,0 ; Ts= 207,10 ºC															
v)	*0,9993*	*1,0113*	*1,0425*	*1,087*	*1,1563*	*125*	*140,2*	*154,6*	*168,4*	*182*	*195,4*	*208,7*	*221,9*	*235*	*248,1*
i)	*1,8*	*210,8*	*420,3*	*633*	*852,5*	*2913*	*3031*	*3142*	*3251*	*3360*	*3470*	*3580*	*3691*	*3804*	*3918*
s)	*0*	*0,703*	*1,306*	*1,84*	*2,33*	*6,61*	*6,824*	*7,011*	*7,179*	*7,335*	*7,482*	*7,62*	*7,751*	*7,862*	*7,98*
p(bar) = 19,0 ; Ts= 209,79 ºC															
v)	*0,9992*	*1,0113*	*1,0425*	*1,0896*	*1,1562*	*117,9*	*132,5*	*146,1*	*159,3*	*172,2*	*185*	*197,6*	*210,1*	*222,6*	*235*
i)	*1,9*	*210,9*	*420,4*	*633*	*852,8*	*2909*	*3028*	*3140*	*3249*	*3358*	*3468*	*3579*	*3691*	*3803*	*3918*
s)	*0*	*0,703*	*1,305*	*1,84*	*2,33*	*6,578*	*6,795*	*6,983*	*7,152*	*7,308*	*7,456*	*7,594*	*7,726*	*7,851*	*7,972*
p(bar) = 20,0 ; Ts= 212,37 ºC															
v)	*0,9992*	*1,0112*	*1,0424*	*1,0896*	*1,1561*	*111,5*	*125,5*	*138,6*	*151,1*	*163,4*	*175,6*	*187,6*	*199,S*	*211,4*	*223,2*
i)	*2*	*211*	*420,5*	*633,1*	*852,6*	*2904*	*3025*	*3138*	*3248*	*3357*	*3467*	*3578*	*3690*	*3803*	*3917*
s)	*0*	*0,703*	*1,305*	*1,84*	*2,33*	*6,547*	*6,768*	*6,957*	*7,126*	*7,283*	*7,431*	*7,57*	*7,701*	*7,827*	*7,948*
p(bar) = 22,0 ; Ts= 217,24 ºC															
v)	*0,9991*	*1,0111*	*1,0423*	*1,0894*	*1,1559*	*100,4*	*113,4*	*125,5*	*137*	*148,3*	*159,4*	*170,3*	*181,2*	*192*	*202,8*
i)	*2,2*	*211,1*	*420,6*	*633,2*	*852,6*	*2896*	*3019*	*3134*	*3244*	*3354*	*3465*	*3576*	*3688*	*3801*	*3916*
s)	*0*	*0,703*	*1,305*	*l,840*	*2,33*	*6,49*	*6,716*	*6,908*	*7,079*	*7,236*	*7,385*	*7,524*	*7,656*	*7,782*	*7,903*
p(bar) = 24,0 ; Ts= 221,78 ºC															
v)	*0,999*	*1,011*	*1,0422*	*1,0893*	*1,1557*	*91,13*	*103,3*	*114,5*	*125,2*	*135,6*	*145,8*	*155,9*	*165,9*	*175,9*	*185,7*
i)	*2,4*	*211,3*	*420,8*	*635,3*	*852,7*	*2887*	*3014*	*3130*	*3241*	*3352*	*3463*	*3574*	*3687*	*3800*	*3915*
s)	*0*	*0,703*	*l,305*	*1,84*	*2,329*	*6,437*	*6,669*	*6,863*	*7,035*	*7,194*	*7,342*	*7,482*	*7,615*	*7,741*	*7,862*
p(bar) = 26,0 ; Ts= 226,00 ºC															
v)	*0,9988*	*l,0110*	*1,0421*	*l,0892*	*1,1555*	*83,26*	*94,82*	*105,3*	*115,2*	*124,9*	*134,4*	*143,8*	*153*	*162,2*	*171,3*
i)	*2,6*	*211,5*	*420,9*	*633,5*	*852,8*	*2877*	*3008*	*3125*	*3238*	*3349*	*3461*	*3573*	*3685*	*3799*	*3913*
s)	*0*	*0,702*	*l,305*	*1,839*	*2,329*	*6,25*	*6,624*	*6,821*	*6,994*	*7,154*	*7,303*	*7,443*	*7,576*	*7,703*	*7,824*
p(bar) = 28,0 ; Ts= 230,00 ºC															
v)	*0,9987*	*1,0109*	*1,042*	*1,0891*	*1,1553*	*76,49*	*87,5*	*97,38*	*106,7*	*115,7*	*124,6*	*133,3*	*142*	*150,5*	*159*
i)	*2,8*	*211,7*	*421,1*	*633,6*	*852,9*	*2868*	*3002*	*3121*	*3234*	*3346*	*3458*	*3571*	*3683*	*3797*	*3912*
s)	*0*	*0,702*	*1,305*	*1,839*	*2,329*	*6,385*	*6,581*	*6,781*	*6,956*	*7,117*	*7,267*	*7,408*	*7,541*	*7,667*	*7,789*
p(bar) = 30,0 ; Ts= 233,84 ºC															
v)	*0,9986*	*1,0108*	*1,0419*	*1,0889*	*1,1551*	*70,61*	*81,15*	*90,51*	*99,28*	*107,8*	*116,1*	*124,3*	*132,4*	*140,4*	*148,3*
i)	*3*	*211,8*	*421,2*	*633,7*	*852,9*	*2858*	*2995*	*3117*	*3231*	*3343*	*3456*	*3569*	*3682*	*3796*	*3911*
s)	*0*	*0,702*	*1,305*	*1,839*	*2,328*	*6,289*	*6,541*	*6,744*	*6,921*	*7,082*	*7,233*	*7,374*	*7,507*	*7,634*	*7,756*
p(bar)= 32 ; Ts= 237,4ºC															
v)	*0,9985*	*1,0107*	*1,0418*	*1,0888*	*1,1549*	*75,43*	*78,59*	*84,49*	*92,8*	*100,8*	*108,7*	*116,41*	*124*	*131,5*	*139*

