

TRABAJO ESPECIAL

PROCEDIMIENTO PARA LA
DETERMINACION DE ZONAS DE
"CONFORT" EN CLIMAS TROPICALES.

PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
POR LAS BRS:

APARCEDO L, YUMELY DEL V.

MARTINEZ S, GLADYS M.

PARA OPTAR A LOS TITULOS DE

INGENIERO MECANICO E

INGENIERO HIDROMETEOROLOGISTA

RESPECTIVAMENTE.

CARACAS, MARZO 1.993.



TPS
00711

TRABAJO ESPECIAL

PROCEDIMIENTO PARA LA
DETERMINACION DE ZONAS DE
"CONFORT" EN CLIMAS TROPICALES.

PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
POR LAS BRS:
APARCEDO L, YUMELY DEL V.
MARTINEZ S, GLADYS M.
PARA OPTAR A LOS TITULOS DE
INGENIERO MECANICO E
INGENIERO HIDROMETEOROLOGISTA
RESPECTIVAMENTE.

CARACAS, MARZO 1.993.

TRABAJO ESPECIAL

PROCEDIMIENTO PARA LA
DETERMINACION DE ZONAS DE
"CONFORT" EN CLIMAS TROPICALES.

PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
POR LAS BRS:

APARCEDO L, YUMELY DEL V.

MARTINEZ S, GLADYS M.

PARA OPTAR A LOS TITULOS DE

INGENIERO MECANICO E

INGENIERO HIDROMETEOROLOGISTA

RESPECTIVAMENTE.

PROFESORES TUTORES:

COHEN, MIGUEL.

HERNANDEZ, NELSON.

SEGURA, JULIO.

CARACAS, MARZO 1.993.

ACTA

El día _____ se reunió el jurado formado por los profesores:

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE ZONAS DE "CONFORT" EN CLIMAS TROPICALES.

Una vez oída la defensa oral que la Bachiller APARCEDO, Yumely hizo de su Trabajo Especial, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRE	CALIFICACION	
	Número	Letras

Una vez oída la defensa oral que la Bachiller MARTINEZ, Gladys hizo de su Trabajo Especial, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRE	CALIFICACION	
	Número	Letras

RECOMENDACIONES (si las hubiera): _____

FIRMAS DEL JURADO

Caracas, _____ de _____ de 1.993.

*APARCEDO L, Yumely Del V y **MARTINEZ S, Gladys M.

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE ZONAS DE "CONFORT"
EN CLIMAS TROPICALES.

Tutores: *COHEN, Miguel, **HERNANDEZ, Nelson y *SEGURA, Julio.
Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. **Escuela de
Ingeniería Hidrometeorológica y *Escuela de Ingeniería Mecánica,
1.993. pág. 247.

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo establecer un procedimiento para determinar zonas de "confort" en el trópico. Entre los puntos escogidos para realizar el presente estudio, se encuentran las variables climatológicas presentes en la región, tomando las más significativas, según las cuales, y considerando la sensación de las personas, se tiene que el índice de Temperatura Efectiva, es el más representativo de las condiciones de "confort" en climas tropicales.

Posteriormente fue definida una zona de "confort" en base a la teoría planteada por Path Wakely, y en vista de que la sensación de bienestar implica un conjunto de factores psicológicos y fisiológicos se estableció un procedimiento para la medición de las variables presentes en el interior de un recinto, además de considerar la relación existente entre las condiciones imperantes y las zonas de "confort", a través de lo cual pueden determinarse los periodos críticos.

DEDICATORIA.

A mí Madre,... por su apoyo
incondicional.

YUMELY.

A mí Abuela Carmen Delia.

GLADYS.

AGRADECIMIENTO.

Expresamos nuestro agradecimiento a los Profesores Tutores y en especial al Ingeniero Julio Segura que hicieron posible el desarrollo de un trabajo interdisciplinario entre el Departamento de Hidrometeorología y la Escuela de Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela.

