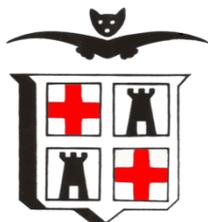


Scuola di speleologia di Cagliari della CNSS-SSI



Speleo Club di Cagliari

Indici Bioclimatici

Paolo Salimbeni



Comitato
Esecutivo
Regionale
Sardegna

Commissione
Nazionale
Scuole
di Speleologia



Edizione 7E706

Testi Tecnici

Prima edizione: 03 / 2008

Ultima edizione: 06 / 2023



Prefazione

Gli indici biometeorologici, chiamati anche o *indici di disagio* o *indici di benessere*, sono semplici formule empiriche che permettono di stimare la sensazione fisiologica mediante il calcolo della temperatura realmente percepita dell'organismo umano e non quella dell'aria, misurata con un termometro.

L'Autore

L'Autore ha pubblicato un programma, elaborato in **Excel**, presente nel sito «www.paolosalimbeni.it», col quale si possono calcolare alcuni Indici **bioclimatici** qui presenti sia per le diverse *condizioni termo-igrometriche* sia per le diverse *velocità del vento* sia per le diverse *umidità relative*.

L'Autore sarà grato a tutti coloro che gli segnaleranno eventuali od *errori* od *imprecisioni* (sono graditi anche e *consigli* ed *opinioni*).

via P. Cavaro, 73 09131 Cagliari
 cellulare.: +39 3493897629
 e-mail: p.salimba@gmail.com

Questa ed altre dispense, sempre dello stesso Autore, nel sito di **Paolo Salimbeni** «<http://www.paolosalimbeni.it>»; vedi in: **Dispense**.

Dello stesso Autore, e nel medesimo sito, alcune presentazioni in **PowerPoint**; vedi in: **Presentazioni**.



Paolo Salimbeni

Copyright © Paolo Salimbeni

Tutti i diritti sono riservati, a norma di legge ed a norma delle convenzioni internazionali; nessuna parte dell'opera può essere riprodotta, tradotta o diffusa, in qualsiasi forma o sistema (per fotocopia, microfilm, supporti magnetici, o qualsiasi altro procedimento), o rielaborata o trasmessa, con l'uso di sistemi elettronici, senza l'autorizzazione scritta dell'autore. . . . **o no ?!**

All rights reserved, no part of this book may be reproduced, who may quote brief passages or reproduce illustrations in un review with appropriate credit; nor ay any part of this book be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means electronic, photocopying, recording, or other without permission in writing from the Author. . . . **or not ?!**

Conversione fra unità di misura

Corrispondenza delle temperature fra le scale termometriche considerate

tc = gradi celsius °C	
[°C = K - 273,15]	[°C = (°F - 32) • 5 / 9]
[°C = (°R • 5 / 9) - 273,15]	[°C = °r • 5 / 4]
tk = kelvin K	
[K = °C + 273,15]	[K = (°F • 5 / 9) + 255,37]
[K = °R • 5 / 9]	[K = (°r • 5 / 4) + 273,15]
tf = gradi fahrenheit °F	
[°F = (°C • 9 / 5) + 32]	[°F = (K • 9 / 5) - 459,67]
[°F = °R - 459,67]	[°F = (°r • 9 / 4) + 32]
tr = gradi rankine °R	
[°R = (°C • 9 / 5) + 491,67]	[°R = K • 9 / 5]
[°R = °F + 459,67]	[°R = (°r • 9 / 4) + 491,67]
te = gradi réaumur °r	
[°r = °C • 4 / 5]	[°r = (K • 4 / 5) - 218,52]
[°r = (°F - 32) • 4 / 9]	[°r = (°R • 4 / 9) - 218,52]

Corrispondenza delle velocità fra le scale considerate

Vk = chilometri all'ora	km/h
Vk = [Vm(m/s) • 3,600 000 000] = [Vn(kn) • 1,853 184 000] = [Vs(mph) • 1,609 344 000]	
Vm = metri al secondo	m/s
Vm = [Vk(km/h) / 3,600 000 000] = [Vn(kn) • 0,514 444 000] = [Vs(mph) • 0,447 040 000]	
Vn = nodi = miglia marine all'ora	kn
Vn = [Vk(km/h) • 0,539 611 825] = [Vm(m/s) • 1,943 846 172] = [Vs(mph) • 0,868 976 242]	
Vs = miglia terrestri all'ora	mph
Vs = [Vk(km/h) • 0,621 371 192] = [Vm(m/s) • 2,236 936 292] = [Vn(kn) • 1,150 778 454]	
miglio marino (n mi) = 1852 m - miglio terrestre (mi) = 1609,344 m	

velocità	
nodo internazionale (kt)	0,514444 m/s
nodo (imperial knot)	0,514772 m/s
nodo (US knot)	0,514791 m/s
nodo internazionale o miglio marino / h	1,852 km/h

distanze	
miglio marino internazionale	1 852 m
miglio marino italiano	1 851,85 m
miglio geografico	1 855,4 m
mile US (nautical)	1 853,184 m
mile UK (mautical)	1 852 m

Indici invernali

Introduzione

Il vento interviene, sulla sensazione termica avvertita dal nostro organismo, accrescendo l'evaporazione cutanea e quindi l'asportazione di calore corporeo; il tasso di calore perso dal corpo umano, a seguito dell'azione combinata della temperatura e del vento, è descritto dal termine **Wind Chill** fattore di raffreddamento del vento.

Il termine Wind Chill significa letteralmente «*Vento fresco*» ed è stato utilizzato per la prima volta dall'esploratore antartico **Paul Allman Siple** (1908 – 1968) nell'opera «*Adaptation of the explorer to the climate of antarctica*» (1930).

P. A. Siple, col suo collega **Carles F. Passel** (1915 – 2002), progettò e realizzò una serie di esperimenti atti a studiare l'influenza del vento sul raffreddamento degli oggetti pervenendo infine ad una serie di formule che definiscono con sufficiente approssimazione le sensazioni che avverte il corpo umano a causa del raffreddamento indotto dal vento [vedi formule: di Siple, di Court, di Siple & Passel].

La presenza del termine (tc – 33), nelle formule, indica che l'effetto negativo del vento diminuisce al crescere della temperatura reale ambiente, scomparendo del tutto quando quest'ultima raggiunge i 33 °C.

Successivamente l'*Istituto Americano di Ricerche Meteorologiche* (IARM) s'impegnò in uno studio approfondito sull'effetto del vento sull'organismo umano; il risultato di questa ricerca (che teneva conto sia delle caratteristiche sia della temperatura della pelle del corpo umano e della sua velocità di raffreddamento) fu una formula che meglio si adattava alle peculiarità umane [vedi formula: **Wind Chill**].

In seguito l'«*Ufficio del Federa Coordinator for Meteorological Services and Supportino Research*» (OFCM) ha formato il gruppo particolare d'esperti, il «*Joint Action Group for Temperature Index*» (JAG/TI) che si prefiggeva l'intento di analizzare e di migliorare il vecchio indice [vedi formula: **New Wind Chill**].

Se la temperatura ambiente è sotto zero, l'effetto *Wind Chill* influisce anche sul rischio di assideramento (congelamento dei tessuti con conseguente necrosi).

Se la temperatura dell'ambiente misurata da un termometro fosse di -10 °C con un vento a 50 km/h, il corpo si raffredderebbe più rapidamente che in un ambiente sempre a -10 °C, ma in assenza di vento.

In pratica la situazione sarebbe equivalente a quelle in cui il corpo fosse immerso in un ambiente a -21.8 °C, sempre in assenza di vento.

Per contro se la temperatura reale non è sufficientemente bassa da far congelare i tessuti l'effetto dell'accentuato raffreddamento dei tessuti può generare sì una sensazione di freddo intenso e portare all'ipotermia, ma non può causare l'assideramento, poiché il punto di congelamento dipende dalla temperatura reale e non da quella ricavata dalle formule che forniscono gli indici biometeorologici.

Formule di Siple

Formule di Court

Formula di Siple e Passel (1)

Formula di Siple e Passel (2)

Formula di Steadman

Wind Chill SW

Wind Chill (GB)

Wind Chill

New Wind Chill (GB)

New Wind Chill (*il più attendibile*)

Indice di Scharlau (invernale)

Formule per gli indici invernali

Formule di Siple

$$\text{HSM} = 33 + (t_c - 33) \cdot (0,474 + 0,454 \cdot \sqrt{V_m}) - 0,0454 \cdot V_m$$

In cui:

t_c = temperatura del termometro a bulbo asciutto [°C]
 V_m = velocità del vento [m/s]

Range di validità

$t_c < 33,00$ °C [tk < 306,15 K] [tf < 91,40 °F] [tr < 551,07 °R] [te < 26,40 °r]
 $V_m \geq 1,79$ m/s [Vk ≥ 6,44 km/h] [Vn ≥ 3,48 kn] [Vs ≥ 4,00 mph]

$$\text{HSN} = 91,4 + (t_f - 91,4) \cdot (0,474 + 0,304 \cdot \sqrt{V_s}) - 0,0203 \cdot V_s$$

In cui:

t_c = temperatura del termometro a bulbo asciutto [°F]
 V_s = velocità del vento [mph]

Range di validità

$t_f < 91,40$ °F [tc = 33,00 °C] [tk < 306,15 K] [tr < 551,07 °R] [te < 26,40 °r]
 $V_s \geq 4,00$ mph [Vk ≥ 6,44 km/h] [Vm ≥ 1,79 m/s] [Vn ≥ 3,48 kn]

$$\text{HSS} = 91,4 + (t_f - 91,4) \cdot (0,474 + 0,326 \cdot \sqrt{V_n}) - 0,0234 \cdot V_n$$

In cui:

t_c = temperatura del termometro a bulbo asciutto [°F]
 V_n = velocità del vento [kn]

Range di validità

$t_f < 91,40$ °F [tc < 33,00 °C] [tk < 306,15 K] [tr < 551,07 °R] [te < 26,40 °r]
 $V_n \geq 3,48$ kn [Vk ≥ 6,44 km/h] [Vm ≥ 1,79 m/s] [Vs ≥ 4,00 mph]

Formule di Court

$$\text{HCM} = 33 + (t_c - 33) \cdot (0,550 + 0,417 \cdot \sqrt{V_m}) - 0,0454 \cdot V_m$$

In cui:

t_c = temperatura del termometro a bulbo asciutto [°C]
 V_m = velocità del vento [m/s]

Range di validità

$t_c < 33,00$ °C [tk < 306,15 K] [tf < 91,40 °F] [tr < 551,07 °R] [te < 26,40 °r]
 $V_m \geq 1,79$ m/s [Vk ≥ 6,44 km/h] [Vn ≥ 3,48 kn] [Vs ≥ 4,00 mph]

$$\text{HCN} = 91,4 + (t_f - 91,4) \cdot (0,550 + 0,279 \cdot \sqrt{V_s}) - 0,0203 \cdot V_s$$