i)	*3,2*	*212*	*421,4*	*633,8*	*853*	*2847*	*2989*	*3112*	*3227*	*3341*	*3454*	*3567*	*3680*	*3794*	*3910*
s)	*0*	*0,702*	*1,305*	*1,839*	*2,328*	*5,243*	*6,503*	*6,709*	*6,887*	*7,05*	*7,201*	*7,343*	*7,476*	*7,603*	*7,725*
p(bar)= 34 ; Ts= 240,9°C															
v)	*0,9984*	*1,0106*	*1,0417*	*1,0887*	*1,1547*	*60,84*	*70,67*	*79,18*	*87,08*	*94,69*	*102,1*	*109,4*	*116,6*	*123,7*	*130,7*
i)	*3,4*	*212,2*	*421,5*	*634*	*853,1*	*2836*	*2983*	*3108*	*3224*	*3328*	*3451*	*3565*	*3679*	*3793*	*3909*
s)	*0*	*0,702*	*1,304*	*1,838*	*2,328*	*6,198*	*6,466*	*6,675*	*6,855*	*7,019*	*7,171*	*7,313*	*7,447*	*7,574*	*7,696*
p(bar)= 36 ; Ts= 244,2°C															
v)	*0,9983*	*l,0105*	*1,0416*	*1,0885*	*1,1545*	*56,73*	*66,3*	*74,46*	*81,99*	*89,23*	*96,27*	*103,2*	*110,1*	*116,7*	*123,4*
i)	*3,6*	*212,3*	*421,7*	*634,1*	*853,2*	*2825*	*2976*	*3103*	*3221*	*3335*	*3449*	*3563*	*3677*	*3792*	*3907*
s)	*0*	*0,702*	*1,304*	*1,838*	*2,327*	*6,154*	*6,431*	*6,644*	*6,825*	*6,99*	*7,142*	*7,285*	*7,419*	*7,547*	*7,669*
p(bar)= 38 ; Ts= 247,3°C															
v)	*0,9982*	*1,0104*	*1,0415*	*1,0884*	*1,1543*	*53,03*	*62,37*	*70,23*	*77,44*	*81,35*	*91,05*	*97,61*	*104,1*	*110,5*	*116,8*
i)	*3,8*	*212,5*	*421,8*	*634,2*	*853,3*	*2813*	*2970*	*3099*	*3217*	*3332*	*3447*	*3561*	*3675*	*3790*	*3906*
s)	*0*	*0,702*	*1,304*	*1,838*	*2,327*	*6,11*	*6,397*	*6,613*	*6,796*	*6,962*	*7,115*	*7,258*	*7,393*	*7,521*	*7,643*
p(bar)= 40 ; Ts= 250,33°C															
v)	*0,9981*	*1,0103*	*1,0414*	*1,0883*	*1,1541*	*1,2511*	*58,84*	*66,42*	*73,34*	*79,95*	*86,35*	*92,61*	*98,77*	*104,9*	*110,9*
i)	*4*	*212,7*	*422*	*634,3*	*853,4*	*1085,8*	*2963*	*3094*	*3214*	*3330*	*3445*	*3559*	*3674*	*3789*	*3905*
s)	*0*	*0,702*	*1,304*	*1,838*	*2,327*	*2,793*	*6,364*	*6,584*	*6,769*	*6,935*	*7,089*	*7,233*	*7,368*	*7,496*	*7,618*
p(bar)= 44 ; Ts= 256,0°C															
v)	*0,9979*	*1,0102*	*1,0412*	*1,0881*	*1,1537*	*1,2503*	*52,71*	*59,84*	*66,26*	*72,35*	*78,24*	*83,98*	*89,61*	*95,18*	*100,7*
i)	*4,4*	*213*	*422,3*	*634,6*	*853,6*	*1085,8*	*2949*	*3085*	*3207*	*3324*	*3440*	*3555*	*3671*	*3786*	*3902*
s)	*0*	*0,702*	*1,304*	*1,837*	*2,326*	*2,792*	*6,301*	*6,528*	*6,717*	*6,886*	*7,04*	*7,185*	*7,321*	*7,449*	*7,572*
p(bar)= 48 ; Ts= 261,4°C															
v)	*0,9977*	*1,01*	*1,041*	*1,0878*	*1,1533*	*1,2496*	*47,58*	*54,34*	*60,36*	*66,02*	*71,47*	*76,78*	*81,98*	*87,11*	*92,18*
i)	*4,8*	*213,4*	*422,6*	*634,8*	*853,7*	*1085,7*	*2935*	*3075*	*3199*	*3319*	*3435*	*3552*	*3667*	*3783*	*3900*
s)	*0*	*0,701*	*1,303*	*1,837*	*2,326*	*2,791*	*6,241*	*6,476*	*6,669*	*6,84*	*6,996*	*7,141*	*7,278*	*7,407*	*7,53*
p(bar)= 52 ; Ts= 266,4°C															
v)	*0,9975*	*1,0098*	*1,0408*	*1,0876*	*1,1529*	*1,2489*	*43,22*	*49,68*	*55,35*	*60,66*	*65,75*	*70,69*	*75,52*	*80,28*	*84,98*
i)	*5,2*	*213,7*	*422,9*	*635,1*	*853,9*	*1085,7*	*2919*	*3065*	*3192*	*3313*	*3431*	*3548*	*3664*	*3780*	*3898*
s)	*0*	*0,701*	*1,303*	*1,836*	*2,325*	*2,79*	*6,183*	*6,427*	*6,624*	*6,797*	*6,954*	*7,101*	*7,238*	*7,368*	*7,491*
p(bar)= 56 ; Ts= 271,1°C															
v)	*0,9973*	*1,0096*	*1,0406*	*1,0873*	*1,1525*	*1,2481*	*39,45*	*45,68*	*51,06*	*56,07*	*60,84*	*65,47*	*69,98*	*74,43*	*78,81*
i)	*5,6*	*214,1*	*423,2*	*635,3*	*854,1*	*1085,7*	*2904*	*3055*	*3185*	*3307*	*3426*	*3544*	*3661*	*3778*	*3895*
s)	*0*	*0,701*	*1,303*	*1,836*	*2,324*	*2,789*	*6,126*	*6,38*	*6,581*	*6,757*	*6,916*	*7,063*	*7,201*	*7,331*	*7,455*
p(bar)= 60 ; Ts= 275,56°C															
v)	*0,9971*	*1,0095*	*1,0404*	*1,0871*	*1,1522*	*1,2474*	*36,16*	*42,2*	*47,34*	*52,08*	*56,59*	*60,94*	*65,19*	*69,35*	*73,47*
i)	*6*	*214,4*	*423,5*	*635,6*	*854,2*	*1085,7*	*2887*	*3045*	*3177*	*3301*	*3421*	*3540*	*3657*	*3775*	*3893*
s)	*0*	*0,701*	*1,302*	*1,836*	*2,124*	*2,788*	*6,071*	*6,336*	*6,541*	*6,719*	*6,879*	*7,028*	*7,166*	*7,297*	*7,421*
p(bar)= 64 ; Ts= 279,8°C															
v)	*0,9969*	*1,0093*	*1,0402*	*1,0869*	*1,1518*	*1,2467*	*33,25*	*39,16*	*44,08*	*48,6*	*52,87*	*56,98*	*60,99*	*64,92*	*68,79*
i)	*6,5*	*214,8*	*423,8*	*635,8*	*854,4*	*1085,7*	*2869*	*3034*	*3170*	*3296*	*3417*	*3536*	*3654*	*3772*	*3890*
s)	*0*	*0,701*	*1,302*	*1,835*	*2,323*	*2,788*	*6,016*	*6,293*	*6,502*	*6,683*	*6,845*	*6,995*	*7,134*	*7,265*	*7,39*
p(bar)= 68 ; Ts= 283,8°C															
v)	*0,9967*	*1,0091*	*1,04*	*1,0866*	*1,1514*	*1,246*	*30,65*	*36,46*	*41,21*	*45,52*	*49,58*	*53,49*	*57,28*	*61*	*64,66*
i)	*6,9*	*215,1*	*424,1*	*636,1*	*854,6*	*1085,7*	*2851*	*3024*	*3162*	*3290*	*3412*	*3532*	*3651*	*3769*	*3888*
s)	*0*	*0,7*	*1,302*	*1,835*	*2,323*	*2,787*	*5,961*	*6,251*	*6,466*	*6,649*	*6,812*	*6,963*	*7,103*	*7,235*	*7,36*
p(bar)= 72 ; Ts= 287,7°C															
v)	*0,9965*	*1,0089*	*1,0398*	*1,0864*	*1,151*	*1,2453*	*28,31*	*34,05*	*38,64*	*42,78*	*46,66*	*50,38*	*53,99*	*57,22*	*60,99*
i)	*7,3*	*215,4*	*424,4*	*636,3*	*854,7*	*1085,7*	*2831*	*3013*	*3154*	*3284*	*3407*	*3528*	*3648*	*3766*	*3885*
s)	*0*	*0,7*	*1,301*	*1,834*	*2,322*	*2,786*	*5,906*	*6,211*	*6,431*	*6,616*	*6,781*	*6,933*	*7,074*	*7,206*	*7,331*
p(bar)= 76 ; Ts= 291,4°C															
v)	*0,9963*	*1,0088*	*1,0396*	*1,0861*	*1,1506*	*1,2446*	*26,18*	*31,89*	*36,35*	*40,33*	*44,05*	*47,6*	*51,04*	*54,41*	*57,71*
i)	*7,7*	*215,8*	*424,7*	*636,6*	*854,9*	*1085,7*	*2810*	*3001*	*3147*	*3278*	*3402*	*3524*	*3644*	*3764*	*3883*
s)	*0*	*0,7*	*1,301*	*1,834*	*2,321*	*2,785*	*5,85*	*6,171*	*6,397*	*6,585*	*6,751*	*6,904*	*7,046*	*7,179*	*7,305*
p(bar)= 80 ; Ts= 295,0°C															
v)	*0,9961*	*1,0056*	*1,0394*	*1,0859*	*1,1502*	*1,2439*	*24,23*	*29,94*	*34,29*	*38,12*	*41,7*	*45,1*	*48,39*	*51,6*	*54,76*
i)	*8,1*	*216,1*	*425*	*636,8*	*855,1*	*1085,7*	*2787*	*2990*	*3139*	*3272*	*3398*	*3520*	*3641*	*3761*	*3881*
s)	*0*	*0,7*	*1,301*	*1,833*	*2,321*	*2,784*	*5,793*	*6,133*	*6,364*	*6,555*	*6,723*	*6,877*	*7,019*	*7,153*	*7,279*
p(bar)= 84 ; Ts= 298,4°C															
v)	*0,9959*	*1,0084*	*1,0392*	*1,0856*	*1,1498*	*1,2432*	*22,43*	*28,16*	*32,41*	*36,12*	*39,57*	*42,84*	*45,99*	*49,07*	*52,08*
i)	*8,5*	*216,5*	*425,3*	*637,1*	*855,3*	*1085,7*	*2763*	*2977*	*3131*	*3266*	*3393*	*3516*	*3638*	*3758*	*3878*
s)	*0*	*0,7*	*1,301*	*1,833*	*2,32*	*2,783*	*5,734*	*6,095*	*6,332*	*6,526*	*6,696*	*6,851*	*6,994*	*7,128*	*7,254*
p(bar)= 88 ; Ts= 301,7°C															