CONTENIDO.

	pág.
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1 .- RESEÑA HISTORICA.....	5
CAPITULO 2 .- BALANCE TERMICO DEL CUERPO HUMANO.....	14
CAPITULO 3 .- "CONFORT".....	20
CAPITULO 4 .- INDICES DE "CONFORT".....	26
4.1 .- Indices Directos.....	26
4.1.1 .- Temperatura de bulbo seco.....	27
4.1.2 .- Temperatura de bulbo húmedo.....	29
4.1.3 .- Temperatura de punto de rocío.....	30
4.1.4 .- Movimiento del aire.....	31
4.1.5 .- Humedad relativa.....	35
4.1.6 .- Catatemperatura.....	40
4.2 .- Indices Derivados Racionalmente.....	42
4.2.1 .- Temperatura media radiante.....	42
4.2.2 .- Temperatura operativa.....	44
4.2.3 .- Temperatura húmeda operativa.....	47
4.2.4 .- Indice de "stress" térmico.....	49
4.2.4.1 .- Modificaciones del índice de "stress" térmico.....	51

4.2.5 .-	Entalpía del aire.....	55
4.2.6 .-	Índice de piel húmeda.....	56
4.2.7 .-	Temperatura cutánea o de la piel.....	57
4.3 .-	Índices Empíricos.....	60
4.3.1 .-	Temperatura efectiva.....	60
4.3.2 .-	Temperatura efectiva corregida.....	64
4.3.3 .-	Índice de temperatura equivalente.....	67
4.3.3.1 .-	Modificaciones del índice de temperatura equivalente.....	71
4.3.4 .-	Índice de "discomfort".....	73
4.3.5 .-	Predicción de las 4 horas de la tasa de sudoración.....	76
4.3.6 .-	Índice de temperatura y humedad.....	77
4.3.7 .-	Temperatura de globo o índice de radiación efectiva.....	79
4.3.8 .-	Índice de temperatura, humedad y viento.....	80
4.3.9 .-	Índice de "comfort" y salud.....	81
4.3.10.-	Índice de sensación térmica.....	84
4.3.10.1.-	Modificaciones del índice de sensación térmica.....	85
4.3.11.-	Voto medio pronosticado.....	87
4.3.12.-	Predicción del porcentaje de incomodidad.....	89
4.3.13.-	Índice de Yaglou.....	91
4.3.13.1 .-	Modificaciones del índice de Yaglou.....	93

CAPITULO 5 .- INSTRUMENTACION.....	97
5.1 Instrumentos para la Medición de Temperatura.....	98
5.1.1 .- Termómetro de bulbo seco o normal.....	98
5.1.2 .- Termómetro de bulbo húmedo.....	101
5.1.3 .- Termómetro de globo.....	103
5.1.4 .- Otros aparatos termométricos.....	104
5.1.4.1 .- Termocupla.....	105
5.1.4.2 .- Termómetro de resistencia.....	105
5.2 .- Instrumentos para la Medición de la Velocidad del Aire.....	105
5.2.1 .- Catatermómetro.....	106
5.2.2 .- Anemómetro de aletas deflectoras.....	108
5.2.3 .- Anemómetro de hilo caliente.....	109
5.3 .- Instrumentos para la Medición de la Humedad Relativa.....	110
5.3.1 .- Higrómetro de cabello.....	110
5.3.2 .- Psicrómetros.....	112
5.3.2.1 .- Psicrómetro de rotación o giratorio.....	113
5.3.2.2 .- Psicrómetro con ventilación.....	115
5.3.2.3 .- Psicrómetro sin ventilación o de August.....	117
5.3.3 .- Carta psicrométrica.....	117
5.4 .- Instrumentos para la Medición de la Radiación.....	119
5.4.1 .- Actinógrafo.....	119
5.4.2 .- Pirómetro o piro de radiaciones.....	122
5.4.3 .- Radiómetro.....	122