In cui:

t_c = temperatura del termometro a bulbo asciutto [°F]
 V_n = velocità del vento [mph]

Range di validità

$t_f < 91,40$ °F [tc < 33,00 °C] [tk < 306,15 K] [tr < 551,07 °R] [te < 26,40 °r]
 $V_s \geq 4,00$ mph [Vk ≥ 6,44 km/h] [Vm ≥ 1,79 m/s] [Vn ≥ 3,48 kn]

$$\text{HCS} = 91,4 + (t_f - 91,4) \cdot (0,550 + 0,299 \cdot \sqrt{V_n}) - 0,0234 \cdot V_n$$

In cui:

t_c = temperatura del termometro a bulbo asciutto [°F]
 V_s = velocità del vento [kn]

Range di validità

$t_f < 91,40$ °F [tc < 33,00 °C] [tk < 306,15 K] [tr < 551,07 °R] [te < 26,40 °r]
 $V_n \geq 3,48$ kn [Vk ≥ 6,44 km/h] [Vm ≥ 1,79 m/s] [Vs ≥ 4,00 mph]

Formula di Siple e Passel (1)

$$T_s = 33 - (33 - t_c) \cdot (0,474\ 266 + 0,453\ 843 \cdot \sqrt{V_m}) - 0,045\ 384\ 3 \cdot V_m$$

In cui:

t_c = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°C]
 V_m = velocità del vento [m/s]

Range di validità

$t_c < 10,00\ ^\circ\text{C}$ [tk < 283,15 K] [tf < 50,00 °F] [tr < 509,67 °R] [te < 8,00 °r]
 $1,78\ \text{m/s} \leq V_m \leq 25,00\ \text{m/s}$ [6,41 km/h ≤ V_k ≤ 90,00 km/h] [3,46 kn ≤ V_n ≤ 48,60 kn]
[3,98 mph ≤ V_s ≤ 55,92 mph]

Formula di Siple e Passel (2)

$$T_{sA} = 33 + (0,478 + 0,237 \cdot \sqrt{V_k}) - 0,012\ 4 \cdot V_k \cdot (t_c - 33)$$

In cui:

t_c = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°C]
 V_k = velocità del vento [km/h]

Range di validità

$t_c < 10,00\ ^\circ\text{C}$ [tk < 283,15 K] [tf < 50,00 °F] [tr < 509,67 °R] [te < 8,00 °r]
 $6,41\ \text{km/h} \leq V_k \leq 90,00\ \text{km/h}$ [1,78 m/s ≤ V_m ≤ 25,00 m/s] [3,46 kn ≤ V_n ≤ 48,60 kn]
[3,98 mph ≤ V_s ≤ 55,92 mph]

Formula di Steadman

$$T_s = 0,045 \cdot (7,176\ 6 \cdot \sqrt{V_n}) + 10,45 - 0,514\ 5 \cdot V_n \cdot (t_c - 33) + 33$$

In cui:

t_c = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°C]
 V_n = velocità del vento [kn]

Range di validità

$10,00\ ^\circ\text{C} > t_c > -50,00\ ^\circ\text{C}$ [283,15 K > tk > 223,15 K] [50,00 °F > tf > -58,00 °F]
[509,67 °R > tr > 401,67 °R] [8,00 °r > te > -40,00 °r]
 $5\ \text{kn} \leq V_n \leq 40\ \text{kn}$ [9,26 km/h ≤ V_k ≤ 74,08 km/h] [2,57 m/s ≤ V_m ≤ 20,58 m/s]
[5,75 mph ≤ V_s ≤ 46,03 mph]

Wind Chill SW

$$T_{sw} = 91,4 - (0,474\ 677 - 0,020\ 425 \cdot V_s + 0,303\ 107 \cdot V_s) \cdot (91,4 - t_f)$$

In cui:

t_f = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°F]
 V_s = velocità del vento [mph]

Range di validità

$50,00\ ^\circ\text{F} > t_f > -58,00\ ^\circ\text{F}$ [10 °C > t_c > -50 °C] [283,15 K > t_k > 223,15 K]
[509,67 °R > t_r > 401,67 °R] [8 °r > t_e > -40 °r]
 $2,6\ \text{mph} \leq V_n \leq 80\ \text{mph}$ [4,18 km/h ≤ V_k ≤ 128,75 km/h] [1,16 m/s ≤ V_m ≤ 35,76 m/s]
[2,26 kn ≤ V_m ≤ 69,52 kn]

Wind Chill (GB)

$$T_{xB} = 0,081 \cdot (3,71 \cdot \sqrt{V_s}) + 5,81 - 0,25 \cdot V_s \cdot (t_f - 91,4) + 91,4$$

In cui:

t_f = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°F]
 V_s = velocità del vento [mph]

Range di validità

$50,00\ ^\circ\text{F} > t_f > -58,00\ ^\circ\text{F}$ [10 °C > t_c > -50 °C] [283,15 K > t_k > 223,15 K]
[509,67 °R > t_r > 401,67 °R] [8 °r > t_e > -40 °r]
 $3,11\ \text{mph} \leq V_s \leq 93,20\ \text{mph}$ [5 km/h ≤ V_k ≤ 150 km/h] [1,39 m/s ≤ V_m ≤ 41,67 m/s]
[x kn ≤ V_k ≤ x kn]

Wind Chill

$$Tw = 0,045 \cdot (5,27 \cdot Vk^{0,45} + 10,45 - 0,28 \cdot Vk) \cdot (tc - 33) + 33$$

In cui:

tc = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°C]
 Vk = velocità del vento [km/h]

Range di validità

$10,00 \text{ °C} > tc > -50,00 \text{ °C}$ [283,15 K > t_k > 223,15 K] [50 °F > t_f > -58 °F]
 [509,67 °R > t_r > 401,67 °R] [8 °r > t_e > -40 °r]

$5 \text{ km/h} \leq Vk \leq 150 \text{ km/h}$ [1,39 m/s ≤ V_m ≤ 41,67 m/s] [2,70 kn ≤ V_k ≤ 80,99 kn]
 [3,11 mph ≤ V_k ≤ 93,20 mph]

New Wind Chill (GB)

$$TaB = 35,74 + 0,6215 \cdot tf - 35,75 \cdot Vs^{0,16} + 0,4275 \cdot tf \cdot Vs^{0,16}$$

In cui:

tf = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°F]
 Vn = velocità del vento [mph]

Range di validità

$50,00 \text{ °F} > tf > -58,00 \text{ °F}$ [10 °C > t_c > -50 °C] [283,15 K > t_k > 223,15 K]
 [509,67 °R > t_r > 401,67 °R] [8 °r > t_e > -40 °r]

$2,6 \text{ mph} \leq Vn \leq 80 \text{ mph}$ [4,18 km/h ≤ V_k ≤ 128,75 km/h] [1,16 m/s ≤ V_m ≤ 35,76 m/s]
 [2,26 kn ≤ V_k ≤ 69,52]

New Wind Chill (il più attendibile)

$$Tn = 13,12 + (0,6215 \cdot tc) - (11,37 \cdot Vn^{0,16}) + (0,3965 \cdot tc \cdot Vn^{0,16})$$

In cui:

tc = temperatura del termometro a bulbo asciutto [°C]
 Vn = velocità del vento [km/h]

Range di validità:

$10,00 \text{ °C} > tc > -50,00 \text{ °C}$ [283,15 K > t_k > 223,15 K] [50 °F > t_f > -58 °F]
 [509,67 °R > t_r > 401,67 °R] [8 °r > t_e > -40 °r]

$5 \text{ km/h} \leq Vn \leq 150 \text{ km/h}$ [1,39 m/s ≤ V_m ≤ 41,67 m/s] [2,70 kn ≤ V_k ≤ 80,99 kn]
 [3,11 mph ≤ V_k ≤ 93,20 mph]

Classificazione

Vale per tutti gli indici precedenti

$Tn > +10 \text{ °C}$	Nessun disagio particolare.
$+10 \text{ °C} \geq Ts > -1 \text{ °C}$	Condizioni di lieve disagio.
$-1 \text{ °C} \geq Ts > -10 \text{ °C}$	Condizioni di disagio moderato.
$-10 \text{ °C} \geq Ts > -18 \text{ °C}$	Forte disagio: marcata sensazione di gelo.
$-18 \text{ °C} \geq Ts > -29 \text{ °C}$	Possibile congelamento in seguito ad esposizione prolungata.
$-29 \text{ °C} \geq Ts > -50 \text{ °C}$	Congelamento in seguito ad esposizione prolungata.
$Tn \leq -50 \text{ °C}$	Rapido congelamento per esposizioni superiori a 30 secondi.

Indice di Scharlau (Invernale)

$$IS = tc - ((-0,0003 \cdot U^2) + (0,1497 \cdot U) - 7,7133)$$

In cui:

tc = temperatura del termometro a bulbo asciutto [°C]
 $U\%$ = umidità relativa percentuale (gradi idrometrici) [$U = U_r \cdot 100$]

Range di validità:

$-6,00 \text{ °C} \leq tc \leq 5,00 \text{ °C}$ [267,15 K ≤ t_k ≤ 278,15] [21,2 °F ≤ t_c ≤ 41,00 °F]
 [480,87 °R ≤ t_r ≤ 500,67 °R] [-4,80 °r ≤ t_e ≤ 4,00 °r]

(da sempre le condizioni estreme per valori esterni all'intervallo)

$U \geq 40 \%$ [$U_r \geq 0,40$] (non è definito per valori minori)

Classificazione

$IS \geq 0$	Benessere.
$0 > IS \geq -1$	Disagio debole.
$-1 > IS \geq -3$	Disagio moderato.
$IS < -3$	Disagio intenso.

Indici estivi

Introduzione

La sensazione dell'afa è dovuta essenzialmente sia alla temperatura sia all'umidità relativa dell'aria nell'ambiente in cui ci troviamo.

In condizioni di elevata umidità, infatti, l'effetto della sudorazione prodotta dall'organismo umano per cercare di abbassare la temperatura corporea è reso meno efficace dalla limitata evaporazione del sudore nell'ambiente circostante e l'organismo fatica ad eliminare il calore in eccesso.

Si è cercato pertanto di trovare un'equazione che evidenziasse la temperatura percepita dal corpo umano e non quella reale misurata con i comuni termometri.

Il primo indice di disagio estivo è stato l'**Humidex** definito nel lavoro di Masterson & Richar.

Uno dei più conosciuti, e più utilizzati, è invece il **Heat index** messo a punto in uno studio condotto da **R. G. Steadman** nel 1979.

Per contro l'Indice biometeorologico estivo più attendibile è il recente **New Summer Simmer Index**, presentato nell'ottantesimo meeting dell'**AMS**, tenutosi a Long beach (California) nel gennaio del 2000.

Se la temperatura ambiente misurata con un termometro fosse di +40 °C e l'umidità relativa fosse dell'85 %, l'organismo umano registrerebbe una situazione di disagio fisiologico come se la temperatura ambiente fosse di +61 °C.