v)	*0,9958*	*1,0082*	*1,039*	*1,0854*	*1,1495*	*1,2426*	*1,403*	*26,54*	*30,7*	*34,31*	*37,63*	*40,78*	*43,81*	*46,76*	*49,66*
i)	*8,9*	*216,8*	*425,6*	*637,3*	*855,4*	*1085,7*	*1345*	*2965*	*3122*	*3260*	*3388*	*3513*	*3634*	*3755*	*3876*
s)	*0*	*0,7*	*1,3*	*1,832*	*2,32*	*2,782*	*3,254*	*6,058*	*6,301*	*6,498*	*6,669*	*6,826*	*6,969*	*7,104*	*7,231*
p(bar)= 92; Ts= 304,9°C															
v)	*0,9956*	*1,0081*	*1,0388*	*1,0851*	*1,1492*	*1,2419*	*1,401*	*25,05*	*29,14*	*32,65*	*35,86*	*38,9*	*41,82*	*44,66*	*47,44*
i)	*9,3*	*217,2*	*425,9*	*637,6*	*855,6*	*1085,7*	*1344*	*2952*	*3114*	*3253*	*3383*	*3509*	*3631*	*3752*	*3873*
s)	*0*	*0,699*	*1,3*	*1,832*	*2,319*	*2,781*	*3,252*	*6,021*	*6,271*	*6,471*	*6,644*	*6,802*	*6,946*	*7,081*	*7,209*
p(bar)= 96; Ts= 308,0°C															
v)	*0,9954*	*1,0079*	*1,0385*	*1,0849*	*1,1487*	*1,2412*	*1,399*	*23,68*	*27,71*	*31,12*	*34,24*	*37,18*	*39,99*	*42,73*	*45,4*
i)	*9,7*	*217,5*	*426,2*	*637,8*	*855,8*	*1085,8*	*1344*	*2939*	*3106*	*3247*	*3378*	*3504*	*3628*	*3749*	*3871*
s)	*0*	*0,699*	*1,3*	*1,832*	*2,318*	*2,78*	*3,25*	*5,984*	*6,243*	*6,445*	*6,62*	*6,778*	*6,923*	*7,059*	*7,187*
p(bar)= 100; Ts= 310,96°C															
v)	*0,9952*	*1,0077*	*1,0383*	*1,0846*	*1,1483*	*1,2405*	*1,397*	*22,41*	*26,39*	*29,72*	*32,75*	*35,59*	*38,31*	*40,95*	*43,23*
i)	*10,1*	*217,8*	*426,5*	*638,1*	*856*	*1085,8*	*1343*	*2926*	*3097*	*3241*	*3373*	*3500*	*3624*	*3746*	*3868*
s)	*0*	*0,699*	*1,299*	*1,831*	*2,318*	*2,779*	*3,248*	*5,947*	*6,213*	*6,419*	*6,596*	*6,756*	*6,902*	*7,038*	*7,166*
p(bar)= 110; Ts= 318,04°C															
v)	*0,9947*	*1,0073*	*1,0378*	*1,084*	*1,1474*	*1,2389*	*1,393*	*19,6*	*23,5*	*26,66*	*29,49*	*32,13*	*34,65*	*37,08*	*39,45*
i)	*11,1*	*218,7*	*427,3*	*638,7*	*856,4*	*1085,8*	*1342*	*2889*	*3075*	*3225*	*3360*	*3490*	*3616*	*3739*	*3862*
s)	*0*	*0,699*	*1,299*	*1,83*	*2,316*	*2,217*	*2,244*	*5,856*	*6,143*	*6,358*	*6,539*	*6,702*	*6,85*	*6,988*	*7,117*
p(bar)= 120; Ts= 324,65°C															
v)	*0,9942*	*1,0069*	*1,0373*	*1,0833*	*1,1464*	*1,2372*	*1,389*	*17,19*	*21,07*	*24,1*	*26,77*	*29,25*	*31,59*	*33,85*	*36,05*
i)	*12,1*	*219,6*	*428*	*639,3*	*856,8*	*1085,9*	*1341*	*2849*	*3052*	*3209*	*3348*	*3480*	*3607*	*3732*	*3856*
s)	*0*	*0,698*	*1,298*	*1,829*	*2,315*	*2,775*	*3,24*	*5,762*	*6,076*	*6,301*	*6,487*	*6,653*	*6,802*	*6,941*	*7,072*
p(bar)= 130; Ts= 330,81°C															
v)	*0,9937*	*1,0064*	*1,0368*	*1,0827*	*1,1455*	*1,2356*	*1,385*	*15,09*	*19,01*	*21,93*	*24,47*	*26,81*	*29,01*	*31,12*	*33,18*
i)	*13,1*	*220,4*	*428,8*	*639,9*	*857,3*	*1085,9*	*1340*	*2804*	*3028*	*3192*	*3335*	*3470*	*3599*	*3725*	*3850*
s)	*0,001*	*0,698*	*1,297*	*1,828*	*2,313*	*2,318*	*2,326*	*5,664*	*6,011*	*6,246*	*6,437*	*6,606*	*6,758*	*6,898*	*7,03*
p(bar)= 140; Ts= 336,63°C															
v)	*0,9932*	*1,006*	*1,0363*	*1,082*	*1,1446*	*1,2341*	*1,381*	*13,21*	*17,22*	*20,06*	*22,5*	*24,71*	*26,79*	*28,78*	*30,71*
i)	*14,1*	*221,3*	*429,6*	*640,6*	*857,7*	*1086*	*1339*	*2753*	*3003*	*3175*	*3322*	*3459*	*3590*	*3717*	*3843*
s)	*0,001*	*0,697*	*1,296*	*1,827*	*2,312*	*2,77*	*3,231*	*5,559*	*5,946*	*6,193*	*6,39*	*6,562*	*6,716*	*6,858*	*6,991*
p(bar)= 150; Ts= 342,12°C															
v)	*0,9928*	*1,0056*	*1,0358*	*1,0814*	*1,1436*	*1,2325*	*1,377*	*11,46*	*15,66*	*18,44*	*20,78*	*22,9*	*24,87*	*26,76*	*28,57*
i)	*15,1*	*222,1*	*430,3*	*641,2*	*858,2*	*1086,1*	*1338*	*2693*	*2977*	*3157*	*3309*	*3449*	*3581*	*3710*	*3837*
s)	*0,001*	*0,697*	*1,296*	*1,826*	*2,31*	*2,768*	*3,228*	*5,443*	*5,883*	*6,142*	*6,345*	*6,52*	*6,677*	*6,82*	*6,954*
p(bar)= 160; Ts= 347,32°C															
v)	*0,9923*	*1,0051*	*1,0353*	*1,0807*	*1,1427*	*1,2309*	*1,373*	*9,764*	*14,27*	*17,02*	*19,28*	*21,31*	*23,19*	*24,98*	*26,7*
i)	*16,1*	*223*	*431,1*	*641,8*	*858,6*	*1086,2*	*1338*	*2617*	*2949*	*3139*	*3295*	*3438*	*3573*	*3703*	*3831*
s)	*0,001*	*0,696*	*1,295*	*1,825*	*2,509*	*2,766*	*3,224*	*5,304*	*5,82*	*6,093*	*6,301*	*6,481*	*6,639*	*6,784*	*6,919*
p(bar)= 170; Ts= 352,26°C															
v)	*0,9918*	*1,0047*	*1,0349*	*1,0801*	*1,1418*	*1,2294*	*1,37*	*1,729*	*13,03*	*15,76*	*17,96*	*19,91*	*21,71*	*23,42*	*25,06*
i)	*17,1*	*223,8*	*431,8*	*642,5*	*859,1*	*1086,3*	*1337*	*1667*	*2920*	*3121*	*3281*	*3427*	*3564*	*3695*	*3825*
s)	*0,001*	*0,696*	*1,294*	*1,824*	*2,307*	*2,764*	*3,22*	*3,771*	*5,765*	*6,044*	*6,26*	*6,442*	*6,603*	*6,75*	*6,886*
p(bar)= 180; Ts= 356,96°C															
v)	*0,9914*	*1,0043*	*1,0344*	*1,0795*	*1,1409*	*1,2279*	*1,366*	*1,704*	*11,91*	*14,63*	*16,78*	*18,66*	*20,39*	*22,03*	*23,59*
i)	*18,1*	*224,7*	*432,6*	*643,1*	*859,6*	*1086,4*	*1336*	*1659*	*2888*	*3102*	*3268*	*3417*	*3555*	*3688*	*3818*
s)	*0,001*	*0,695*	*1,293*	*1,823*	*2,306*	*2,761*	*3,216*	*3,755*	*5,691*	*5,997*	*6,219*	*6,406*	*6,569*	*6,717*	*6,855*
p(bar)= 190; Ts= 361,44°C															
v)	*0,9909*	*1,0039*	*1,0539*	*1,0788*	*1,14*	*1,2264*	*1,363*	*1,683*	*10,89*	*13,62*	*15,72*	*17,54*	*19,21*	*20,78*	*22,28*
i)	*19,1*	*225,6*	*433,3*	*643,7*	*860*	*1086,6*	*1335*	*1653*	*2855*	*3082*	*3254*	*3406*	*3546*	*3680*	*3812*
s)	*0,001*	*0,695*	*1,293*	*1,822*	*2,305*	*2,759*	*3,213*	*3,742*	*5,625*	*5,95*	*6,18*	*6,371*	*6,536*	*6,686*	*6,825*
p(bar)= 200; Ts= 365,7°C															
v)	*0,9904*	*1,0034*	*1,0334*	*1,0782*	*1,1391*	*1,2249*	*1,36*	*1,665*	*9,95*	*12,7*	*14,77*	*16,54*	*18,15*	*19,66*	*21,1*
i)	*20,1*	*2264*	*434,1*	*644,4*	*860,5*	*1086,7*	*1335*	*1647*	*2819*	*3062*	*3239*	*3395*	*3537*	*3673*	*3806*
s)	*0,001*	*0,694*	*1,292*	*1,821*	*2,303*	*2,757*	*3,209*	*3,73*	*5,556*	*5,904*	*6,142*	*6,337*	*6,505*	*6,656*	*6,788*
p(bar)= 210; Ts= 369,8°C															
v)	*0,9899*	*1,003*	*1,0329*	*1,0776*	*1,1382*	*1,2235*	*1,356*	*1,649*	*9,076*	*11,87*	*13,9*	*15,63*	*17,19*	*18,65*	*20,03*
i)	*21,1*	*227,3*	*434,9*	*645*	*860,9*	*1086,9*	*1334*	*1642*	*2781*	*3041*	*3225*	*3383*	*3528*	*3665*	*3799*
s)	*0,001*	*0,694*	*1,291*	*1,819*	*2,302*	*2,755*	*3,206*	*3,719*	*5,484*	*5,858*	*6,105*	*6,303*	*6,474*	*6,627*	*6,768*
p(bar)= 220; Ts= 373,7°C															
v)	*0,9895*	*1,0026*	*1,325*	*1,077*	*1,1374*	*1,2221*	*1,353*	*1,635*	*8,254*	*11,11*	*13,12*	*14,8*	*16,32*	*17,73*	*19,06*
i)	*22,1*	*228,1*	*435,6*	*645,6*	*861,4*	*1087*	*1333*	*1637*	*2738*	*3020*	*3210*	*3372*	*3519*	*3658*	*3793*
s)	*0,001*	*0,693*	*1,29*	*1,818*	*2,3*	*2,753*	*3,203*	*3,709*	*5,409*	*5,813*	*6,068*	*6,271*	*6,444*	*6,599*	*6,742*

CONSTANTES TERMODINÁMICAS DEL VAPOR DE AGUA HÚMEDO (Temperaturas)