5.5	.- Instrumentación Especial.....	122
5.5.1	.- Medidor de "confort".....	124
5.5.2	.-"Confortímetro".....	125
CAPITULO 6	.- CARACTERISTICAS DEL TROPICO.....	126
6.1	.- Ubicación geográfica.....	126
6.2	.- Características climáticas.....	127
6.2.1	.- Radiación solar.....	127
6.2.2	.- Temperatura del aire.....	127
6.2.3	.- humedad	128
6.2.4	.- Nubosidad.....	129
6.2.5	.- Precipitación.....	130
6.2.6	.- Presión:.....	130
6.2.7	.- Viento.....	131
6.2.8	.- Insolación.....	132
6.2.9	.- Evaporación.....	133
CAPITULO 7	.- INDICES APLICABLES AL TROPICO.....	135
7.1	.- Criterios de Selección según Elementos Climáticos.....	135
7.2	.- Criterios de selección según su definición.....	139
CAPITULO 8	.- PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA ZONA DE "CONFORT" SEGUN LA TEMPERATURA EFECTIVA CORREGIDA.....	141
8.1	.- Medición de Variables.....	144
8.1.1	.- Variables exteriores.....	145

8.1.2 .-	Variables interiores.....	146
8.1.2.1 .-	Procedimiento para las mediciones.....	147
8.2 .-	Establecimiento de las Condiciones Imperantes.....	155
8.2.1 .-	Condiciones exteriores.....	155
8.2.2 .-	Condiciones interiores.....	162
8.3 .-	Determinación de las Zonas de "Confort".....	165
8.3.1 .-	Zona de "confort" según ASHRAE.....	165
8.3.2 .-	Zona de "confort" según Wakely.....	167
8.3.2.1 .-	Estimación de la zona de "confort" de Wakely...168	
8.3.3 .-	Comparación entre las zonas de "confort".....	173
8.3.4 .-	Modificación de la zona de "confort" de Wakely.....	174
8.4 .-	Relación entre la Zona de "Confort" y las condiciones imperantes.....	180
8.5 .-	Evaluación de la Sensación de "Confort" del Grupo.....	183

CAPITULO 9.- APLICACION PRACTICA DEL PROCEDIMIENTO PLANTEADO.....	189
CONCLUSIONES.....	213
RECOMENDACIONES.....	215
INDICE DE FIGURAS.....	218
INDICE DE TABLAS.....	221
BIBLIOGRAFIA.....	223
APENDICE.....	228

INTRODUCCION.

Para examinar el clima de una región se deben conocer un conjunto de variables entre las que se mencionan, a manera de ejemplo la temperatura, la humedad, la velocidad del aire, además de la radiación solar de cuya unión se definen las condiciones climáticas de una región en particular. El trópico, que representa el punto de interés de esta investigación, se caracteriza por tener los niveles más altos de radiación solar registrados en todo el planeta, así como elevadas temperaturas y una gran humedad que la diferencian de cualquier otra parte del mundo.

Las características climáticas por sí solas, no permiten definir los niveles más apropiados para el bienestar humano, por lo que a su vez es importante conocer aspectos propios de cada individuo como son: la vestimenta, la actividad, la edad y el sexo para de esta manera poder establecer las llamadas condiciones de bienestar o "confort".

La determinación de las condiciones donde la mayoría de las personas pueden sentirse cómodas es lo que se define como zona de "confort" y es de vital interés para la sociedad ya que

permite, entre otras cosas, hacer una planificación conveniente de los horarios y actividades a llevarse a cabo en los distintos centros de educación y trabajo, trayendo como consecuencia un aprendizaje más eficaz y unos mayores niveles de producción.

En vista de la importancia que tiene el "confort", los países de clima tropical no pueden simplemente limitarse a la utilización de normas y métodos aplicados en Estados Unidos o en Europa donde las características climáticas y de ideosincracia de sus habitantes difieren enormemente de las presentes en la región en cuestión. Por tanto deben hacerse investigaciones para determinar los lineamientos que realmente se ajusten dentro de esta región, lo cual es sumamente difícil de definir, porque como ya se mencionó existen una gran cantidad de factores que ejercen influencia sobre el "confort", convirtiéndolo en un concepto subjetivo que varía de una persona a otra, por lo que es imposible que un 100% de los individuos se sientan cómodos a unas mismas condiciones.