Indice HUMIDEX

Heat Index

New Heat Index

New Summer Simmer Index (il più attendibile)

Indice di Scharlau (Estivo)

Indice di Thom

Indice di Tensione relativa

Formule per gli indici estivi

Indice HUMIDEX (il più conosciuto)

$$I_h = t_c + 5 / 9 \cdot (P_{vh} - 10)$$

Sapendo che: $P_{vh} = 6,11 \cdot (U\% / 100) \cdot 10^{(7,27 \cdot T_c / (237,3 + T_c))}$ hPa

In cui:

t_c = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°C]
 $U\%$ = Umidità relativa percentuale [Ur = U% / 100]
 P_{vh} = Pressione parziale del vapor d'acqua [hPa]

Range di validità

20,00 °C < t_c < 55,00 °C [293,15 K < t_k < 328,15 K] [68,00 °F < t_f < 131,00 °F]
 [527,67 °R < t_r < 590,67 °R] [16,00 °r < t_e < 44,00 °r]

Classificazione

$I_h < 27$ °C	Benessere <i>Tutti sono a proprio agio.</i>
27 °C $\leq I_h < 30$ °C	Cautela <i>Leggero disagio. Possibile affaticamento in seguito a prolungata esposizione e/o attività fisica.</i>
30 °C $\leq I_h < 40$ °C	Estrema cautela <i>Disagio. Possibile colpo di calore, possibile spossatezza e crampi da calore in seguito a prolungata esposizione al sole e/o attività fisica.</i>
40 °C $\leq I_h < 55$ °C	Pericolo <i>Grande disagio. Evitare sforzi. Cercare un luogo fresco ed in ombra. Probabili crampi o spossatezza da calore. Possibile colpo di calore in seguito a prolungata esposizione al sole e/o attività fisica.</i>
$I_h \geq 55$ °C	Elevato pericolo <i>Imminente colpo di calore in seguito a prolungata esposizione al sole e/o attività fisica.</i>

Heat Index

$$H_i = -42,379 + 2,049 \cdot 015 \cdot 23 \cdot t_f + 10,143 \cdot 331 \cdot 27 \cdot U - 0,224 \cdot 755 \cdot 41 \cdot t_f \cdot U +$$

$$- 6,837 \cdot 83 \cdot 10^{-3} \cdot t_f^2 - 5,481 \cdot 717 \cdot 10^{-2} \cdot U^2 + 1,228 \cdot 74 \cdot 10^{-3} \cdot t_f^2 \cdot U +$$

$$+ 8,528 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot t_f \cdot U^2 - 1,99 \cdot 10^{-6} \cdot t_f^2 \cdot U^2$$

In cui:

t_f = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°F]
 U_r = Umidità relativa (gradi idrometrici) [Ur = U / 100]

Range di validità

80,00 °F $\leq t_f \leq 107,00$ °F [26,67 °C $\leq t_c \leq 41,67$ °C] [299,82 K $\leq t_k \leq 314,82$ K]
 [539,67 °R $\leq t_r \leq 566,67$ °R] [31,33 °r $\leq t_e \leq 33,33$ °r]

(da sempre le condizioni estreme per valori esterni all'intervallo)

$U_r \geq 0,40$ [U ≥ 40] (non è definito per valori minori)

New Heat Index

$$Th_{ia} = 16,923 + (1,852 \cdot 12 \cdot 10^{-1} \cdot t_f) + (5,379 \cdot 41 \cdot U) - (1,002 \cdot 54 \cdot 10^{-1} \cdot t_f \cdot U) +$$

$$+ (9,416 \cdot 95 \cdot 10^{-3} \cdot t_f^2) + (7,288 \cdot 98 \cdot 10^{-3} \cdot U^2) + (3,453 \cdot 72 \cdot 10^{-4} \cdot t_f^2 \cdot U) +$$

$$- (8,149 \cdot 71 \cdot 10^{-4} \cdot t_f \cdot U^2) + (1,021 \cdot 02 \cdot 10^{-5} \cdot t_f^2 \cdot U^2) - (3,864 \cdot 6 \cdot 10^{-5} \cdot t_f^3) +$$

$$+ (2,915 \cdot 83 \cdot 10^{-5} \cdot U^3) + (1,427 \cdot 21 \cdot 10^{-6} \cdot t_f^3 \cdot U) + (1,9748 \cdot 3 \cdot 10^{-7} \cdot t_f \cdot U^3) +$$

$$- (2,184 \cdot 29 \cdot 10^{-8} \cdot t_f^3 \cdot U^2) + (8,432 \cdot 96 \cdot 10^{-10} \cdot t_f^2 \cdot U^3) - (4,819 \cdot 75 \cdot 10^{-11} \cdot t_f^3 \cdot U^3)$$

In cui:

t_f = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°F]
 U = Umidità relativa (gradi igrometrici) [U = Ur $\cdot 100$]

Range di validità

80,00 °F ≤ tf ≤ 107,00 °F [26,67 °C ≤ tc ≤ 41,67 °C] [299,82 K ≤ tk ≤ 314,82 K]
 [539,67 °R ≤ tr ≤ 566,67 R] [31,33 °r ≤ te ≤ 33,33 °r]
 (da sempre le condizioni estreme per valori esterni all'intervallo)
 U ≥ 40 % [Ur ≥ 0,40] (non è definito per valori minori)

ClassificazioneVale per: **Heat Index, New Heat Index**

Thia < 80 °F Thia < 27 °C	Benessere <i>Tutti sono a proprio agio.</i>
80 °F ≤ Thia < 90 °F 27 °C ≤ Thia < 32 °C	Cautela <i>Leggero disagio. Possibile affaticamento in seguito a prolungata esposizione e/o attività fisica.</i>
90 °F ≤ Thia < 105 °F 32 °C ≤ Thia < 40 °C	Estrema cautela <i>Disagio. Possibile colpo di calore, possibile spossatezza e crampi da calore in seguito a prolungata esposizione al sole e/o attività fisica.</i>
105 °F ≤ Thia < 130 °F 40 °C ≤ Thia < 54 °C	Pericolo <i>Grande disagio. Evitare sforzi. Cercare un luogo fresco ed in ombra. Probabili crampi o spossatezza da calore. Possibile colpo di calore in seguito a prolungata esposizione al sole e/o attività fisica.</i>
Thia ≥ 130 °F Thia ≥ 54 °C	Elevato pericolo <i>Imminente colpo di calore in seguito a prolungata esposizione al sole e/o attività fisica.</i>

New Summer Simmer Index (il più attendibile)

$$SSI = 1,98 \cdot (tf - (0,55 - 0,0055 \cdot U\%)) \cdot (tf - 58) - 56,83$$

In cui:

tf = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°F]

U% = umidità relativa percentuale (gradi idrometrici) [U% = Ur • 100]

Range di validità

71,00 °F ≤ tf ≤ 127,00 °F [21,67 °C ≤ tc ≤ 52,78 °C] [294,82 K ≤ tk ≤ 325,93 K]
 [530,67 °R ≤ tr ≤ 586,67 °R] [17,33 °r ≤ te ≤ 42,22 °r]
 U% ≥ 30 % [Ur ≥ 0,30] (non è definito per valori minori)

Classificazione

70 °F ≤ lh < 77 °F 21 °C ≤ lh < 25 °C	Leggermente fresco <i>La maggior parte delle persone sono a proprio agio anche se è leggermente fresco.</i>
77 °F ≤ lh < 83 °F 25 °C ≤ lh < 28 °C	Confortevole <i>Quasi tutti sono in una situazione confortevole.</i>
83 °F ≤ lh < 91 °F 28 °C ≤ lh < 33 °C	Leggermente caldo <i>La maggior parte delle persone sono a proprio agio anche se è leggermente caldo.</i>
91 °F ≤ lh < 100 °F 33 °C ≤ lh < 38 °C	Caldo <i>Si avverte un aumento del disagio</i>
100 °F ≤ lh < 112 °F 38 °C ≤ lh < 44 °C	Mediamente caldo <i>Disagio significativo. Esiste il pericolo di colpo di sole e spossatezza da calore in seguito a prolungata esposizione al sole e/o attività fisica.</i>
112 °F ≤ lh < 125 °F 44 °C ≤ lh < 52 °C	Molto caldo <i>Disagio elevato. Tutti sono a disagio. Esiste il pericolo di colpo di calore.</i>
125 °F ≤ lh < 150 °F 52 °C ≤ lh < 66 °C	Estremamente caldo <i>Disagio massimo. Elevato pericolo di colpo di calore, soprattutto per le persone più deboli, gli anziani ed anche i bambini più piccoli.</i>
lh ≥ 150 °F lh ≥ 66 °C	Torrido <i>Pericolo reale di un imminente colpo di calore.</i>

Indice di Scharlau (Estivo)

$$Tis = (-17,089 \cdot \ln(U\%) + 94,979) - t_c$$

In cui:

t_c = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°C]
 $U\%$ = umidità relativa percentuale (gradi idrometrici) [$U = U_r \cdot 100$]

Range di validità

$17,00 \text{ °C} \leq t_c \leq 39,00 \text{ °C}$ [$290,15 \leq t_k \leq 312,15$] [$62,60 \leq t_f \leq 102,20$]
 $[522,27 \leq t_r \leq 561,87]$ [$13,6 \leq t_e \leq 31,2$]
 $U \geq 30 \%$ [$U_r \geq 0,30$] (non è definito per valori minori)

Classificazione

$Tis \geq 0$	Benessere.
$0 > Tis \geq -1$	Disagio debole.
$-1 > Tis \geq -3$	Disagio moderato.
$Tis < -3$	Disagio intenso.

Indice di Thom

$$DI = 0,4 \cdot (t_c + t_b) + 4,8$$

Sapendo che: $t_b = (\text{Gamma} \cdot T_c + \text{Delta} \cdot T_d) / (\text{Gamma} + \text{Delta})$

in cui: $\text{Gamma} = 0,00066 \cdot P_a$

$\text{Delta} = (409,8 \cdot P_v) / (T_d + 273,3)^2$

$t_d = (116,9 + 237,3 \cdot \ln(P_v)) / (16,78 - \ln(P_v))$ [°C]

$P_v = 0,611 \cdot e^{[17,27 \cdot T_c / (237,3 + T_c)]} \cdot U_r$ [kPa]

In cui:

t_c = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°C]

t_b = temperatura del termometro (bulbo bagnato) [°C]

t_d = temperatura di rugiada [°C]

P_a = pressione atmosferica: 101,325 kPa

P_v = Pressione parziale del vapor d'acqua [kPa]

Range di validità

$21,00 \text{ °C} \leq t_c \leq 47,00 \text{ °C}$ [$294,15 \text{ K} \leq t_k \leq 320,15 \text{ K}$] [$69,8 \text{ °F} \leq t_f \leq 116,60 \text{ °F}$]
 $[529,47 \text{ °R} \leq t_r \leq 576,27 \text{ °R}]$ [$16,80 \text{ °r} \leq t_s \leq 37,60 \text{ °r}$]

(da sempre le condizioni estreme per valori esterni all'intervallo)

Classificazione

$DI < 21$	Benessere generalizzato.
$21 \leq DI < 24$	Meno del 50% della popolazione prova un leggero disagio.
$24 \leq DI < 27$	Oltre il 50% della popolazione prova un crescente disagio.
$27 \leq DI < 29$	La maggior parte della popolazione prova sia disagio sia un significativo deterioramento delle condizioni psicofisiche.
$29 \leq DI < 32$	Tutta la popolazione prova un forte disagio.
$DI \geq 32$	Stato di emergenza sanitaria; elevato rischio di colpi di calore.