Medidas inglesas

Temp.	*Presión*	*Volumen (ft^3/lb)*			*Entalpía (Btu/lb)*			*Entropía (Btu/lb°F)*		
°F	*psia*	*Agua, v'*	*Ag+vap*	*Vapor, v"*	*Agua, i'*	*Ag+vap*	*Vapor, i"*	*Agua, s'*	*Ag+vap*	*Vapor, s"*
32	*0,0886*	*0,01602*	*3305*	*3305*	*- 0,02*	*1075,5*	*1075,5*	*0*	*2,1873*	*2,1873*
35	*0,0999*	*0,01602*	*2948*	*2948*	*3,00*	*1073,8*	*1076,8*	*0,0061*	*2,1706*	*2,1767*
40	*0,1216*	*0,01602*	*2446*	*2446*	*8,03*	*1071,0*	*1079,0*	*0,0162*	*2,1432*	*2,1594*
45	*0,1474*	*0,01602*	*2037,7*	*2307,7*	*13,04*	*1068,1*	*1081,2*	*0,0262*	*2,1164*	*2,1426*
50	*0,1780*	*0,01602*	*1704,8*	*1704,8*	*18,05*	*1065,3*	*1083,4*	*0,0361*	*2,0901*	*2,1262*
60	*0,2561*	*0,1603*	*1207,6*	*1207,6*	*28,06*	*1059,7*	*1087,7*	*0,0555*	*2,0391*	*2,0946*
70	*0,3629*	*0,01605*	*868,3*	*868,3*	*38,05*	*1054,0*	*1092,1*	*0,0745*	*1,99*	*2,0645*
80	*0,5068*	*0,01607*	*633,3*	*633,3*	*48,04*	*1048,4*	*1096,4*	*0,0932*	*1,9426*	*2,0359*
90	*0,6981*	*0,0161*	*468,1*	*468,1*	*58,02*	*1042,7*	*1100,8*	*0,1115*	*1,897*	*2,0086*
100	*0,9492*	*0,01613*	*350,4*	*350,4*	*68,00*	*1037,1*	*1105,1*	*0,1295*	*1,853*	*1,9825*
110	*1,2750*	*0,01617*	*265,4*	*265,4*	*77,98*	*1031,4*	*1109,3*	*0,1472*	*1,8105*	*1,9577*
120	*1,6927*	*0,0162*	*203,25*	*203,26*	*87,97*	*1025,6*	*1113,6*	*0,1646*	*1,7693*	*1,9339*
130	*2,2230*	*0,01625*	*157,32*	*157,33*	*97,96*	*1019,8*	*1117,8*	*0,1817*	*1,7295*	*1,9112*
140	*2,8892*	*0,01629*	*122,98*	*123,00*	*107,95*	*1014,0*	*1122,0*	*0,1985*	*1,691*	*1,8895*
150	*3,718*	*0,01634*	*97,05*	*97,07*	*117,95*	*1008,2*	*1126,1*	*0,215*	*1,6536*	*1,8686*
160	*4,741*	*0,0164*	*77,27*	*77,29*	*127,96*	*1002,2*	*1130,2*	*0,2313*	*1,6174*	*1,8487*
170	*5,993*	*0,01645*	*62,04*	*62,06*	*137,97*	*996,2*	*1134,2*	*0,2473*	*1,5822*	*1,8295*
180	*7,511*	*0,01651*	*50,21*	*50,22*	*148,00*	*990,2*	*1138,2*	*0,2631*	*1,5480*	*1,8111*
190	*9,340*	*0,01657*	*40,94*	*40,96*	*158,04*	*984,1*	*1142,1*	*0,2787*	*1,5148*	*1,7934*
200	*11,526*	*0,01664*	*33,62*	*33,64*	*168,09*	*977,9*	*1146,0*	*0,294*	*1,4824*	*1,7764*
210	*14,123*	*0,01671*	*27,8*	*27,80*	*178,15*	*971,6*	*1149,7*	*0,3091*	*1,4509*	*1,7600*
212	*14,696*	*0,01672*	*25,78*	*26,80*	*180,17*	*970,3*	*1150,5*	*0,3121*	*1,4447*	*1,7568*
220	*17,186*	*0,01878*	*23,13*	*23,15*	*188,23*	*965,2*	*1153,4*	*0,3241*	*1,4201*	*1,7442*
230	*20,779*	*0,01685*	*19,364*	*19,381*	*198,33*	*958,7*	*1157,1*	*0,3388*	*1,3902*	*1,7290*
240	*24,968*	*0,01693*	*16,304*	*16,321*	*208,45*	*952,1*	*1160,6*	*0,3533*	*1,3609*	*1,7142*
250	*29,825*	*0,01701*	*13,802*	*13,819*	*218,59*	*945,4*	*1164,0*	*0,3677*	*1,3323*	*1,7000*
260	*35,427*	*0,01709*	*11,745*	*11,762*	*228,76*	*938,6*	*1167,4*	*0,3819*	*1,3043*	*1,6862*
270	*41,856*	*0,01718*	*10,042*	*10,060*	*238,95*	*931,7*	*1170,6*	*0,396*	*1,2769*	*1,6729*
280	*49,200*	*0,01726*	*8,627*	*8,644*	*249,17*	*924,6*	*1173,8*	*0,4098*	*1,2501*	*1,6599*
290	*57,550*	*0,01736*	*7,443*	*7,400*	*259,4*	*917,4*	*1176,8*	*0,4236*	*1,2238*	*1,6473*
300	*67,005*	*0,01745*	*6,448*	*6,466*	*269,7*	*910,0*	*1179,7*	*0,4372*	*1,1979*	*1,6351*
310	*77,670*	*0,01755*	*5,609*	*5,626*	*280,0*	*902,5*	*1182,5*	*0,4506*	*1,1726*	*1,6232*
320	*89,640*	*0,0177*	*4,896*	*4,914*	*290,4*	*894,8*	*1185,2*	*0,464*	*1,1477*	*1,6116*
340	*117,990*	*0,0179*	*3,770*	*3,788*	*311,3*	*878,8*	*1190,1*	*0,4902*	*1,0990*	*1,5892*
360	*153,01*	*0,0181*	*2,939*	*2,957*	*332,3*	*862,1*	*1194,4*	*0,5161*	*1,0517*	*1,5678*
380	*195,73*	*0,0184*	*2,317*	*2,335*	*353,6*	*844,5*	*1198,0*	*0,5416*	*1,0057*	*1,5473*
400	*247,26*	*0,0186*	*1,8444*	*1,863*	*375,1*	*825,9*	*1201,0*	*0,5667*	*0,9607*	*1,5274*
420	*308,78*	*0,0189*	*1,4844*	*1,4997*	*396,9*	*806,2*	*1203,1*	*0,5915*	*0,9165*	*1,5080*
440	*381,54*	*0,0193*	*1,1976*	*1,2169*	*419,0*	*785,4*	*1204,4*	*0,6161*	*0,8729*	*1,4890*
460	*466,90*	*0,0196*	*0,9746*	*0,9942*	*441,5*	*763,2*	*1204,8*	*0,6405*	*0,8299*	*1,4704*
480	*566,20*	*0,0200*	*0,7972*	*0,8172*	*464,5*	*739,6*	*1204,1*	*0,6648*	*0,7871*	*1,4518*
500	*680,90*	*0,0204*	*0,6545*	*0,6749*	*487,9*	*714,3*	*1202,2*	*0,689*	*0,7443*	*1,4333*
520	*812,50*	*0,0209*	*0,5386*	*0,5596*	*512,0*	*687,0*	*1199,0*	*0,7133*	*0,7013*	*1,4146*
540	*962,80*	*0,0215*	*0,4437*	*0,4651*	*536,8*	*667,5*	*1194,3*	*0,7378*	*0,6577*	*1,3954*
560	*1133,4*	*0,0221*	*0,3651*	*0,3871*	*563,4*	*625,3*	*1187,7*	*0,7625*	*0,6132*	*1,3757*
580	*1326,2*	*0,0228*	*0,2994*	*0,3222*	*589,1*	*589,9*	*11790,0*	*0,7876*	*0,5673*	*1,3550*
600	*1543,2*	*0,0235*	*0,2438*	*0,2675*	*617,1*	*550,6*	*1167,7*	*0,8134*	*0,5196*	*1,3330*
620	*1786,9*	*0,0247*	*0,1962*	*0,2208*	*646,9*	*506,3*	*1153,2*	*0,8403*	*0,4689*	*1,3092*
640	*2059,9*	*0,0260*	*0,1543*	*0,1802*	*679,1*	*454,6*	*1133,7*	*0,8686*	*0,4134*	*1,2821*
660	*2365,7*	*0,0277*	*0,1166*	*0,1443*	*714,9*	*392,1*	*1107,0*	*0,8995*	*0,3502*	*1,2498*
680	*2708,6*	*0,0304*	*0,0808*	*0,1112*	*758,5*	*310,1*	*1068,5*	*0,9365*	*0,272*	*1,2086*
700	*3094,3*	*0,0366*	*0,0386*	*0,0752*	*822,4*	*172,7*	*995,2*	*0,9901*	*0,149*	*1,139*
705,5	*3208,2*	*0,0598*	*0*	*0,0508*	*906,0*	*0,0*	*9060*	*1,0612*	*0*	*1,0612*

CONSTANTES TERMODINÁMICAS DEL VAPOR DE AGUA HÚMEDO (Presiones)