La tarea de los ingenieros dedicados al estudio del acondicionamiento ambiental en el trópico, debe ser la de concebir la integración de todas las variables que de una forma u otra inciden sobre el diseño de obras civiles para lograr un criterio adecuado que puntualice los requerimientos que, desde el punto de vista climatológico y energético, se tengan en las regiones tropicales. En función a lo anterior se justifica un estudio interdisciplinario de las ramas de Ingeniería

Hidrometeorológica e Ingeniería Mecánica, de forma tal que la fusión de las mismas contribuya al desarrollo de futuras teorías de "comfort" en el trópico.

La intención de llevar a cabo el presente trabajo es la de señalar el procedimiento que debe seguirse en el momento de definir las zonas de "comfort" que representen las condiciones en las que los habitantes de las regiones tropicales puedan desenvolverse cómodamente para lo que es preciso indagar en torno a los factores que influyen sobre dichas condiciones.

Como el estudio es para el trópico, se recurrió a hacer un análisis de las características meteorológicas presentes dentro de este, según lo cual y después de una evaluación de las escalas o índices de bienestar existentes poder seleccionar entre estas, las que consideraran las variables más significativas en la región en cuestión.

Los índices de "comfort", son conceptos que intentan representar el estado de bienestar. Cabe destacar que existe una gran variedad de los mismos y que para su evaluación se requiere de un determinado instrumental, lo cual puede dificultar su utilización, además, ninguno refleja con exactitud las condiciones en la que la mayoría de las personas se desenvuelven satisfactoriamente.

Para la adecuada evaluación de las variables físicas,

4

que modifican el ambiente, se seleccionó un determinado instrumental, sugiriendo posteriormente el procedimiento a seguir para establecer las zonas de "confort". Para lo cual nos basamos en lo propuesto por Path Wakely, donde se considera para la ubicación geográfica para la determinación de los niveles de bienestar.

Es conveniente señalar que en el desarrollo del presente trabajo se mostraran un conjunto de valores numéricos y expresiones matemáticas conservando las mismas unidades y nomenclaturas propuestas originalmente por los diversos autores a los que se hace referencia a lo largo del mismo. Sin embargo en cuanto al procedimiento para la determinación de las zonas de "confort" usaremos el sistema internacional en la evaluación de todas las variables.

Finalmente es importante resaltar que este trabajo es el primero de una serie que deberá ser continuada a modo de verificación y aplicación, en vista de que un estudio tendiente a establecer los niveles de "confort" requiere de una evaluación detallada y permanente de las variables que lo afectan.

1.- RESEÑA HISTORICA.

Desde sus orígenes el hombre ha sentido la necesidad de buscar por diferentes medios su bienestar personal, por tal razón desde la era primitiva y tratando de protegerse del frío y del calor, utilizó pieles, se refugió en cuevas e incluso al descubrir el fuego lo utilizó para resguardarse de la inclemencia del medio.

Si continuamos el recorrido a través de las distintas épocas históricas, nos encontramos con que en la edad antigua muchos esclavos eran utilizados para ventilar a sus amos mediante el uso de ramas de palma, de esta misma época se recuerda la invención, por parte de los romanos, de la ventilación y calefacción de baños.

Del periodo siguiente, conocido como edad media, y continuando en la búsqueda del bienestar, se conoce del diseño de ventiladores accionados por agua y sillas con sistema de ventilación incorporados, entre otros.

Durante el renacimiento, en la edad moderna, nos encontramos con palacios italianos provistos de chimeneas para

el calentamiento en el frío invernal representando esto, para un hidalgo, condiciones satisfactorias de comodidad que hoy sin embargo serían tildadas de inapropiadas hasta por las personas de menores recursos.

Llegamos a la era contemporánea, marcando así el verdadero inicio de una búsqueda más consciente del "confort", por parte del hombre, a través de métodos más sofisticados desde el punto de vista tecnológico. Una mayor motivación debida quizás a la disponibilidad energética existente.

Seguidamente se reseñan algunas de las evoluciones en cuanto a estudios de acondicionamiento y "confort", que han tenido lugar en este período:

Para el año de 1851, se concede en E.E.U.U. la primera patente para refrigeración y aire acondicionado, al Doctor John Gorrie.