Indice di Tensione relativa

$$RSI = (t_c - 21) / (58 - P_v)$$

Sapendo che: $P_v = 0,611 \cdot e^{[17,27 \cdot t_c / (273,3 + t_c)]} \cdot U_r$ [kPa]

In cui:

t_c = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°C]

P_v = Pressione parziale del vapor d'acqua [kPa]

Range di validità

$26 \text{ °C} \leq t_c \leq 35 \text{ °C}$ [$299,15 \text{ K} \leq t_k \leq 308,15 \text{ K}$] [$78,8 \text{ °F} \leq t_f \leq 95,00 \text{ °F}$]
 $[538,47 \text{ °R} \leq t_r \leq 554,67 \text{ °R}]$ [$20,80 \text{ °r} \leq t_s \leq 28,00 \text{ °r}$]

(da sempre le condizioni estreme per valori esterni all'intervallo)

Classificazione

RSI \leq 0,15	Conforto.
0,15 < RSI \leq 0,25	Il 25% delle persone sono a disagio.
0,25 < RSI \leq 0,35	tutti provano disagio.
0,35 \leq RSI \leq 0,45	Il 75% delle persone sono fortemente a disagio.
RSI > 0,45	Il 100% delle persone sono fortemente a disagio.

Indici invernali ed estivi

Introduzione

Questi indici sono adeguati per individuare condizioni o di benessere o di disagio in un ampio range di condizioni climatiche.

La formula originaria per l'indice *Heat loss* si deve a **P. A. Siple** (1945) mentre **Court** (1948), come si evince dall'esame delle due formule, ha apportato solo qualche lieve modifica alle costanti indicate da Siple, mantenendo la stessa struttura.

Il Thermohygrothermic index si differenzia dagli altri per essere essenzialmente un indice di Classificazione climatica.

Indice Heat loss di Siple

Indice Heat loss di Court

Thermohygrothermic Index

Indice di temperatura equivalente

Formule per gli indici e invernali ed estivi

Indice Heat loss di Siple

$$HS = (10,45 + 10,00 \cdot \sqrt{(vm) - vm}) \cdot (33 - tc)$$

In cui:

tc = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°C]
vm = velocità del vento [m/s]

Range di validità

vm ≤ 30,00 m/s [vk ≤ 108,00 km/h] [vn ≤ 58,32 kn] [vs ≤ 67,11 mph]

Indice Heat loss di Court

$$HC = (9,00 + 10,90 \cdot \sqrt{(vm) - vm}) \cdot (33 - tc)$$

In cui:

tc = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°C]
vm = velocità del vento [m/s]

Range di validità

vm ≤ 30 m/s [vk ≤ 108 km/h] [vn ≤ 58,32 kn] [vs ≤ 67,11 mph]

Classificazione

Vale per: **Indice di Siple, Indice di Court**

HC < 75	Molto caldo.
75 ≤ HS < 150	Caldo.
150 ≤ HS < 300	Gradevole.
300 ≤ HS < 600	Fresco.
600 ≤ HS < 900	Freddo.
900 ≤ HS < 1200	Molto freddo.
1200 ≤ HS < 1700	I tessuti gelano.
1700 ≤ HS < 2300	I tessuti gelano in 60 secondi.
HS ≥ 2300	Intollerabile.

Thermohygrometric Index

$$TI = tc - (0,55 - 0,0055 \cdot U\%) \cdot (tc - 14,5)$$

In cui:

tc = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°C]
U% = Umidità relativa percentuale (gradi igrometrici) [U = Ur • 100]

Range di validità

tc ≤ 46,00 °C [tk ≤ 319,15 K] [tf ≤ 114,80 °F] [tr ≤ 574,47 °R] [te ≤ 36,80 °r]

Categorie

THI ≤ -40	Iperglaciale.
-40 < THI ≤ -20	Glaciale.
-20 < THI ≤ -10	Estremamente freddo.
-10 < THI ≤ -1.8	Molto freddo.
-1.8 < THI ≤ 13	Freddo.
13 < THI ≤ 15	Fresco.
15 < THI ≤ 20	Confortevole.
20 < THI ≤ 26.5	Caldo.
26.5 < THI ≤ 30	Molto caldo.
THI ≤ 30	Torrido.

Indice di temperatura equivalente

$$TEQ = tc + r \cdot (cv - 2,326 \cdot tc) / (cp + m \cdot cw)$$

In cui:

r = rapporto di mescolanza (rapporto fra la massa del vapor d'acqua e la massa dell'aria asciutta)

[g • kg⁻¹]

cv = calore latente di vaporizzazione dell'acqua

[597,5 kcal • kg⁻¹]

cp = calore specifico dell'aria secca a pressione costante

[0,24 kcal • °C • kg⁻¹]

cw = calore specifico dell'acqua

[1 kcal • °C • kg⁻¹]

Sapendo che: $r = 622 \cdot Pv / (Pa - Pv)$

$$Pv = 0,611 \cdot e^{(17,27 \cdot Tc / (237,3 + Tc))} \cdot Ur$$

[kPa]

$$cv = 606,5 - 0,695 \cdot tc$$

[kcal • kg⁻¹]

in cui: Ps = pressione parziale di saturazione

[kPa]

Pa = pressione atmosferica [101,325 kPa]

tc = temperatura del termometro (bulbo asciutto) [°C]

Range di validità

$$20,00 \text{ °C} \leq tc \leq 45,00 \text{ °C}$$

$$[293,15 \text{ K} \leq tk \leq 318,15 \text{ °F}] [68,00 \text{ °F} \leq tf \leq 113,00 \text{ °F}]$$

$$[527,67 \text{ °R} \leq tr \leq 572,67 \text{ °R}] [16,00 \text{ °r} \leq te \leq 36,00 \text{ °r}]$$

Classificazione

Teq ≤ 27	Fresco.
27 < Teq ≤ 34	Moderatamente fresco.
34 < Teq ≤ 47	Benessere.
47 < Teq ≤ 51	Leggermente afoso.
Teq > 51	Afoso.

Considerando una velocità del vento di: [3,60 km/h] [1,00 m/s] [1,94 kn] [2,24 mph]

Tabella: New Wind Chill

Vento km • h ⁻¹	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
t °C	Temperatura percepita dall'organismo															
+15	+15	+15	+14	+14	+13	+13	+13	+13	+12	+12	+12	+12	+12	+12	+12	+12
+14	+14	+13	+13	+12	+12	+12	+12	+11	+11	+11	+11	+11	+10	+10	+10	+10
+13	+13	+12	+12	+11	+11	+10	+10	+10	+10	+10	+9	+9	+9	+9	+9	+9
+12	+12	+11	+10	+10	+10	+9	+9	+9	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+7	+7
+11	+11	+10	+9	+9	+8	+8	+8	+7	+7	+7	+7	+6	+6	+6	+6	+6
+10	+10	+9	+8	+7	+7	+7	+6	+6	+6	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+4
+9	+9	+7	+7	+6	+6	+5	+5	+5	+4	+4	+4	+4	+3	+3	+3	+3
+8	+7	+6	+5	+5	+4	+4	+4	+3	+3	+3	+3	+2	+2	+2	+2	+2
+7	+6	+5	+4	+4	+3	+3	+2	+2	+2	+1	+1	+1	+1	+1	0	0
+6	+5	+4	+3	+2	+2	+1	+1	+1	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
+5	+4	+3	+2	+1	+1	0	0	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-3	-3
+4	+3	+1	+1	0	-1	-1	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4
+3	+2	0	-1	-1	-2	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-6
+2	+1	-1	-2	-3	-3	-4	-4	-5	-5	-5	-6	-6	-6	-7	-7	-7
+1	0	-2	-3	-4	-5	-5	-6	-6	-6	-7	-7	-7	-8	-8	-8	-8
0	-2	-3	-4	-5	-6	-6	-7	-7	-8	-8	-8	-9	-9	-9	-10	-10
-1	-3	-5	-6	-7	-7	-8	-8	-9	-9	-10	-10	-10	-10	-11	-11	-11
-2	-4	-6	-7	-8	-8	-9	-10	-10	-10	-11	-11	-12	-12	-12	-12	-13
-3	-5	-7	-8	-9	-10	-10	-11	-11	-12	-12	-13	-13	-13	-14	-14	-14
-4	-6	-8	-9	-10	-11	-12	-12	-13	-13	-14	-14	-14	-15	-15	-15	-15
-5	-7	-9	-11	-12	-12	-13	-14	-14	-15	-15	-15	-16	-16	-16	-17	-17
-6	-8	-10	-12	-13	-14	-14	-15	-15	-16	-16	-17	-17	-17	-18	-18	-18
-7	-10	-12	-13	-14	-15	-16	-16	-17	-17	-18	-18	-18	-19	-19	-19	-20
-8	-11	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-18	-19	-19	-19	-20	-20	-21	-21	-21
-9	-12	-14	-16	-17	-17	-18	-19	-19	-20	-20	-21	-21	-22	-22	-22	-23
-10	-13	-15	-17	-18	-19	-20	-20	-21	-21	-22	-22	-23	-23	-23	-24	-24
-11	-14	-16	-18	-19	-20	-21	-22	-22	-23	-23	-24	-24	-24	-25	-25	-25
-12	-15	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-23	-24	-24	-25	-25	-26	-26	-27	-27
-13	-16	-19	-20	-22	-23	-23	-24	-25	-25	-26	-26	-27	-27	-28	-28	-28
-14	-17	-20	-22	-23	-24	-25	-25	-26	-27	-27	-28	-28	-29	-29	-29	-30
-15	-19	-21	-23	-24	-25	-26	-27	-27	-28	-29	-29	-30	-30	-30	-31	-31
-16	-20	-22	-24	-25	-26	-27	-28	-29	-29	-30	-30	-31	-31	-32	-32	-33
-17	-21	-24	-25	-27	-28	-29	-29	-30	-31	-31	-32	-32	-33	-33	-34	-34
-18	-22	-25	-27	-28	-29	-30	-31	-31	-32	-33	-33	-34	-34	-35	-35	-35
-19	-23	-26	-28	-29	-30	-31	-32	-33	-33	-34	-35	-35	-36	-36	-36	-37
-20	-24	-27	-29	-30	-32	-33	-33	-34	-35	-35	-36	-36	-37	-37	-38	-38
-21	-25	-28	-30	-32	-33	-34	-35	-35	-36	-37	-37	-38	-38	-39	-39	-40
-22	-27	-30	-32	-33	-34	-35	-36	-37	-37	-38	-39	-39	-40	-40	-41	-41
-23	-28	-31	-33	-34	-35	-36	-37	-38	-39	-39	-40	-41	-41	-42	-42	-42
-24	-29	-32	-34	-36	-37	-38	-39	-39	-40	-41	-41	-42	-43	-43	-43	-44
-25	-30	-33	-35	-37	-38	-39	-40	-41	-42	-42	-43	-43	-44	-44	-45	-45
-26	-31	-34	-36	-38	-39	-40	-41	-42	-43	-44	-44	-45	-45	-46	-46	-47
-27	-32	-36	-38	-39	-41	-42	-43	-43	-44	-45	-46	-46	-47	-47	-48	-48
-28	-33	-37	-39	-41	-42	-43	-44	-45	-46	-46	-47	-48	-48	-49	-49	-50
-29	-34	-38	-40	-42	-43	-44	-45	-46	-47	-48	-48	-49	-50	-50	-51	-51
-30	-36	-39	-41	-43	-44	-46	-47	-48	-48	-49	-50	-50	-51	-51	-52	-52
-31	-37	-40	-43	-44	-46	-47	-48	-49	-50	-50	-51	-52	-52	-53	-53	-54
-32	-38	-42	-44	-46	-47	-48	-49	-50	-51	-52	-52	-53	-54	-54	-55	-55
-33	-39	-43	-45	-47	-48	-50	-51	-52	-52	-53	-54	-54	-55	-56	-56	-57
-34	-40	-44	-46	-48	-50	-51	-52	-53	-54	-54	-55	-56	-56	-57	-58	-58
-35	-41	-45	-48	-49	-51	-52	-53	-54	-55	-56	-57	-57	-58	-58	-59	-60
-36	-42	-46	-49	-51	-52	-53	-55	-56	-56	-57	-58	-59	-59	-60	-60	-60
-37	-44	-48	-50	-52	-53	-55	-56	-57	-58	-59	-59	-60	-61	-61	-62	-62
-38	-45	-49	-51	-53	-55	-56	-57	-58	-59	-60	-61	-61	-62	-63	-63	-64
-39	-46	-50	-53	-54	-56	-57	-59	-60	-60	-61	-62	-63	-63	-64	-65	-65
-40	-47	-51	-54	-56	-57	-59	-60	-61	-62	-63	-63	-64	-65	-65	-66	-67
-41	-48	-52	-55	-57	-59	-60	-61	-62	-63	-64	-65	-66	-66	-67	-67	-68
-42	-49	-53	-56	-58	-60	-61	-62	-64	-65	-65	-66	-67	-68	-68	-69	-69
-43	-50	-55	-57	-60	-61	-63	-64	-65	-66	-67	-68	-68	-69	-70	-70	-71