Medidas inglesas

Presión	*Temper*	*Volumen (ft^3/lb)*			*Entalpía (Btu/lb)*			*Entropía (Btu/lb°F)*			*Energía (Btu/lb)*	
psia	*°F*	*Agua v'*	*Ag+vap*	*Vapor v"*	*Agua i'*	*Ag+vap*	*Vapor i"*	*Agua s'*	*Ag+vap*	*Vapor s"*	*Agua*	*Vapor*
0,0886	*32,018*	*0,01602*	*3302,4*	*3302,4*	*0,00*	*1075,5*	*1075,5*	*0,0000*	*2,1872*	*2,1872*	*0*	*1021,3*
0,1	*35,023*	*0,01602*	*2945,5*	*2945,5*	*3,03*	*1073,8*	*1076,8*	*0,0061*	*2,1708*	*2,1766*	*3,03*	*1022,3*
0,15	*45,453*	*0,01602*	*2004,7*	*2004,7*	*13,50*	*1067,9*	*1081,4*	*0,0271*	*2,1140*	*2,1411*	*13,50*	*1025,7*
0,2	*53,160*	*0,01603*	*1526,3*	*1526,3*	*21,22*	*1063,5*	*1084,7*	*0,0422*	*2,0738*	*2,1160*	*21,22*	*1028,3*
0,3	*64,484*	*0,01604*	*1039,7*	*1039,7*	*32,54*	*1057,1*	*1089,7*	*0,0641*	*2,0168*	*2,0809*	*32,54*	*1032*
0,4	*72,869*	*0,01606*	*792,0*	*792,1*	*40,92*	*1052,4*	*1093,3*	*0,0799*	*1,9762*	*2,0563*	*40,92*	*1034,7*
0,5	*79,586*	*0,01607*	*641,5*	*641,5*	*47,62*	*1048,6*	*1096,3*	*0,0925*	*1,9446*	*2,0370*	*47,62*	*1036,9*
0,6	*85,218*	*0,01609*	*540,0*	*540,1*	*53,25*	*1045,5*	*1098,7*	*0,1028*	*1,9186*	*2,0215*	*53,24*	*1038,7*
0,7	*90,09*	*0,0161*	*466,93*	*466,94*	*58,10*	*1042,7*	*1100,8*	*0,1030*	*1,8966*	*2,0083*	*58,10*	*1040,3*
0,8	*94,38*	*0,01611*	*411,67*	*411,69*	*62,39*	*1040,3*	*1102,6*	*0,1117*	*1,8775*	*1,9970*	*62,39*	*1041,7*
0,9	*98,24*	*0,01612*	*368,43*	*368,43*	*66,24*	*1038,1*	*1104,3*	*0,1264*	*1,8606*	*1,9870*	*66,24*	*1042,9*
1	*101,74*	*0,01614*	*333,59*	*333,60*	*69,73*	*1036,1*	*1105,8*	*0,1325*	*1,8455*	*1,9781*	*69,73*	*1044,1*
2	*126,07*	*0,01623*	*173,74*	*173,76*	*94,03*	*1022,1*	*1116,2*	*0,1750*	*1,7450*	*1,9200*	*94,03*	*1051,8*
3	*141,07*	*0,0163*	*118,71*	*118,73*	*109,42*	*1013,2*	*1122,6*	*0,2009*	*1,6854*	*1,8864*	*109,41*	*1056,7*
4	*152,98*	*0,01636*	*90,63*	*90,64*	*120,92*	*1006,4*	*1127,3*	*0,2199*	*1,6428*	*1,8626*	*120,90*	*1060,2*
5	*162,24*	*0,01641*	*73,52*	*73,53*	*130,20*	*1000,9*	*1131,1*	*0,2349*	*1,6094*	*1,8443*	*130,18*	*1063,1*
6	*170,05*	*0,01645*	*61,967*	*61,98*	*138,03*	*996,2*	*1134,2*	*0,2474*	*1,5820*	*1,8294*	*138,01*	*1065,4*
7	*176,84*	*0,01649*	*53,634*	*53,65*	*144,83*	*992,1*	*1136,9*	*0,2581*	*1,5587*	*1,8168*	*144,81*	*1067,4*
8	*182,86*	*0,01653*	*47,328*	*47,35*	*150,87*	*988,5*	*1139,3*	*0,2676*	*1,5384*	*1,8060*	*150,84*	*1069,2*
9	*188,27*	*0,01656*	*42,385*	*42,40*	*156,30*	*985,1*	*1141,4*	*0,2760*	*1,5204*	*1,7964*	*156,28*	*1070,8*
10	*193,21*	*0,01659*	*38,404*	*38,42*	*161,26*	*982,1*	*1143,3*	*0,2836*	*1,5043*	*1,7879*	*161,23*	*1072,3*
14,7	*212,00*	*0,01672*	*26,782*	*26,80*	*180,17*	*970,3*	*1150,5*	*0,3121*	*1,4447*	*1,7568*	*180,12*	*1077,6*
15	*213,03*	*0,01673*	*26,274*	*26,29*	*181,21*	*969,7*	*1150,9*	*0,3137*	*1,4415*	*1,7552*	*18116*	*1077,9*
20	*227,96*	*0,01683*	*20,070*	*20,087*	*196,27*	*960,1*	*1156,3*	*0,3358*	*1,3962*	*1,732*	*196,21*	*1082,0*
30	*250,34*	*0,01701*	*13,727*	*13,744*	*218,9*	*945,2*	*1164,1*	*0,3682*	*1,3313*	*1,6995*	*218,3*	*1087,9*
40	*167,25*	*0,01716*	*10,479*	*10,497*	*236,1*	*933,6*	*1169,8*	*0,3921*	*1,2844*	*1,6765*	*236,0*	*1092,1*
50	*281,02*	*0,01727*	*8,497*	*8,514*	*250,2*	*923,9*	*1174,1*	*0,4112*	*1,2474*	*1,6586*	*250,1*	*1095,3*
60	*292,71*	*0,01738*	*7,1562*	*7,174*	*262,2*	*915,4*	*1177,6*	*0,4273*	*1,2167*	*1,6440*	*262,0*	*1098,0*
70	*302,93*	*0,01748*	*6,1875*	*6,205*	*272,7*	*907,8*	*1180,6*	*0,4411*	*1,1905*	*1,6316*	*272,5*	*1100,2*
80	*312,04*	*0,01757*	*5,4536*	*5,471*	*282,1*	*900,9*	*1183,1*	*0,4534*	*1,1675*	*1,6208*	*281,9*	*1102,1*
90	*320,28*	*0,01766*	*4,8777*	*4,895*	*290,7*	*894,6*	*1185,3*	*0,4643*	*1,1470*	*1,6113*	*290,4*	*1103,2*
100	*327,82*	*0,01774*	*4,4133*	*4,431*	*298,5*	*888,6*	*1187,2*	*0,4743*	*1,1284*	*1,6027*	*298,2*	*1105,8*
120	*341,27*	*0,01789*	*3,7097*	*3,728*	*312,6*	*877,8*	*1190,4*	*0,4919*	*1,0960*	*1,5879*	*312,2*	*1107,6*
140	*353,04*	*0,01803*	*3,2010*	*3,219*	*325,0*	*868,0*	*1193,0*	*0,5071*	*1,0681*	*1,5752*	*324,5*	*1109,6*
160	*363,55*	*0,01815*	*2,8155*	*2,834*	*336,1*	*859,0*	*1195,1*	*0,5206*	*1,0435*	*1,5641*	*335,5*	*1111,2*
180	*373,08*	*0,01827*	*2,5129*	*2,531*	*346,2*	*850,7*	*1196,9*	*0,5328*	*1,0215*	*1,5543*	*345,6*	*1112,5*
200	*381,80*	*0,01839*	*2,2689*	*2,287*	*355,5*	*842,8*	*1198,3*	*0,5438*	*1,0016*	*1,5454*	*354,8*	*1113,7*
250	*400,97*	*1,8245*	*1,8245*	*1,8432*	*376,1*	*825,0*	*1201,1*	*0,5679*	*0,9585*	*1,5264*	*375,3*	*1115,8*
300	*417,35*	*1,5238*	*1,5238*	*1,5427*	*394,0*	*808,9*	*1202,9*	*0,5882*	*0,9223*	*1,5105*	*392,9*	*1117,2*
350	*431,73*	*1,3064*	*1,3064*	*1,3255*	*409,8*	*794,2*	*1204,0*	*0,6059*	*0,8909*	*1,4968*	*408,6*	*1118,1*
400	*444,60*	*1,1416*	*1,1416*	*1,1610*	*424,2*	*780,4*	*1204,6*	*0,6217*	*0,8630*	*1,4847*	*422,7*	*1118,7*
450	*456,28*	*1,0122*	*1,0122*	*1,0318*	*437,3*	*842,8*	*1204,8*	*0,6360*	*0,8378*	*1,4738*	*435,7*	*1118,9*
500	*467,01*	*0,0198*	*0,90787*	*0,9276*	*449,5*	*755,1*	*1204,7*	*0,6490*	*0,8148*	*1,4639*	*447,7*	*1118,8*
550	*476,94*	*0,0199*	*0,82183*	*0,8416*	*460,9*	*743,3*	*1204,3*	*0,8611*	*0,7936*	*1,4547*	*458,9*	*1118,6*
600	*486,20*	*0,0201*	*0,74962*	*0,7698*	*471,7*	*732,0*	*1203,7*	*0,6723*	*0,7738*	*1,4461*	*469,5*	*1118,2*
700	*503,08*	*0,0205*	*0,63505*	*0,6556*	*491,6*	*710,2*	*1201,8*	*0,6928*	*0,7377*	*1,4304*	*488,9*	*1116,9*
800	*518,21*	*0,0209*	*0,54809*	*0,5690*	*509,8*	*689,6*	*1199,4*	*0,7111*	*0,7051*	*1,4163*	*506,7*	*1115,2*
900	*531,95*	*0,0212*	*0,47968*	*0,5009*	*526,7*	*669,7*	*1196,4*	*0,7279*	*0,6753*	*1,4032*	*532,2*	*1113,0*
1000	*544,58*	*0,0216*	*0,42436*	*0,4460*	*542,6*	*650,4*	*1192,9*	*0,7434*	*0,6476*	*1,3910*	*538,6*	*1110,4*
1100	*556,28*	*0,022*	*0,37863*	*0,4006*	*557,5*	*631,5*	*1189,1*	*0,7578*	*0,6216*	*1,3794*	*553,1*	*1107,5*
1200	*567,19*	*0,0223*	*0,34013*	*0,3625*	*571,9*	*613,0*	*1184,8*	*0,7714*	*0,5969*	*1,3683*	*566,9*	*1104,3*
1300	*577,42*	*0,0227*	*0,30722*	*0,3299*	*585,6*	*594,6*	*1180,2*	*0,7843*	*0,5733*	*1,3577*	*580,1*	*1100,9*
1400	*587,07*	*0,0231*	*0,27871*	*0,3018*	*598,8*	*576,5*	*1175,3*	*0,7966*	*0,5507*	*1,3474*	*592,9*	*1097,1*
1500	*596,20*	*0,0235*	*0,25372*	*0,2772*	*611,7*	*558,4*	*1170,1*	*0,8085*	*0,5288*	*1,3373*	*605,2*	*1093,1*
2000	*635,80*	*0,0257*	*0,16266*	*0,1883*	*672,1*	*466,2*	*1138,3*	*0,8625*	*0,4256*	*1,2881*	*662,6*	*1068,6*
2500	*668,11*	*0,0286*	*0,10209*	*0,1307*	*731,7*	*361,6*	*1093,3*	*0,9139*	*0,3206*	*1,2345*	*718,5*	*1032,9*
3000	*695,33*	*0,0343*	*0,05073*	*0,0850*	*801,8*	*218,4*	*1020,3*	*0,9728*	*0,1891*	*1,1619*	*782,8*	*973,1*
3208,2	*705,47*	*0,0508*	*0*	*0,0508*	*906*	*0*	*906*	*1,0612*	*0*	*1,0612*	*875,9*	*875,9*

CONSTANTES TERMODINÁMICAS DEL VAPOR DE AGUA RECALENTADO

Medidas inglesas Volumen (ft^3/lb), Entalpía (Btu/lb), Entropía ($Btu/lb°F$)