60 años más tarde Willis H. Carrier, presentó ante el mundo su célebre trabajo sobre las propiedades del aire, sentando así los fundamentos para la elaboración de la primera carta psicrométrica.

Años más tarde y considerando el "confort" como un problema de masas de personas y no de minorías (necesidad global) nos encontramos que ya en 1920 renombrados cines y

teatros de New York, disponían de sus propios sistemas autónomos de aire acondicionado, acorde con las exigencias de los usuarios de estos locales, sin considerar el ahorro de energía, hechos que aún se evidencian en muchas de las edificaciones que nos rodean.

Para 1923, Houghtom y Yaglou desarrollaron la escala de temperatura efectiva que consideraba originalmente los términos de temperaturas de bulbo seco, bulbo húmedo y velocidad del aire asociándolos con los fenómenos que producen sensaciones de "comfort".

En 1950 la ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air - Conditioning Engineers) decide hacer la revaluación de la escala de temperatura efectiva para considerar el efecto de la radiación.

D. Brazol, (1951) demostró que la sensación de bienestar climático es universal y se determina por la entalpía del aire 9.2 Kcal/Kg, lo cual corresponde a una temperatura equivalente de 37.5 °C. (aproximadamente igual a la del cuerpo humano en condiciones normales). (ALVAREZ, F. S/f).

Para 1952 H. Landsberg, capta la influencia de la temperatura en el rendimiento durante una labor desempeñada; observando una muestra de trabajadores de fabricas expuestos a determinadas condiciones y a tal efecto menciona algunos valores

encontrados por Huntington que señalaban un 100% de rendimiento a 15 °C, a 30 °C el rendimiento baja a 92.5% y a 35 °C sigue bajando a 84.3% mientras que a - 30 °C encontró un rendimiento del 93% (debido a la calefacción de las fabricas).

Ya en 1955, R. H. Quintela y C. J. Vasino después de rigurosas mediciones y consultas, recomiendan para la obtención de "confort" en recintos interiores los siguientes valores: Una temperatura de bulbo seco de 19 °C a 20 °C y una humedad relativa de 40% a 60% en invierno, mientras que para verano la temperatura de bulbo seco estaría entre 23 °C y 25 °C con una humedad relativa de 40% a 60% . Por otra parte los valores recomendados según los laboratorios de investigaciones de la American Society of Heating and Ventilating (ASHVE) fueron: 20 °C de temperatura efectiva para personas en reposo con una humedad constante de 50% correspondiéndose estas condiciones a una temperatura de aire seco de 22 °C. Sin embargo, un año más tarde (1956) surgió la tendencia a expresar los límites de "confort" en términos de 2 temperaturas, la de bulbo seco y la de bulbo húmedo para humedades relativas variando entre los rangos de (20 - 30)% y (70 - 80)%.

La escala original de temperatura efectiva fue muy utilizada en la predicción del "disconfort" extremo, para altas temperaturas y humedades relativas, en hombres con gran resistencia al calor y trabajando en minas de oro en

Suráfrica, (1950). No obstante, desde ese mismo año la temperatura efectiva ha sido raramente usada para tal fin.

Continuando con nuestro recorrido, tenemos que F. Alvarez B. (1963), señala a la temperatura equivalente como un buen índice en el estudio del bienestar y basándose en trabajos realizados por varios investigadores concluye en la homeotermia (temperatura constante) de los seres humanos es lo que permite la gran variedad de sensaciones de bienestar climático.

En un estudio realizado por Douglas H. K Lee (1963) se señala que cada uno de los tres (3) tipos de espacios ocupados por un trabajador en un día (típico), a saber: lugar de trabajo, hogar y locales especiales, están influenciados por el medio ambiente externo. Ese mismo año S. W. Tromp, determinó la importancia de las temperaturas biometeorológicas en los estudios biológicos para la obtención de los niveles de "confort", destacando así a la temperatura efectiva, la temperatura de radiación y convección y al índice de temperatura y humedad.