t > +10 °C	Nessun disagio
+10 °C ≥ t > -1 °C	Condizioni di lieve disagio
-1 °C ≥ t > -10 °C	Molto freddo
-10 °C ≥ t > -18 °C	Gelido
-18 °C ≥ t > -29 °C	Estremamente freddo
-29 °C ≥ t > -50 °C	Estremamente freddo
T ≤ -50 °C	Gelato

Tabella: New Summer Simmer Index

Umidità %	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
t °C	Temperatura percepita dall'organismo															
+19	+20	+20	+20	+20	+21	+21	+21	+21	+22	+22	+22	+22	+23	+23	+23	+23
+20	+21	+21	+22	+22	+22	+23	+23	+23	+23	+24	+24	+24	+24	+25	+25	+25
+21	+22	+22	+23	+23	+24	+24	+24	+25	+25	+25	+26	+26	+26	+27	+27	+27
+22	+23	+24	+24	+24	+25	+25	+26	+26	+27	+27	+27	+28	+28	+29	+29	+29
+23	+24	+25	+25	+26	+26	+27	+27	+28	+28	+29	+29	+30	+30	+30	+31	+31
+24	+26	+26	+27	+27	+28	+28	+29	+29	+30	+30	+31	+31	+32	+32	+33	+33
+25	+27	+27	+28	+28	+29	+30	+30	+31	+31	+32	+32	+33	+34	+34	+35	+35
+26	+28	+29	+29	+30	+30	+31	+32	+32	+33	+34	+34	+35	+35	+36	+37	+37
+27	+29	+30	+30	+31	+32	+32	+33	+34	+35	+35	+36	+37	+37	+38	+39	+39
+28	+30	+31	+32	+32	+33	+34	+35	+35	+36	+37	+38	+38	+39	+40	+41	+41
+29	+31	+32	+33	+34	+35	+35	+36	+37	+38	+39	+39	+40	+41	+42	+42	+43
+30	+33	+33	+34	+35	+36	+37	+38	+38	+39	+40	+41	+42	+43	+44	+44	+45
+31	+34	+35	+36	+36	+37	+38	+39	+40	+41	+42	+43	+44	+45	+45	+46	+47
+32	+35	+36	+37	+38	+39	+40	+41	+42	+43	+43	+44	+45	+46	+47	+48	+49
+33	+36	+37	+38	+39	+40	+41	+42	+43	+44	+45	+46	+47	+48	+49	+50	+51
+34	+37	+38	+39	+40	+41	+43	+44	+45	+46	+47	+48	+49	+50	+51	+52	+53
+35	+38	+39	+41	+42	+43	+44	+45	+46	+47	+48	+50	+51	+52	+53	+54	+55
+36	+40	+41	+42	+43	+44	+45	+47	+48	+49	+50	+51	+52	+54	+55	+56	+57
+37	+41	+42	+43	+44	+46	+47	+48	+49	+51	+52	+53	+54	+55	+57	+58	+59
+38	+42	+43	+44	+46	+47	+48	+50	+51	+52	+53	+55	+56	+57	+59	+60	+61
+39	+43	+44	+46	+47	+48	+50	+51	+52	+54	+55	+56	+58	+59	+60	+62	+63
+40	+44	+46	+47	+48	+50	+51	+53	+54	+55	+57	+58	+59	+61	+62	+64	+65
+41	+45	+47	+48	+50	+51	+53	+54	+55	+57	+58	+60	+61	+63	+64	+66	+67
+42	+47	+48	+50	+51	+53	+54	+56	+57	+59	+60	+62	+63	+65	+66	+68	+69
+43	+48	+49	+51	+52	+54	+55	+57	+59	+60	+62	+63	+65	+66	+68	+69	+71
+44	+49	+50	+52	+54	+55	+57	+58	+60	+62	+63	+65	+67	+68	+70	+71	+73
+45	+50	+52	+53	+55	+57	+58	+60	+62	+63	+65	+67	+68	+70	+72	+73	+75
+46	+51	+53	+55	+56	+58	+60	+61	+63	+65	+67	+68	+70	+72	+73	+75	+77
+47	+52	+54	+56	+58	+59	+61	+63	+65	+67	+68	+70	+72	+74	+75	+77	+79
+48	+53	+55	+57	+59	+61	+63	+64	+66	+68	+70	+72	+74	+75	+77	+79	+81
+49	+55	+57	+58	+60	+62	+64	+66	+68	+70	+72	+73	+75	+77	+79	+81	+83
+50	+56	+58	+60	+62	+64	+65	+67	+69	+71	+73	+75	+77	+79	+81	+83	+85

Ih < 27	tutti sono a proprio agio
27 ≤ Ih < 30	poche persone percepiscono un disagio limitato
30 ≤ Ih < 35	sensazione di malessere; limitare le attività fisiche
35 ≤ Ih < 40	intenso malessere; sospendere le attività fisiche gravose
40 ≤ Ih < 46	forte malessere generalizzato; evitare gli sforzi
46 ≤ Ih < 54	pericolo grave; sospendere tutte le attività fisiche
Ih ≥ 54	Pericolo di morte; colpo di calore imminente

Appendici

Scala Beaufort

		Velocità del vento				Denominazione
		km / h	m / s	nodi	mph	Descrizione
0		< 1	< 0,2	< 1	< 1	Calma (calm): <i>Il fumo ascende verticalmente; il mare è uno specchio</i>
1		1 ÷ 5	0,3 ÷ 1,5	1 ÷ 3	1 ÷ 3	Bava di vento (light air): <i>Il vento devia il fumo, la banderuola resta ferma; increspature d'acqua</i>
2		6 ÷ 11	1,6 ÷ 3,3	4 ÷ 6	4 ÷ 7	Brezza leggera (light breeze): <i>Le foglie stormiscono, la banderuola si muove; onde piccole ma evidenti</i>
3		12 ÷ 19	3,4 ÷ 5,4	7 ÷ 10	8 ÷ 12	Brezza tesa (gentle breeze): <i>Le lenzuola ondeggiavano, il vento tende la banderuola</i>
4		20 ÷ 28	5,5 ÷ 7,9	11 ÷ 16	13 ÷ 18	Vento moderato (moderate breeze): <i>Il vento solleva i fogli di carta, si muovono i rami più sottili</i>
5		29 ÷ 38	8,0 ÷ 10,7	17 ÷ 21	19 ÷ 24	Vento teso (fresh breeze): <i>I piccoli alberelli si agitano ed iniziano ad oscillare</i>
6		39 ÷ 49	10,8 ÷ 13,8	22 ÷ 27	25 ÷ 31	Vento fresco (strong breeze): <i>Si muovono i grossi rami, è difficile usare l'ombrello</i>
7		50 ÷ 61	13,9 ÷ 17,1	28 ÷ 33	32 ÷ 38	Vento forte (near gale): <i>I grossi alberi si muovono, è difficile camminare controvento</i>
8		62 ÷ 74	17,2 ÷ 20,7	34 ÷ 40	39 ÷ 46	Burrasca (gale): <i>I rami degli alberi si rompono, è molto difficile camminare all'aperto</i>
9		75 ÷ 88	20,8 ÷ 24,4	41 ÷ 47	47 ÷ 55	Burrasca forte (strong gale): <i>Lievi danni ai fabbricati: si staccano tegole e comignoli</i>
10		89 ÷ 102	24,5 ÷ 28,4	48 ÷ 55	56 ÷ 64	Tempesta (storm): <i>Sradica i piccoli alberi, sensibili danni ai fabbricati</i>
11		103 ÷ 117	28,5 ÷ 32,6	56 ÷ 63	65 ÷ 73	Fortunale (violent storm): <i>Sradica i grandi alberi, danni gravi ai fabbricati</i>
12		> 118	> 32,7	> 64	> 74	Uragano (hurricane): <i>Danni ingentissimi generalizzati</i>