Pres. psia		*Temperatura, °F*														
(Tsat. °F)		*100*	*200*	*300*	*400*	*500*	*600*	*700*	*800*	*900*	*1000*	*1100*	*1200*	*1300*	*1400*	*1500*
1	*v*	*0,0161*	*392,5*	*452,3*	*511,9*	*571,5*	*631,1*	*690,7*								
101,72	*i*	*68*	*1150,2*	*1195,7*	*1241,8*	*1288,6*	*1336,1*	*1384,5*								
	s	*0,1295*	*2,0509*	*2,1152*	*2,1722*	*2,2237*	*2,2708*	*2,3144*								
5	*v*	*0,0161*	*78,14*	*90,24*	*102,24*	*114,21*	*126,15*	*138,08*	*150,01*	*161,94*	*173,86*	*185,78*	*197,7*	*209,62*	*221,53*	*233,45*
162,24	*i*	*68,01*	*1148,6*	*1194,8*	*1241,3*	*1288,2*	*1335,9*	*1384,3*	*1433,6*	*1483,7*	*1534,7*	*1586,7*	*1639,6*	*1693,3*	*1748*	*1803,5*
	s	*0,1295*	*1,8716*	*1,9369*	*1,9943*	*2,046*	*2,0932*	*2,1369*	*2,1776*	*2,2159*	*2,2521*	*2,2866*	*2,3194*	*2,3509*	*2,3811*	*2,4101*
10	*v*	*0,0161*	*38,84*	*44,98*	*51,03*	*57,04*	*63,03*	*69*	*74,98*	*80,94*	*86,91*	*92,87*	*98,84*	*104,8*	*110,76*	*116,72*
193,21	*i*	*68,02*	*1146,6*	*1193,7*	*1240,6*	*1287,8*	*1335,5*	*1384*	*1433,4*	*1483,5*	*1534,6*	*1586,6*	*1639,5*	*1693,3*	*1747,9*	*1803,4*
	s	*0,1295*	*1,7928*	*1,8593*	*1,9173*	*1,9692*	*2,0168*	*2,0603*	*2,1011*	*2,1394*	*2,1757*	*2,2101*	*2,243*	*2,2744*	*2,3046*	*2,3537*
15	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*29,899*	*33,963*	*37,985*	*41,986*	*45,978*	*49,964*	*53,946*	*57,926*	*61,905*	*65,882*	*69,858*	*73,833*	*77,807*
213,03	*i*	*68,04*	*168,11*	*1192,5*	*1239,9*	*1287,3*	*1335,2*	*1383,8*	*1433,2*	*1483,4*	*1534,5*	*1586,5*	*1639,4*	*1693,2*	*1747,8*	*1803,4*
	s	*0,1295*	*0,294*	*1,8134*	*1,872*	*1,9242*	*1,9717*	*2,0155*	*2,0563*	*2,0946*	*2,1309*	*2,1653*	*2,1982*	*2,2297*	*2,2599*	*2,289*
20	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*22,356*	*25,428*	*26,457*	*31,466*	*34,465*	*37,458*	*40,447*	*43,435*	*46,42*	*49,405*	*52,388*	*55,37*	*58,352*
227,96	*i*	*68,05*	*168,11*	*1191,4*	*1239,2*	*1286,9*	*1334,9*	*1383,5*	*1432,9*	*1483,2*	*1534,3*	*1586,3*	*1639,3*	*1693,1*	*1747,8*	*1803,3*
	s	*0,1295*	*0,294*	*1,7805*	*1,8392*	*1,8921*	*1,9397*	*1,9836*	*2,0244*	*2,0628*	*2,0991*	*2,1336*	*2,1665*	*2,1979*	*2,2282*	*2,2572*
40	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*11,036*	*12,624*	*14,165*	*15,685*	*17,195*	*18,699*	*20,199*	*21,697*	*23,194*	*24,689*	*26,183*	*27,676*	*29,168*
267,25	*i*	*68,1*	*168,15*	*1186,6*	*1236,4*	*1285*	*1333,6*	*1382,5*	*1432,1*	*1482,5*	*1533,7*	*1585,8*	*1638,8*	*1992,7*	*1747,5*	*1803*
	s	*0,1295*	*0,294*	*1,6992*	*1,7608*	*1,8143*	*1,8624*	*1,9065*	*1,9476*	*1,986*	*2,0224*	*2,0569*	*2,0899*	*2,1224*	*2,1516*	*2,1807*
60	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*7,257*	*8,354*	*9,4*	*10,425*	*11,438*	*12,446*	*13,45*	*14,452*	*15,452*	*16,45*	*17,448*	*18,445*	*19,441*
292,61	*i*	*6815*	*168,2*	*1181,6*	*1233,5*	*1283,2*	*1332,3*	*1381,5*	*1431,3*	*1481,8*	*1533,2*	*1585,3*	*1638,4*	*1692,4*	*1747,1*	*1802,8*
	s	*0,1295*	*0,2939*	*1,6492*	*1,7134*	*1,7681*	*1,8168*	*1,8612*	*1,9024*	*1,941*	*1,9774*	*2,012*	*2,045*	*2,0765*	*2,1068*	*2,1359*
80	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*0,0175*	*6,218*	*7,018*	*7,794*	*8,56*	*9,319*	*10,075*	*10,829*	*11,581*	*12,331*	*13,081*	*13,829*	*14,577*
312,04	*i*	*68,21*	*168,24*	*269,74*	*1230,5*	*1281,3*	*1330,9*	*1380,5*	*1430,5*	*1481,1*	*1532,6*	*1584,9*	*1638*	*1692*	*1746,8*	*1802,5*
	s	*0,1295*	*0,2939*	*0,4371*	*1,679*	*1,7349*	*1,7842*	*1,8289*	*1,8702*	*1,9089*	*1,9454*	*1,98*	*2,0131*	*2,0446*	*2,075*	*2,1041*
100	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*0,0175*	*4,935*	*5,588*	*6,216*	*6,833*	*7,443*	*8,05*	*8,655*	*9,258*	*9,86*	*10,46*	*11,06*	*11,659*
327,82	*i*	*68,26*	*168,29*	*269,77*	*1227,4*	*1279,3*	*1329,6*	*1379,5*	*1429,7*	*1480,4*	*1532*	*1584,4*	*1637,6*	*1691,6*	*1746,5*	*1802,2*
	s	*0,1295*	*0,2939*	*0,4371*	*1,6516*	*1,7088*	*1,7586*	*1,8035*	*1,8451*	*1,8839*	*1,9205*	*1,9552*	*1,9883*	*2,0199*	*2,0502*	*2,0794*
120	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*0,0175*	*4,0786*	*4,6341*	*5,1637*	*5,6831*	*6,1928*	*6,7006*	*7,206*	*7,7096*	*8,2119*	*8,713*	*9,2134*	*9,713*
341,27	*i*	*68,31*	*168,33*	*269,81*	*1224,1*	*1277,4*	*1328,1*	*1378,4*	*1428,8*	*1479,8*	*1531,4*	*1583,9*	*1637,1*	*1691,3*	*1746,2*	*1802*
	s	*0,1295*	*0,2939*	*0,4371*	*1,6286*	*1,6872*	*1,7376*	*1,7829*	*1,8246*	*1,8635*	*1,9001*	*1,9349*	*1,968*	*1,9996*	*2,03*	*2,0592*
140	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*0,0175*	*3,4661*	*3,9526*	*4,4119*	*4,8585*	*5,2995*	*5,7364*	*6,1709*	*6,6036*	*7,0349*	*7,4652*	*7,8946*	*8,3233*
353,04	*i*	*68,37*	*168,38*	*269,85*	*1220,8*	*1275,3*	*1326,8*	*1377,4*	*1428*	*1479,1*	*1530,8*	*1583,4*	*1636,7*	*1690,9*	*1745,9*	*1801,7*
	s	*0,1295*	*0,2939*	*0,437*	*1,6085*	*1,6686*	*1,7196*	*1,7652*	*1,8071*	*1,8461*	*1,8828*	*1,9176*	*1,9508*	*1,9825*	*2,0129*	*2,0421*
160	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*0,0175*	*3,006*	*3,4413*	*3,848*	*4,242*	*4,6295*	*5,0132*	*5,3945*	*5,7741*	*6,1522*	*6,5293*	*6,9055*	*7,2811*
363,55	*i*	*68,42*	*168,42*	*269,89*	*1217,4*	*1273,3*	*1325,4*	*1376,4*	*1427,2*	*1478,4*	*1530,3*	*1582,9*	*1636,3*	*1690,5*	*1745,6*	*1801,4*
	s	*0,1294*	*0,2938*	*0,437*	*1,5906*	*1,6522*	*1,7039*	*1,7499*	*1,7919*	*1,831*	*1,8678*	*1,9027*	*1,9359*	*1,9676*	*1,998*	*2,0273*
180	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*0,0174*	*2,6474*	*3,0433*	*3,4093*	*3,7621*	*4,1084*	*4,4505*	*4,7907*	*5,1289*	*5,4657*	*5,8014*	*6,1363*	*6,4704*
373,08	*i*	*68,47*	*168,47*	*269,92*	*1213,8*	*1271,2*	*1324*	*1375,3*	*1426,3*	*1477,7*	*1529,7*	*1582,4*	*1635,9*	*1690,2*	*1745,3*	*1801,2*
	s	*0,1294*	*0,2938*	*0,437*	*1,5743*	*1,6376*	*1,69*	*1,7362*	*1,7784*	*1,8176*	*1,8545*	*1,8894*	*1,9227*	*1,9545*	*1,9849*	*2,0142*
200	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*0,0174*	*2,3598*	*2,7247*	*3,0583*	*3,3783*	*3,6915*	*4,0008*	*4,3077*	*4,6128*	*4,9165*	*5,2191*	*5,5209*	*5,8219*
381,8	*i*	*68,52*	*168,51*	*269,92*	*1210,1*	*1269*	*1322,6*	*1374,3*	*1425,5*	*1477*	*1529,1*	*1581,9*	*1635,4*	*1689,8*	*1745*	*1800,9*
	s	*0,1294*	*0,2938*	*0,4369*	*1,5593*	*1,6242*	*1,6776*	*1,7239*	*1,7663*	*1,8057*	*1,8426*	*1,8776*	*1,9109*	*1,9427*	*1,9732*	*2,0025*
250	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*0,0174*	*0,0186*	*2,1504*	*2,4662*	*2,6872*	*2,941*	*3,1909*	*3,4382*	*3,6837*	*3,9278*	*4,1709*	*4,4131*	*4,6546*
400,87	*i*	*68,66*	*168,63*	*270,05*	*375,1*	*1263,5*	*1319*	*1371,6*	*1423,4*	*1475,3*	*1527,6*	*1580,6*	*1634,4*	*1688,9*	*1744,2*	*1800,2*
	s	*0,1294*	*0,2937*	*0,4368*	*0,5667*	*1,5951*	*1,6502*	*1,6976*	*1,7405*	*1,7801*	*1,8173*	*1,8524*	*1,8858*	*1,9177*	*1,9482*	*1,9776*
300	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*0,0174*	*0,0186*	*1,7665*	*2,0044*	*2,2263*	*2,4407*	*2,6509*	*2,8585*	*3,0643*	*3,2688*	*3,4721*	*3,6746*	*3,8764*
417,35	*i*	*68,79*	*168,74*	*270,14*	*375,15*	*1257,7*	*1315,2*	*1368,9*	*1421,3*	*1473,6*	*1526,2*	*1579,4*	*1633,3*	*1688*	*1743,4*	*1799,6*
	s	*0,1294*	*0,2937*	*0,4307*	*0,5665*	*1,5703*	*1,6274*	*1,6758*	*1,7192*	*1,7591*	*1,7964*	*1,8317*	*1,8652*	*1,8972*	*1,9278*	*1,9572*
350	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*0,0174*	*0,0186*	*1,4913*	*1,7028*	*1,897*	*2,0832*	*2,2652*	*2,4445*	*2,6219*	*2,798*	*2,973*	*3,2471*	*3,3205*
431,73	*i*	*68,92*	*168,85*	*279,24*	*375,21*	*1251,5*	*1311,4*	*1366,2*	*1419,2*	*1471,8*	*1624,7*	*1578,2*	*1632,3*	*1687,1*	*1742,6*	*1798,9*
	s	*0,1293*	*0,2936*	*0,4367*	*0,5664*	*1,5483*	*1,6077*	*1,6371*	*1,7009*	*1,7411*	*1,7787*	*1,8141*	*1,8477*	*1,8798*	*1,9105*	*19400*
400	*v*	*0,0161*	*0,0166*	*0,0174*	*0,0182*	*1,2841*	*1,4763*	*1,6499*	*1,8151*	*1,9759*	*2,1339*	*2,2901*	*2,445*	*2,5987*	*2,7515*	*2,9037*
444,6	*i*	*69,05*	*168,97*	*270,33*	*375,27*	*1245,1*	*1307,4*	*1363,4*	*1417*	*1470,1*	*1523,3*	*1576,9*	*1631,2*	*1686,2*	*1741,9*	*1798,2*
	s	*0,1293*	*0,2935*	*0,4366*	*0,5663*	*1,5282*	*1,5901*	*1,6406*	*1,685*	*1,7255*	*1,7632*	*1,7988*	*1,8325*	*1,8647*	*1,8955*	*1,925*