En 1966 Nevins, mostró ante el mundo que el concepto de la temperatura para bienestar térmico había subido uniformemente desde el año 1900, de 18.3 °C - 21.1 °C de temperatura de bulbo seco a valores entre 25 °C - 26.4 °C, explicando que estos incrementos tienen su origen en el tipo de ropa utilizada (variación de la moda) y en la alimentación de hombres y

mujeres. Al mismo tiempo y trabajando para la ASHRAE, Nevins y sus colaboradores revaloraron la escala de temperatura efectiva, mediante pruebas realizadas con 720 individuos, obteniendo valores netamente estadísticos que dejaron como aporte una nueva "temperatura efectiva para el confort" que posteriormente fue comparada con la propuesta por Houghton y Koch.

En 1967 los austriacos Morse y Kowalczewski, plantearon la hipótesis de que el "confort" durante el descanso o ejercicio está íntimamente relacionado con el equilibrio térmico para una temperatura de la piel de 33 °C, con la pérdida de calor por evaporación del sudor. Mientras que el doctor P. D. Fanger desarrollaba en "The Technical University Of Denmark", su ecuación para el "confort" mediante el balance de calor.

En 1968 Douglas H.K. Lee presenta un primer estudio sobre la influencia de la temperatura y humedad en personas oriundas de climas tropicales, comprobando que en las mismas se reflejan muchos efectos fisiológicos directos que afectan su eficiencia al punto de causarle trastornos clínicos, y que estas necesitarían periodos muy largos de permanencia en el trópico, para lograr su total aclimatamiento. Otra conclusión de ese trabajo fue, que aún cuando se logre adaptar a las personas (artificialmente) y su capacidad para realizar esfuerzo disminuya muy poco en cada jornada, al final del día, en ellas

se notará un gran desgano que con el tiempo producirá una reducción en su producción normal de trabajo. En síntesis, el más significativo aporte de Douglas H. K. Lee, para ese entonces, fue el hecho de mostrar que las marcadas diferencias climáticas entre el trópico y otras regiones del mundo, pueden influir sustancialmente en las sensaciones de bienestar térmico.

Es en 1970, cuando se vuelven a retomar pero con más fuerza las figuras índices de "comfort", quedando como aportes el de R. E. Munm, quien admite que los rangos de "comfort" no están definidos para valores precisos y que además varían con la vestimenta, la actividad, la edad, el sexo, entre otros, siendo esta variación usualmente amplia para el estudio de bienestar.

F. Alvarez B., ya conocido por su aporte en cuanto a la significación de la temperatura equivalente, demostró en 1970 que la mayoría de índices de bienestar que toman en consideración la temperatura y la humedad con circulación normal del aire son satisfactorios en el estudio del "comfort". Un año más tarde, este mismo autor señaló que en ambiente interiores donde la circulación es deficiente y la temperatura equivalente elevada, se percibe la sensación de malestar en los ocupantes.

Cabe mencionar, que el estudio del "comfort" térmico en países ubicados dentro de climas tropicales no ha tenido el auge que realmente se merece, salvo ciertos estudios aislados realizados por Douglas H. K. Lee y otros autores.

En nuestro país existen sin embargo algunos antecedentes de estudios climáticos, especialmente en edificaciones. Uno de ellos es una metodología de evaluación propuesta por la Arquitecto J. PLA y los Ingenieros J. L. Rodríguez, P. E. Rada en su trabajo " Aspectos climatológicos Aplicados a las Edificaciones", elaborado en la división de investigaciones del I.N.A.V.I. (1971), en el cual se plantea una evaluación detallada de la zonificación climática de Venezuela.

En julio de 1978, El arquitecto Path Wakely, muestra durante su curso de "Clima y Arquitectura" dictado en la Universidad del Zulia, una zona de "confort" en términos del índice de temperatura efectiva, la cual se estima según datos experimentales de temperatura, humedad y velocidad del aire (adaptándose así a la situación geográfica). Dicha zona de "confort", permite además clasificar localidades y precisar los meses críticos en cada una.