Rosa dei venti

Nord	<i>tramontana</i>
Nord-Est	<i>greco o grecale</i>
Est	<i>levante</i>
Sud-Est	<i>scirocco</i>
Sud	<i>mezzogiorno o ostro</i>
Sud-Ovest	<i>libeccio o garbin</i>
Ovest	<i>ponente o esero</i>
Nord-Ovest	<i>maestrale o maestro</i>

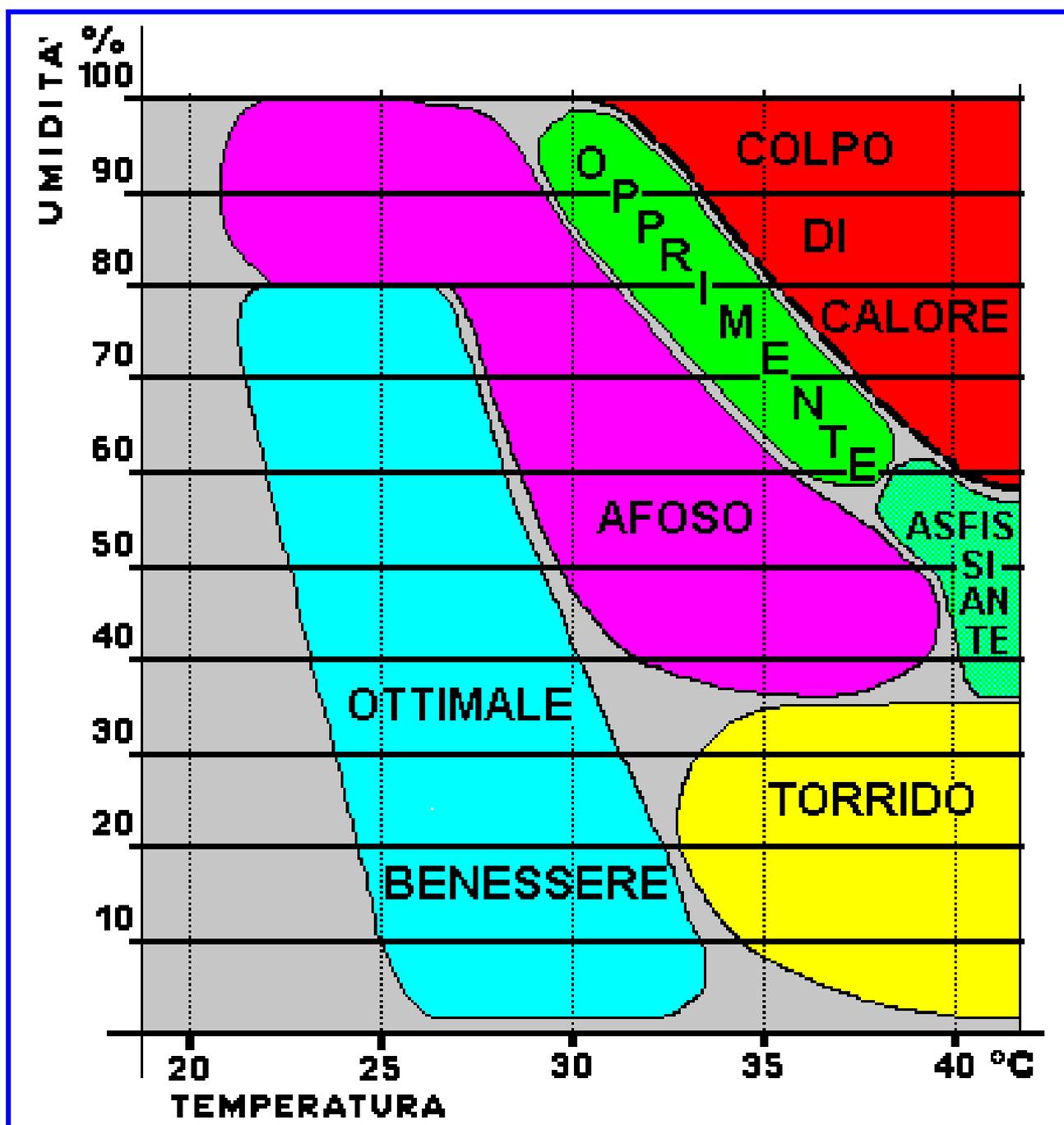


Appendice B

Schema sintetico dei valori degli Indici bioclimatici estivi

Ma tutte quelle formule forse, invece di chiarire il problema, altro non producono, almeno fra i non esperti, che una frustrante confusione.

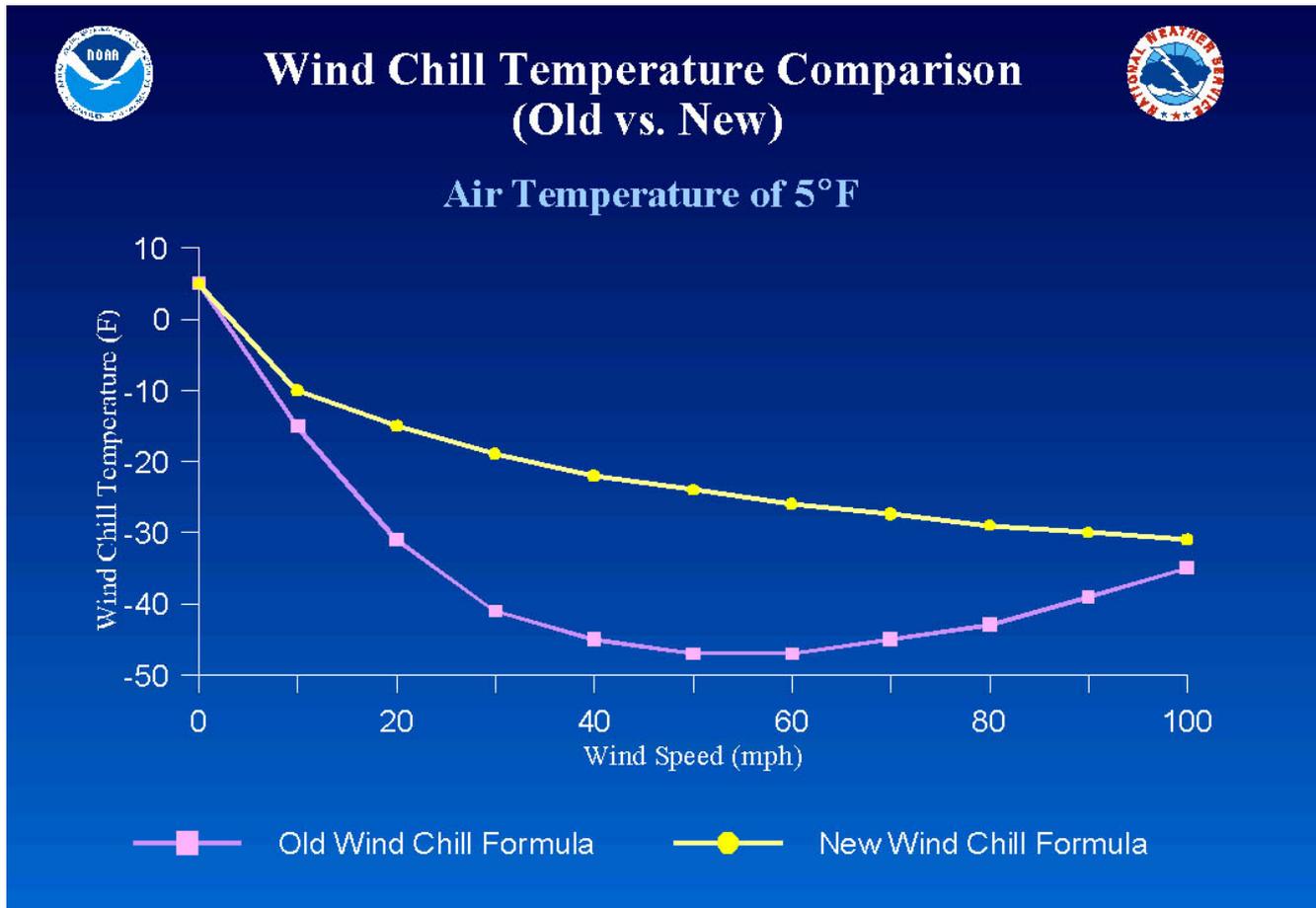
Per quanto riguarda gli indici bioclimatici estivi, possiamo riepilogare i risultati con un diagramma di più immediata interpretazione.



Confronto fra Indici bioclimatici invernali

Abbiamo affermato che, per quanto riguarda gli indici bioclimatici invernali, il più attendibile è certamente il **New Wind Chill**, ma abbiamo anche presentato altri indici, fra i quali anche il **Wind Chill**, quest'ultimo qui chiamato **Old Wind Chill**.

Nello schema sottostante si possono rilevare le differenze dei valori ottenuti con le due diverse formule.



Da notare che, in questo diagramma, le temperature sono espresse in **gradi Fahrenheit** e le velocità del vento sono espresse in **nodi**.

Per non farvi ritornare alla pagina 3, riportiamo anche qui le formule di conversione per passare sia dai **gradi Fahrenheit** ai **gradi Celsius** sia dai **nodi** ai **metri al secondo**.

$$[^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \cdot 5 / 9]$$

$$[\text{m}/\text{s} = \text{mph} \cdot 0,447\ 040\ 000]$$

Pertanto i valori delle ascisse (temperature dell'aria) diverranno:

(-50 → -45,56), (-40 → -40,00), (-30 → -34,44), (-20 → -28,89), (-10 → -23,33),
(0 → -17,78), (10 → -12,22)

Parimenti i valori delle ordinate (velocità del vento) diverranno:

(0 → 0), (20, 8,94), (40 → 17,88), (60 → 26,82), (80 → 35,76), (100, 44,70)