500	v	0,0161	0,0166	0,0174	0,0186	0,9919	1,1584	1,3037	1,4397	1,5708	1,6992	1,8256	1,9507	2,0746	2,1977	2,32	
467,01	i	69,32	169,19	270,51	375,38	1231,2	1299,1	1357,7	1412,7	1466,6	1520,3	1574,4	1629,1	1684,4	1740,3	1796,9	
	s	0,1292	0,2934	0,4364	0,566	1,4921	1,5595	1,6123	1,6578	1,699	1,7371	1,773	1,8069	1,8393	1,8702	1,8998	
600	v	0,0161	0,0166	0,0174	0,0186	0,7944	0,9456	1,0726	1,1892	1,3008	1,4093	1,516	1,6211	1,7252	1,8284	1,9309	
486,2	i	69,58	169,42	270,7	375,49	1215,9	1290,3	1351,8	1408,3	1463	1517,4	1571,9	1627	1682,6	1738,8	1795,6	
	s	0,1292	0,2933	0,4362	0,5657	1,459	1,5329	1,5844	1,6361	1,6769	1,7155	1,7517	1,7859	1,8184	1,8494	1,8792	
700	v	0,0161	0,0166	0,174	0,0186	0,0204	0,7928	0,9072	1,0102	1,1078	1,2023	1,2948	1,3858	1,4757	1,5647	1,653	
503,08	i	68,84	169,65	270,89	375,61	48793	1281	1345,6	1403,7	1459,4	1514,4	1569,4	1624,8	1680,7	1737,2	1794,3	
	s	0,1291	0,2932	0,436	0,5655	0,6889	1,509	1,5673	1,6154	1,658	1,697	1,7335	1,7679	1,8006	1,8318	1,8617	
800	v	0,0161	0,0166	0,0174	0,0186	0,0204	0,6774	0,7828	0,8759	0,9631	1,047	1,1289	1,2093	1,2885	0,3669	1,4446	
518,21	i	70,11	169,88	271,07	375,73	487,88	1271,1	1339,2	1399,1	1455,8	1511,4	1566,9	1622,7	1678,9	1735	1792,9	
	s	0,129	0,293	0,4358	0,5652	0,6885	1,4869	1,5484	1,598	1,6413	1,6807	1,7175	1,7522	1,7851	1,8164	1,8464	
900	v	0,0161	0,0166	0,0174	0,0186	0,0204	0,5869	0,6858	0,7713	0,8504	0,9262	0,9998	1,072	1,143	1,2131	1,2825	
531,95	i	70,37	170,1	271,26	375,84	487,83	1260,6	1332,7	1394,4	1452,2	1508,5	1564,4	1620,6	1677,1	1734,1	1791,6	
	s	0,129	0,2929	0,4357	0,5649	O,6881	1,4659	1,5311	1,5822	1,6263	1,6662	1,7033	1,7382	1,7713	1,8028	1,8029	
1000	v	0,0161	0,0166	0,0174	0,0186	0,0204	0,5137	0,608	0,6875	0,7603	0,8295	0,8966	0,9622	1,0266	1,0901	1,1529	
544,58	i	70,63	170,33	271,44	375,96	487,79	1249,3	1325,9	1389,6	1448,5	1504,4	1561,9	1618,4	1675,3	1732,5	1790,3	
	s	0,1289	0,2928	0,4355	0,5647	0,6876	1,4457	1,5149	1,5677	1,6126	1,653	1,6905	1,7256	1,7589	1,7905	1,8207	
1100	v	0,0161	0,0166	0,0174	0,0185	0,0203	0,4531	0,544	0,6188	0,6865	0,7505	0,8121	0,8723	0,9313	0,9894	1,0468	
556,28	i	70,9	170,56	271,63	376,08	487,75	1237,3	1318,8	1384,7	1444,7	1502,2	1559,4	1616,3	1673,5	1731	1789	
	s	0,1289	0,2927	0,4353	0,5644	0,6872	1,4259	1,4996	1,5542	1,6	1,641	1,6787	1,7141	1,7475	1,7793	1,8097	
1200	v	0,0161	0,0166	0,0174	0,0185	0,0203	0,4016	0,4905	0,5615	0,625	0,6845	0,7418	0,7974	0,8519	0,9055	0,9584	
567,19	i	71,16	170,78	271,82	376,2	484,72	1224,2	1311,5	1379,7	1440,9	1499,4	1556,9	1614,2	1671,6	1729,4	1787,6	
	s	0,1288	0,2926	0,4351	0,5642	0,6868	1,4061	1,4851	1,5415	1,5883	1,6298	1,6679	1,7035	1,7371	1,7691	1,7996	
1400	v	0,0161	0,0166	0,0174	0,0185	0,0203	0,3176	0,4059	0,4712	0,5282	0,5809	0,6311	0,6798	0,7272	0,7737	0,8195	
587,07	i	71,68	171,24	272,19	376,44	487,66	1194,1	1296,1	1369,3	1433,2	1492,2	1551,8	1609,9	1668	1726,3	1785	
	s	0,1287	0,2923	0,4348	0,5636	0,6859	1,3652	1,4575	1,5182	1,567	1,6096	1,6484	1,6845	1,7185	1,7508	1,7815	
1600	v	0,0161	0,0166	0,0174	0,0185	0,0202	0,0236	0,3415	0,4032	0,4555	0,5031	0,5482	0,5915	0,6336	0,6748	0,7153	
604,87	i	72,21	171,69	272,57	376,69	487,7	616,77	1279,4	1358,5	1425,2	1486,9	1546,6	1605,6	1664,3	1723,2	1782,3	
	s	0,1286	0,1921	0,4344	0,5631	0,6851	0,8129	1,4312	1,4968	1,5478	1,5916	1,6312	1,6678	1,7022	1,7344	1,7657	
1800	v	0,016	0,0165	0,0173	0,0185	0,0202	0,0235	0,2906	0,35	0,3988	0,4426	0,4836	0,5229	0,5609	0,598	0,6343	
621,02	i	72,73	172,15	272,95	376,93	487,56	615,58	1261,1	1347,2	1417,1	1480,6	1541,1	1601,2	1660,7	1720,1	1779,7	
	s	0,1284	0,2918	0,4341	0,5626	0,6843	0,8109	1,4054	1,4768	1,5302	1,5753	1,6156	16528	1,6876	1,7204	1,7516	
2000	v	0,016	0,0165	0,0173	0,0184	0,0201	0,0233	0,2488	0,3072	0,3534	0,3942	0,432	0,468	0,5027	0,5365	0,5695	
635,8	i	73,26	172,15	273,32	377,19	487,53	614,48	1240,9	1353,4	1408,7	1474,1	1536,2	1596,9	1657	1717	1777,1	
	s	0,1283	0,2916	0,4337	0,5621	0,6834	0,8091	1,3794	1,4578	1,5138	1,5603	1,6014	1,6391	1,6743	1,7075	1,7389	
2500	v	0,016	0,0165	0,0173	0,0184	0,0201	0,023	0,1681	0,2293	0,2712	0,3068	0,339	0,3692	0,398	0,4259	0,4529	
668,11	i	74,57	173,74	274,27	377,83	487,5	612,08	1176,7	1303,4	1386,7	1457,5	1522,9	1585,9	1647,8	1709,2	177o,4	
	s	0,128	0,291	0,4329	0,5609	0,6815	0,8048	1,3076	1,4129	1,4766	1,5269	1,5703	1,6094	1,6456	1,6796	1,7116	
3000	v	0,016	0,0165	0,0172	0,0183	0,02	0,228	0,0982	0,1759	0,2161	0,2484	0,277	0,3033	0,3282	0,3522	0,3753	
695,33	i	75,88	174,88	275,22	378,47	487,52	610,08	1060,5	1267	1363,2	1440,2	1509,4	1574,8	1638,5	1701,4	1761,8	
	s	0,1277	0,2904	0,432	0,5597	0,6796	0,8009	1,1966	1,3692	1,4429	1,4976	1,5434	1,5841	1,6214	1,6561	1,6888	
3200	v	0,016	0,0165	0,172	0,0183	0,0199	0,0227	0,0335	0,1588	0,1987	0,2301	0,2576	0,2827	0,3065	0,3291	0,351	
705,08	i	76,4	175,3	275,6	378,7	487,5	609,4	800,8	1250,9	1353,4	1433,1	1503,8	1570,3	1634,8	1698,3	1761,2	
	s	0,1276	0,2902	0,4317	0,5592	0,6788	0,7994	0,9708	1,3515	1,43	1,4866	1,5335	1,5749	1,6126	1,6477	1,6806	
3500	v	0,016	0,0164	0,0172	0,0183	0,0199	0,225	0,0307	0,1364	0,1764	0,2066	0,2326	0,2563	0,2784	0,2995	0,3198	
	i	77,2	176	276,2	379,1	487,6	608,4	779,4	1224,6	1338,2	1422,2	1495,5	1563,3	1629,2	1693,6	1757,2	
	s	0,1274	0,2899	0,4312	0,5585	0,6777	0,7973	0,9508	1,3242	1,4112	1,4709	1,5194	1,5618	1,6002	1,6358	1,6691	
4000	v	0,0159	0,0164	0,0172	0,0182	0,0198	0,0223	0,0287	0,1052	0,1463	0,1752	0,1994	0,221	0,2411	0,2601	0,2783	
	i	78,5	177,2	277,1	379,8	487,7	606,9	763	1174,3	1311,6	1403,6	1481,3	1552,2	1619,8	1685,7	1750,6	
	s	0,1271	0,2893	0,4304	0,5573	0,676	0,794	0,9343	1,2754	1,3807	1,4451	1,4976	1,5417	1,5812	1,6177	1,6516	
5000	v	0,0159	0,0164	0,0171	0,0181	0,0196	0,0219	0,0268	0,0591	0,1038	0,1312	0,1629	0,1718	0,189	0,205	0,2203	
	i	81,1	179,5	279,1	381,2	488,1	604,6	746	1042,9	1252,9	1364,6	1452,1	1529,1	1600,9	1670	1737,4	
	s	0,1265	0,2881	0,4287	0,555	0,6726	0,788	0,9153	1,1593	1,3207	1,4002	1,4582	1,5061	1,5481	1,5863	1,6216	
6000	v	0,0159	0,0163	0,017	0,018	0,0195	0,0216	0,0256	0,0397	0,0757	0,102	0,1231	0,1391	0,1544	0,1684	0,1817	
	i	83,7	181,7	281	382,7	488,6	602,9	736,1	945,1	1188,8	1323,6	1422,3	1505,9	1582	1654,2	1724,2	
	s	0,1258	0,287	0,4271	0,5528	0,6693	0,7826	0,9026	1,0176	1,2615	1,3574	1,4229	1,4748	1,5194	1,5593	1,5962	
7000	v	0,0158	0,0163	0,017	0,018	0,0193	0,0213	0,0248	0,0334	0,0573	0,0816	0,1004	0,116	0,1298	0,1424	0,1542	
	i	86,2	184,4	283	384,2	489,3	601,7	729,3	901,8	1124,9	1281,7	1392,2	1482,6	1563,1	1638,6	1711,1	
	s	0,1252	0,2859	0,4256	0,5507	0,6663	0,7777	0,8926	1,035	1,2055	1,3171	1,3904	1,4466	1,4938	1,5355	1,5735	
7000	v	0,0161	0,0166	0,174	0,0186	0,0204	0,7928	0,9072	1,0102	1,1078	1,2023	1,2948	1,3858	1,4757	1,5647	1,653	
503,08	i	68,84	169,65	270,89	375,61	48793	1281	1345,6	1403,7	1459,4	1514,4	1569,4	1624,8	1680,7	1737,2	1794,3	
	s	0,1291	0,2932	0,436	0,5655	0,6889	1,509	1,5673	1,6154	1,658	1,697	1,7335	1,7679	1,8006	1,8318	1,8617	