Años más tarde, la teoría planteada por Wakely, sirvió de base para que el Profesor Ernesto Curiel, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la U.C.V., desarrollara sus investigaciones "La Arquitectura en Regiones de Venezuela" (Trabajo Especial, 1.982) e "Indices Térmicos en el Establecimiento de Criterios de Diseño" (Taller, 1.992), los cuales fueron tomados como referencia para la realización del presente trabajo.

No obstante a todo lo anterior, podemos decir que actualmente en nuestro país, son muy pocos los estudios de bienestar que se llevan a cabo, y que cuando se hacen son regidos por criterios establecidos para otros países (Ejemplo: E.E.U.U.) lo que sin duda representa un error debido a las marcadas diferencias.

2.- BALANCE TERMICO DEL CUERPO HUMANO.

El hombre transforma parte de su energía interna en energía mecánica con disipación de calor (metabolismo). De hecho, de la energía obtenida por la oxidación de los alimentos, entre un 80% y 90% puede ser cedido por el organismo en forma de calor.

El organismo cuenta con mecanismos fisiológicos que regulan el calor que disipa de su interior, lo cual le permite mantener una temperatura aproximadamente constante a 37°C. Esta es la razón por la cual se considera que el hombre es homeotérmico.

Los procesos homeostáticos mediante los cuales el hombre logra mantener un balance térmico controlando su temperatura corporal son los siguientes: radiación, convección, evaporación y conducción.

Por conducción los seres humanos ceden calor a los sólidos con los que están en contacto, pero el mismo es despreciable debido a que el área del cuerpo a través de la cual fluye el calor hacia los sólidos circundantes es muy pequeña.

Tanto por radiación como por convección el cuerpo humano puede ceder o ganar calor, dependiendo de su temperatura, la de los objetos circundantes y la del aire.

Si la temperatura del ambiente es mayor que la temperatura media superficial del cuerpo, este gana calor por convección, de producirse el caso contrario el organismo cederá calor al ambiente. Estos intercambios de calor pueden ser incrementados por un aumento de la velocidad del aire. Si la temperatura de la piel es mayor que de las superficies de los alrededores el cuerpo perderá calor por radiación y viceversa.

El mecanismo de control de temperatura presente en el cuerpo permite variar la temperatura de la piel e incrementar o disminuir la cantidad de calor que ha de ceder el cuerpo al ambiente por radiación y por convección. El intercambio de calor se produce a una mayor tasa cuando la piel esta expuesta a bajas temperaturas ambientales, por lo que los vasos sanguíneos se contraen y el suministro de sangre a la superficie de la piel se reduce, para que disminuya la temperatura de la piel, requiriendose una vestimenta para que actúe como aislante térmico y haga posible mantener la temperatura del organismo constante; si existe una alta temperatura en el aire, los vasos sanguíneos superficiales se dilatan y la temperatura de la piel aumenta.

En la medida en que la temperatura del ambiente se acerca a la del organismo las pérdidas de calor por radiación y por convección se hacen mínimas y deben incrementarse las debidas a la evaporación, en otras palabras, el sistema de regulación aumenta las pérdidas de calor del cuerpo por evaporación si los mecanismos de convección y radiación son inadecuados.

La pérdida de calor por evaporación de una superficie húmeda es una función de la diferencia entre la presión de vapor de agua presente en la superficie, a una determinada temperatura, y la presión parcial del vapor de agua en el ambiente.

La evaporación viene a representar una pérdida de calor del cuerpo y puede originarse por medio de tres vías: por la exhalación del vapor de agua de los pulmones, por la transpiración y por los mecanismos de emergencia, en términos de sudoración.

La transpiración es producto de un conjunto de fluidos que humedecen el cuerpo a través de la piel, bajo la influencia de la presión osmótica y la formación de pequeñas gotas que lo humedecen. Estas gotas por su tamaño se evaporan muy rápidamente por lo cual es un fenómeno que no se puede observar a simple vista.

El incremento en pérdidas de calor por evaporación es realizado por la operación de las glándulas sudoríparas y por el humedecimiento de ciertas áreas de la piel con sudor, solo en casos extremos la superficie del cuerpo es cubierto con fluidos emanados de estas glándulas. El organismo de una persona en reposo puede llegar a producir 250 gramos de sudor por hora y si por el contrario realiza trabajos que implican cierto esfuerzo dicho valor puede ser hasta cuatro veces esa cantidad.