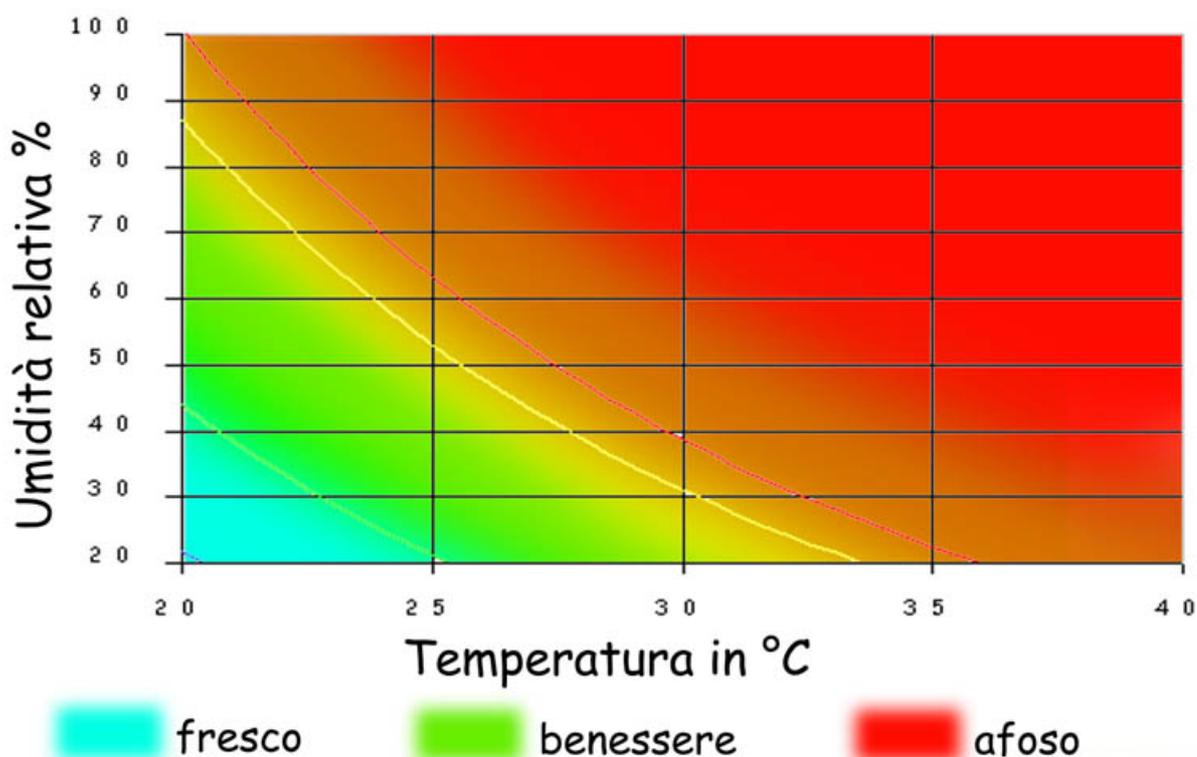
Appendice D

diagramma

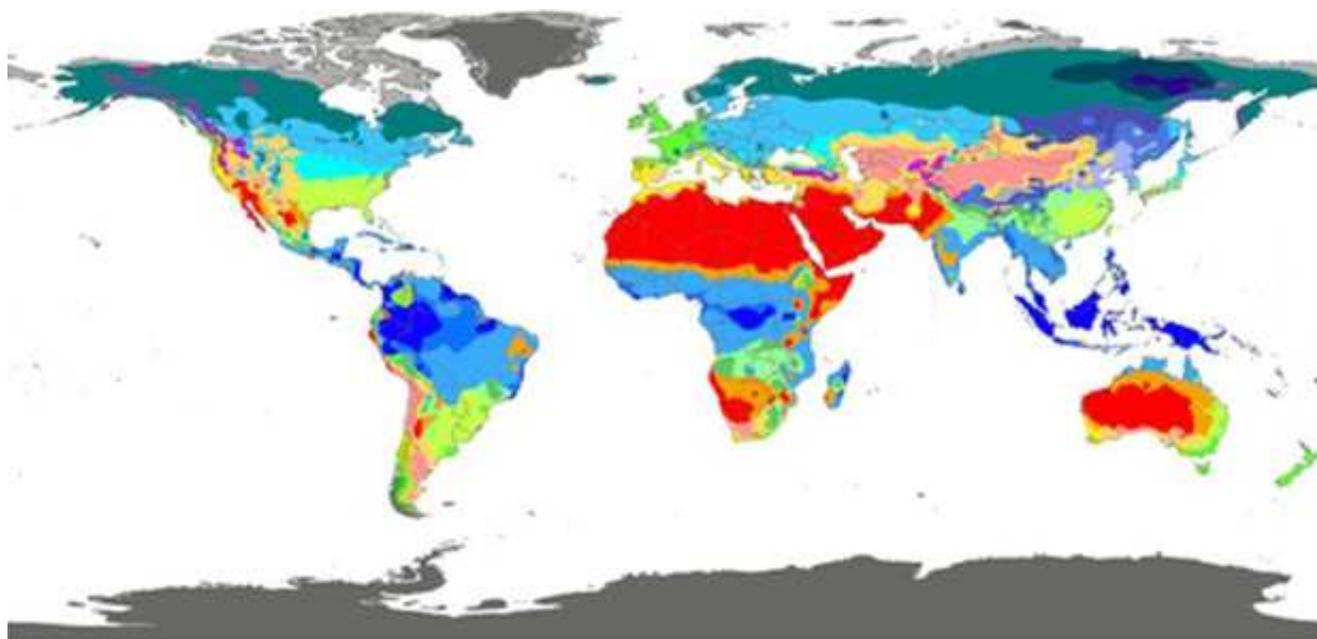
Indice bioclimatico invernale - estivo

Abbiamo affermato che, per quanto riguarda gli indici bioclimatici invernali, il più attendibile è certamente il **New Wind Chill**, ma abbiamo anche presentato altri indici, fra i quali anche il **Wind Chill**, quest'ultimo qui chiamato **Old Wind Chil**.

INDICE DI TEMPERATURA EQUIVALENTE



Classificazione climatica mondiale secondo il sistema Köppen-Geiger



AF	BWh	Csa	Cwa	Cfa	Dsa	Dwa	Dfa	ET
Am	BWk	Csb	Cwb	Cfb	Dsb	Dwb	Dfb	EF
Aw	BSh	Csc	Cwc	Cfc	Dsc	Dwc	Dfc	
BSk					Dsd	Dwd	Dfd	

Sei **gruppi principali** sono contraddistinti da lettere maiuscole. I gruppi **A**, **C** e **D** hanno calore e precipitazioni sufficienti da permettere la crescita di alberi d'alto fusto (vegetazione forestale e boschiva).

A: *Climi tropicali umidi:* La temperatura media di tutti i mesi è superiore a 18 °C. Questi climi non hanno una stagione invernale. Le precipitazioni annue sono abbondanti e superano l'evaporazione annua. Occupano quasi tutte le aree emerse comprese tra i 15° - 20° di latitudine N e i 15° - 20° di latitudine S. Il sole è alto nel cielo ogni giorno dell'anno e anche la lunghezza delle giornate non varia in modo significativo da una stagione all'altra.

B: *Climi aridi:* Sono gli unici ad essere determinati, oltre che dalle temperature, anche dai valori di precipitazione. L'evaporazione potenziale supera in media le precipitazioni nel corso di tutto l'anno. Non c'è eccedenza idrica, per cui nelle zone dei climi B non prendono origine corsi d'acqua a carattere permanente. Si estendono su circa il 30% delle terre emerse, un'area più vasta di quelle delle altre zone climatiche. Sono generalmente il risultato della mancanza di sollevamento d'aria piuttosto che dell'assenza d'acqua. Le maggiori estensioni aride si trovano alle latitudini subtropicali.

C: *Climi temperati delle medie latitudini:* Il mese più freddo ha una temperatura media inferiore a 18 °C ma superiore a -3 °C; almeno un mese ha una temperatura media superiore a 10 °C. Pertanto i climi C hanno sia una stagione estiva che una invernale.

D: *Climi freddi delle medie latitudini:* Il mese più freddo ha una temperatura inferiore a -3 °C. La temperatura media del mese più caldo è superiore a 10 °C; la corrispondente isoterma coincide approssimativamente con il limite polare della foresta.

E: *Climi polari:* La temperatura media del mese più caldo è inferiore a 10 °C. Questi climi non hanno una vera estate.

H: *Climi di altitudine:* Generalmente più freddi e più piovosi in funzione dell'altitudine.

I **sottogruppi**, nell'ambito dei **gruppi principali**, sono designati da una seconda lettera, in base al codice:

S: *Clima della steppa:* È un clima semiarido, con circa 380-760 mm di precipitazione annue alle basse latitudini. I limiti esatti della piovosità sono determinati da una formula che tiene conto della temperatura.

W: *Clima desertico:* È un clima arido. La maggior parte delle regioni che vi sono comprese ha meno di 250 mm di piovosità annua. Il limite esatto rispetto al clima della steppa è determinato per mezzo di una formula (le lettere S e W si applicano soltanto ai climi aridi B, dando luogo alle due combinazioni BS e BW).

f: *Umido:* Precipitazioni abbondanti in tutti i mesi. Manca una stagione asciutta. Questo termine di modificazione si applica ai gruppi A, C e D.

w: Stagione asciutta nell'inverno del rispettivo emisfero (stagione a sole basso).

S: Stagione asciutta nell'estate del rispettivo emisfero (stagione a sole alto).

m: Clima della foresta pluviale, eccettuata una breve stagione asciutta nel regime delle precipitazioni di tipo monsonico. Si applica soltanto ai climi A.

Le combinazioni dei due gruppi di lettere risultano:

Af: Clima tropicale della foresta pluviale. Caratterizzato da piogge abbondanti ogni mese (sempre superiori ai 60mm). Rientrano in questa categoria il clima equatoriale ed il clima costiero degli Alisei.

Am: Clima tropicale monsonico, con una stagione asciutta ben definita e una stagione umida molto piovosa.

Aw: Clima tropicale della savana, con una stagione arida più lunga e una stagione delle piogge ben definita. Caratterizza alcune regioni poste fra le fasce desertiche tropicali e l'equatore.

BS: Clima della steppa.

BW: Clima desertico. Ancora suddiviso tra BWh e BWk.

BWh: Comprende il clima dei deserti tropicali, che corrispondono alle celle di alte pressioni continentali che sovrastano gran parte delle terre emerse tra i 15° e i 35° di latitudine. Fra esse vi sono i vasti deserti boreali (Sahara, Arabico-siriano, dell'Iran orientale e del Thar, come anche il deserto di Sonora nordamericano); nell'emisfero australe, deserti di questo tipo sono il Kalahari e il grande deserto interno dell'Australia.

Cw: Clima temperato umido con inverno asciutto.

Cf: Clima temperato umido in tutte le stagioni.

Cs: Clima temperato umido con estate asciutta.

Df: Clima boreale delle foreste, umido in tutte le stagioni.

ET: Clima della tundra.

EF: Climi del gelo perenne (calotte glaciali).

Per differenziare ancora di più le variazioni di temperatura o di altri elementi, Köppen aggiunse una terza lettera al codice, con significato:

Per differenziare ancora di più le variazioni di temperatura o di altri elementi, Köppen aggiunse una terza lettera al codice, con significato:

a: Con estate molto calda; il mese più caldo è superiore a 22 °C (climi C e D).

b: Con estate calda; il mese più caldo è inferiore a 22 °C (climi C e D).

c: Con estate fresca e breve; meno di 4 mesi al di sopra di 10 °C (climi C e D).

d: Con inverno molto freddo; il mese più freddo inferiore a -38 °C (soltanto i climi D).

h: Caldo-asciutto; temperatura media annua al di sopra di 18 °C (soltanto i climi B).

k: Freddo-asciutto; temperatura media annua al di sotto di 18 °C (soltanto i climi B).