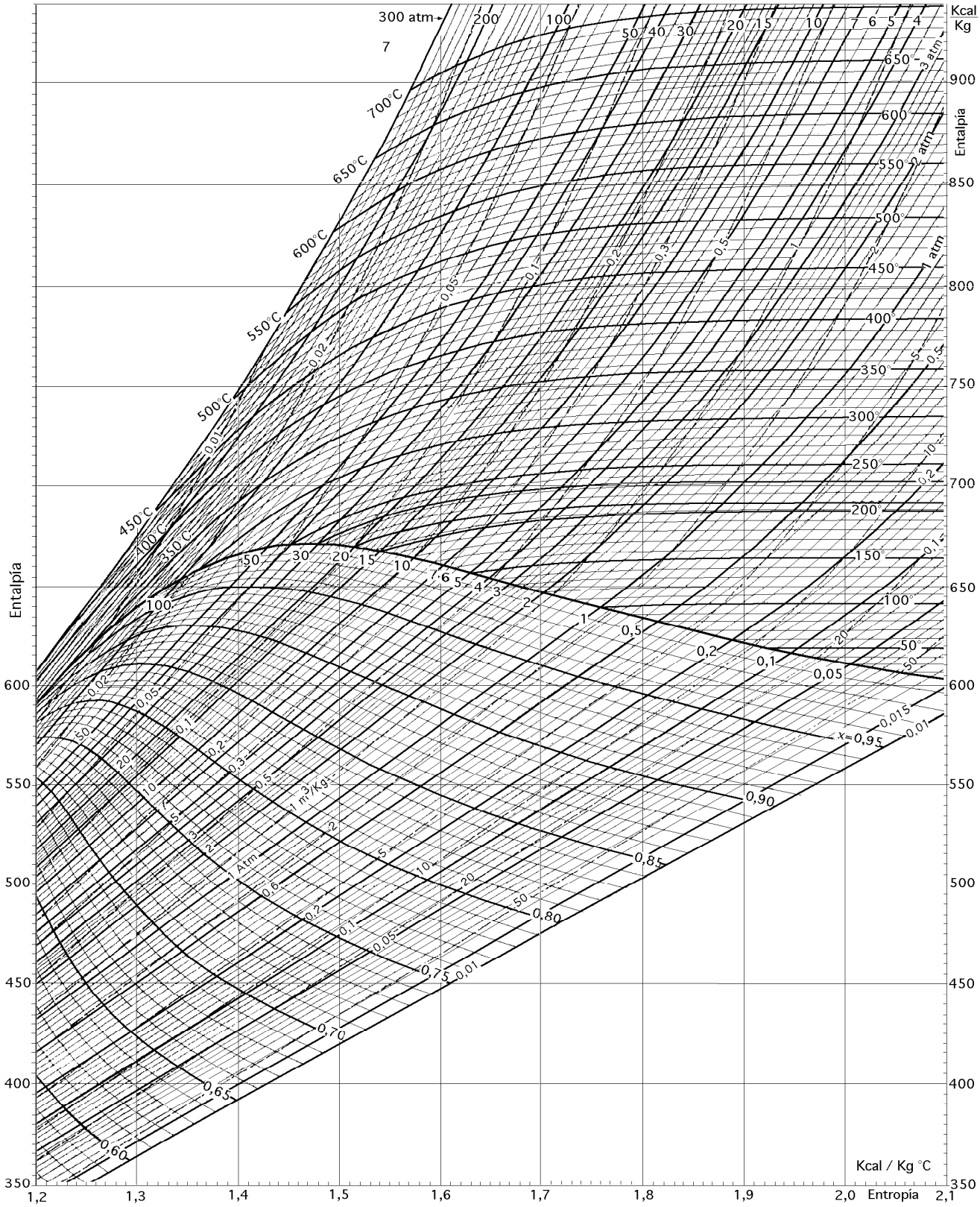


DIAGRAMA DE MOLLIER DEL VAPOR DE AGUA

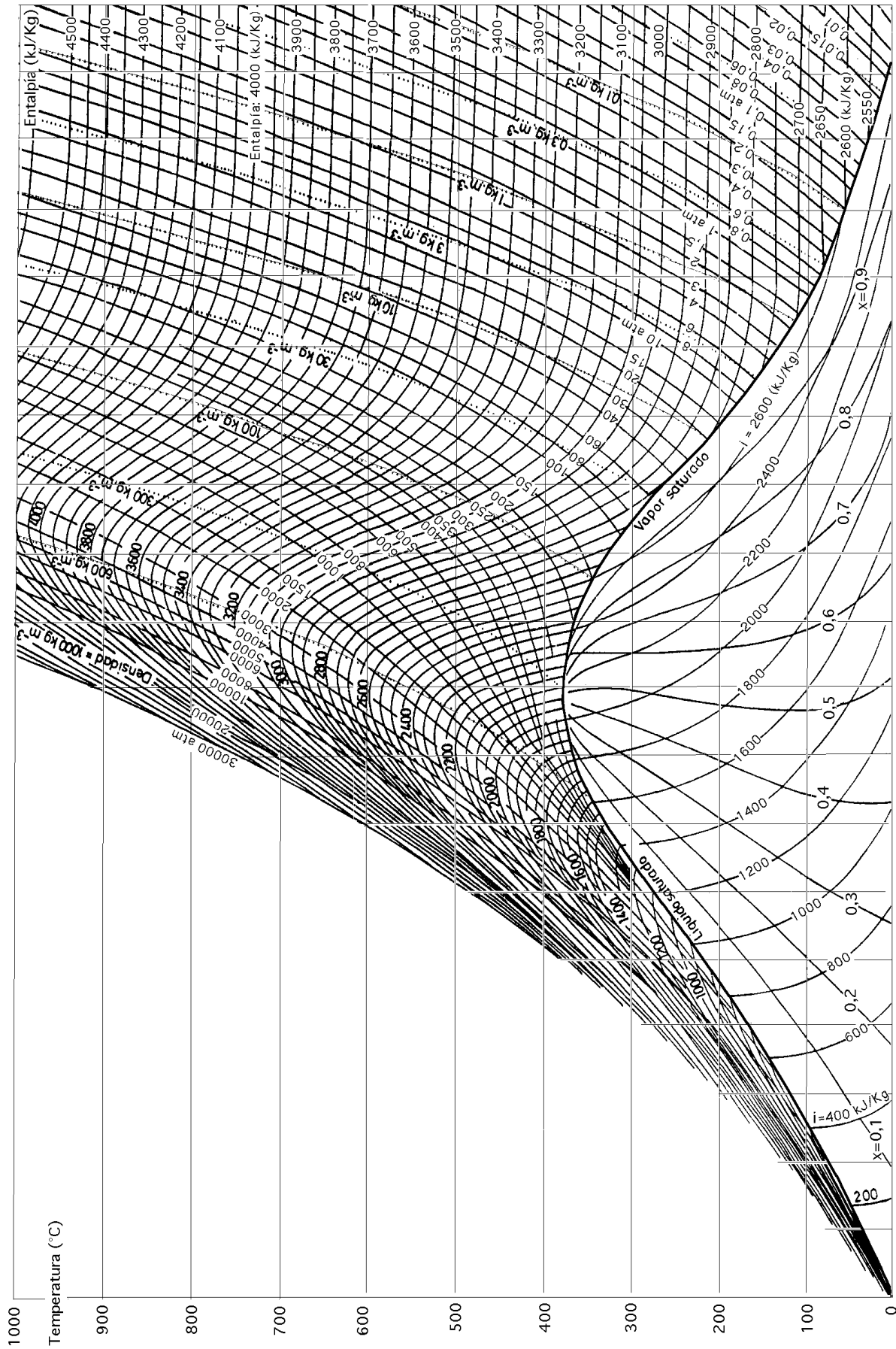


DIAGRAMA DE IZART DEL VAPOR DE AGUA