V · D · M	Tipi di clima secondo la	[nascondi]
classificazione dei climi di Köppen		
Classe A (Climi tropicali)	Equatoriale · Monsonico · Savana	
Classe B (Climi aridi)	Desertico · Steppico	
Classe C (Climi temperati)	Sinico · Subtropicale Umido · Mediterraneo · Temperato Umido	
Classe D (Climi boreali)	Foreste · Transiberiano	
Classe E (Climi nivali)	Tundra · Glaciale	

La **classificazione dei climi di Köppen** è la più usata tra le classificazioni climatiche a scopi geografici. Venne proposta per la prima volta nel 1918 dal climatologo tedesco **Wladimir Köppen** (1846 – 1940); fu poi perfezionata più volte, sino alla sua edizione definitiva del 1936.

Il clima in Italia



-  Clima freddo glaciale
-  Clima freddo
-  Clima temperato freddo
-  Clima temperato fresco
-  Clima temperato subcontinentale
-  Clima temperato sublitoraneo
-  Clima temperato caldo
-  Clima temperato subtropicale

24

L'Italia vista dal satellite



Appendice G

Carta climatica d'Italia



Carta dei climi d'Italia secondo [Mario Pinna](#)
 Climi temperati (ricadono nel tipo C di Köppen
 ma seguono una classificazione diversa)

- subtropicale
- temperato caldo
- sublitoraneo
- subcontinentale
- temperato fresco
- Clima temperato-freddo (tipo D di Köppen)
- temperato freddo
- Climi freddi (tipo E di Köppen)
- freddo
- glaciale

Carta della nuvolosità



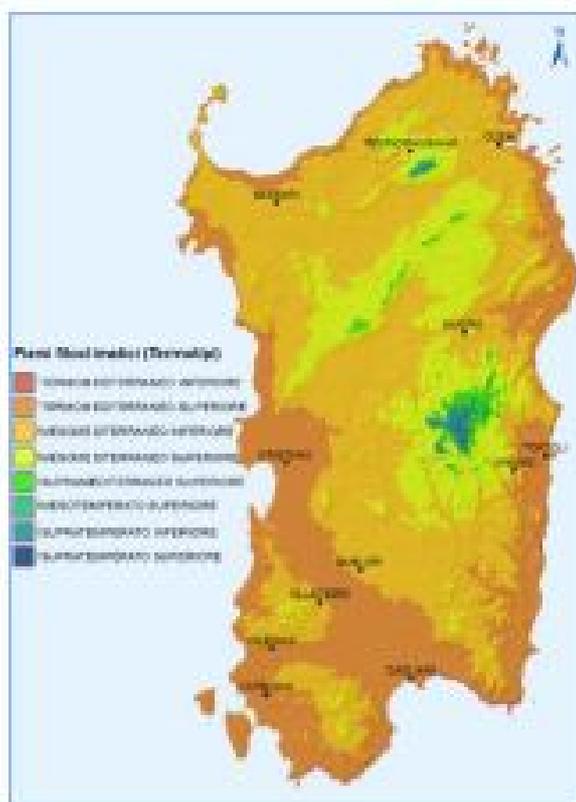
Carta della nuvolosità media annua in Italia (in Okta)

- < 2.750 okta
- 2.750 - 3.000 okta
- 3.000 - 3.250 okta
- 3.250 - 3.500 okta
- 3.500 - 3.750 okta
- 3.750 - 4.000 okta
- 4.000 - 4.250 okta
- 4.250 - 4.500 okta
- > 4.500 okta

Indici bioclimatici Sardegna



Macrobioclima



Piani fitoclimatici



Ciclo ombrotermico



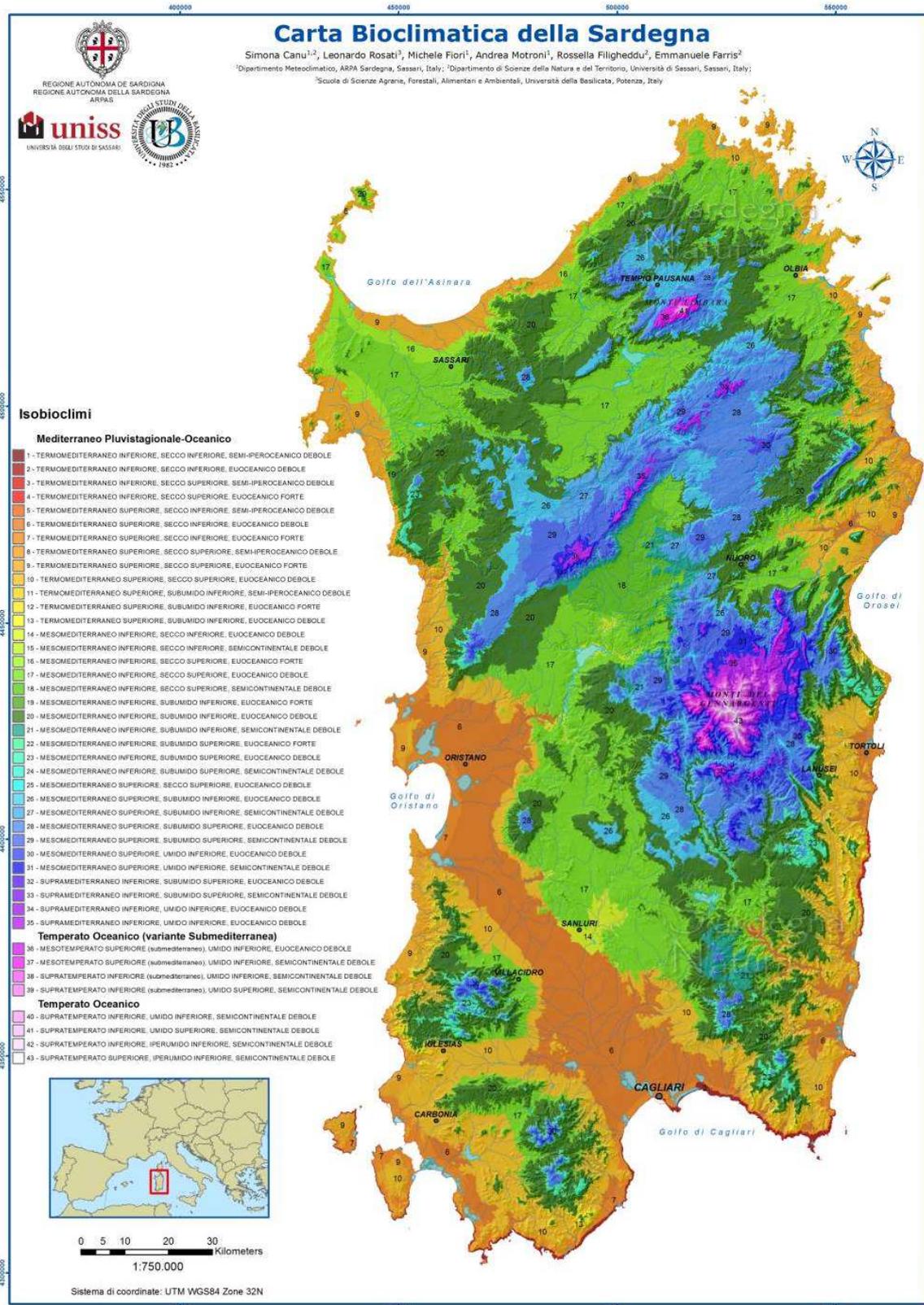
Indice di continentalità

Precisazioni

La **bioclimatologia** è l'analisi teorica e la ricerca sperimentale dei rapporti che intercorrono, in periodi di tempo piuttosto lunghi, tra gli eventi atmosferici e gli organismi viventi, sia nel loro ambiente che altrove, per studiarne il maggior numero di effetti, sotto l'aspetto fisico, fisiologico, preventivo e terapeutico.

Il **macrobioclima** è la *bioclimatologia* riferita ad una vasta superficie terrestre.

Carta bioclimatica Sardegna



Isobioclimi

Conclusioni

Note e riflessioni

Lo sviluppo e l'individuazione sia di procedure sia di algoritmi finalizzati a comprendere e caratterizzare le complesse dinamiche con cui si combinano le sinergie sia della temperatura sia dell'umidità relativa sia del vento, permettono di comprendere al meglio le condizioni o di benessere o di disagio fisiologico nelle situazioni sia di freddo sia di caldo.

Le informazioni fornite dagli **Indici biometeorologici** potrebbero essere utilizzate non solo per prevedere le conseguenze sul corpo umano di condizioni meteorologiche particolarmente avverse, ma anche per prevedere gli effetti che condizioni climatiche difficili possono avere su soggetti o più deboli o più sensibili come sia anziani sia bambini sia individui che possiedono particolari patologie.

Indice analitico

Paragrafi	pagina
Prefazione	02
<i>Conversione fra unità di misura</i>	
Corrispondenza delle temperature fra le scale termometriche usate	03
Corrispondenza delle velocità fra le scale considerate	03
<i>Indici invernali</i>	
Introduzione	04
<i>Formule per gli Indici invernali</i>	
Formule di Siple	05
Formule di Court	05
Formula di Siple e Passel (1)	05
Formula di Siple e Passel (2)	06
Formula di Steadman	06
Wind Chill SW	06
Wind Chill (GB)	06
Wind Chill	06
New Wind Chill (GB)	06
New Wind Chill (il più attendibile)	07
Indice di Siple	07
Indice di Court	07
Indice di Scharlau (Invernale)	07
<i>Indici estivi</i>	
Introduzione	08
<i>Formule per gli Indici estivi</i>	
Indice HUMIDEX	09
Heat Index	09
New Heat Index	09
New Summer Simmer Index (il più attendibile)	10
Indice di Scharlau (Estivo)	10
Indice di Thom	11
Indice di Tensione relativa	11
<i>Indici invernali ed estivi</i>	
Introduzione	12
<i>Formule per gli indici Invernali ed Estivi</i>	
Indice di Siple	13
Indice di Court	13
Thermohygrometric Index TI	13
Indice di temperature equivalente	14
Tabella: New Wind Chill:	15
Tabella: New Summer Simmer Index:	16
<i>Appendici</i>	
Appendice «A»: Scala Beaudort	18
Appendice «B»: Schema sintetico dei valori degli Indici bioclimatici estivi	19
Appendice «C»: Confronto fra Indici bioclimatici invernali	20

	33
<i>Appendice «D»:</i>	21
Diagramma indice bioclimatico invernale – estivo	21
<i>Appendice «E»:</i>	22
Classificazione climatica mondiale secondo il sistema Köpper-Geiger	22
<i>Appendice «F»:</i>	24
Il clima in Italia	24
L'Italia vista dal satellite	24
<i>Appendice «G»:</i>	25
Carta climatica d'Italia	25
Carta della nuvolosità	25
<i>Appendice «H»:</i>	26
Indici bioclimatici Sardegna	26
Precisazioni	27
<i>Appendice «I»:</i>	28
Carta bioclimatica Sardegna	28
	Conclusioni
Note e riflessioni	30
Indice analitico:	31