Si la humedad relativa aumenta deberá hacerlo la velocidad del aire de forma tal que las pérdidas de calor producidas por la evaporación del sudor sean las adecuadas. Estas pérdidas de calor también dependen de la naturaleza del flujo, es decir, del hecho de que el mismo sea paralelo o transversal lo anterior se puede expresar a través de las siguientes fórmulas:

para flujo paralelo a la superficie:

Intensidad de flujo de calor por evaporación = $(0.0885 + 0.0779 v) * (P_w - P_s)$ en W/m^2 .

(JONES, W. 1.973)

para flujo transversal a la superficie:

Intensidad de flujo de calor por evaporación = $(0.01873 + 0.1614 v) * (P_w - P_s)$ en W/m^2 .

(JONES, W. 1.973)

Donde:

v: Velocidad media del flujo de aire en m/s.

Pw: Presión de saturación del vapor en P_a correspondiente a la temperatura del agua.

Ps: Presión parcial del vapor de agua en el ambiente en P_a .

El organismo hace uso de uno o más, de los tres mecanismos de transferencia de calor mencionados anteriormente, para mantener su temperatura en equilibrio térmico con el ambiente. El balance de calor se puede expresar a través de la siguiente ecuación:

$$M = R \pm C \pm E \pm S \quad (\text{BLANKENBAKER, J. 1.982})$$

Donde:

R : Tasa de flujo de calor por radiación.

C : Tasa de flujo de calor por convección.

E : Tasa de flujo de calor por evaporación.

S : Tasa de variación de la energía interna del cuerpo, este valor es pequeño debido a que el organismo tiene un límite de variación de temperatura.

M : Tasa de metabolismo. Se refiere a la cantidad de calor generado por el cuerpo para mantener su equilibrio térmico, la cual deberá ser exactamente igual a la que pierde.

La ecuación anterior muestra que el cuerpo mantiene su equilibrio térmico con el ambiente por una acción recíproca de la radiación, la convección y la evaporación relacionados con rasgos ambientales. Por lo anterior, no es posible especificar un ambiente confortable en términos de una sola variable como podría ser por ejemplo la temperatura de bulbo seco sino en base a todas las condiciones que afectan los tres modos de transferencia de calor que influyen sobre el balance térmico del cuerpo, como lo son la temperatura de bulbo seco, la humedad relativa, la velocidad del aire y la temperatura media radiante.

Si alguno de los mecanismos reguladores de la temperatura en el organismo deja de funcionar correctamente, se origina un desequilibrio en el balance corporal lo cual conduce a un escaso rendimiento, un mal humor e inconvenientes para conciliar el sueño, entre otros aspectos desfavorables.

3.- "CONFORT".

El establecimiento del equilibrio térmico entre el hombre y el ambiente que lo rodea es lo que ha dado pie al surgimiento de diversas teorías que tratan de explicar el "confort", como aquella sensación agradable que un ser experimenta en su medio.

ASHRAE, define el "confort" térmico como "La condición del estado de ánimo a la cual se expresa satisfacción con el ambiente térmico" (ASHRAE. 1.985).

Según el diccionario médico de Dorland, se define el "confort" como "La aplicación sistemática de los principios psicológicos para la obtención de bienestar en situaciones potencialmente estresantes" (HARDY, J. 1.971).

Puede inferirse, que el bienestar o "confort" está influenciado por diversos factores, a saber:

- Los Físicos: Entre los que destacan las variables ambientales como: la temperatura bulbo seco, la humedad relativa, la temperatura media radiante y la velocidad del aire,

consecuencia de la ubicación geográfica, la estación del año y la hora del día.

- Los Orgánicos: Propios de cada persona y donde los más influyentes sobre la sensación de bienestar son: la edad, el sexo, y los aspectos psicológicos, estos últimos complican aún más su definición puesto que allí entran en juego los prejuicios propios de cada persona.

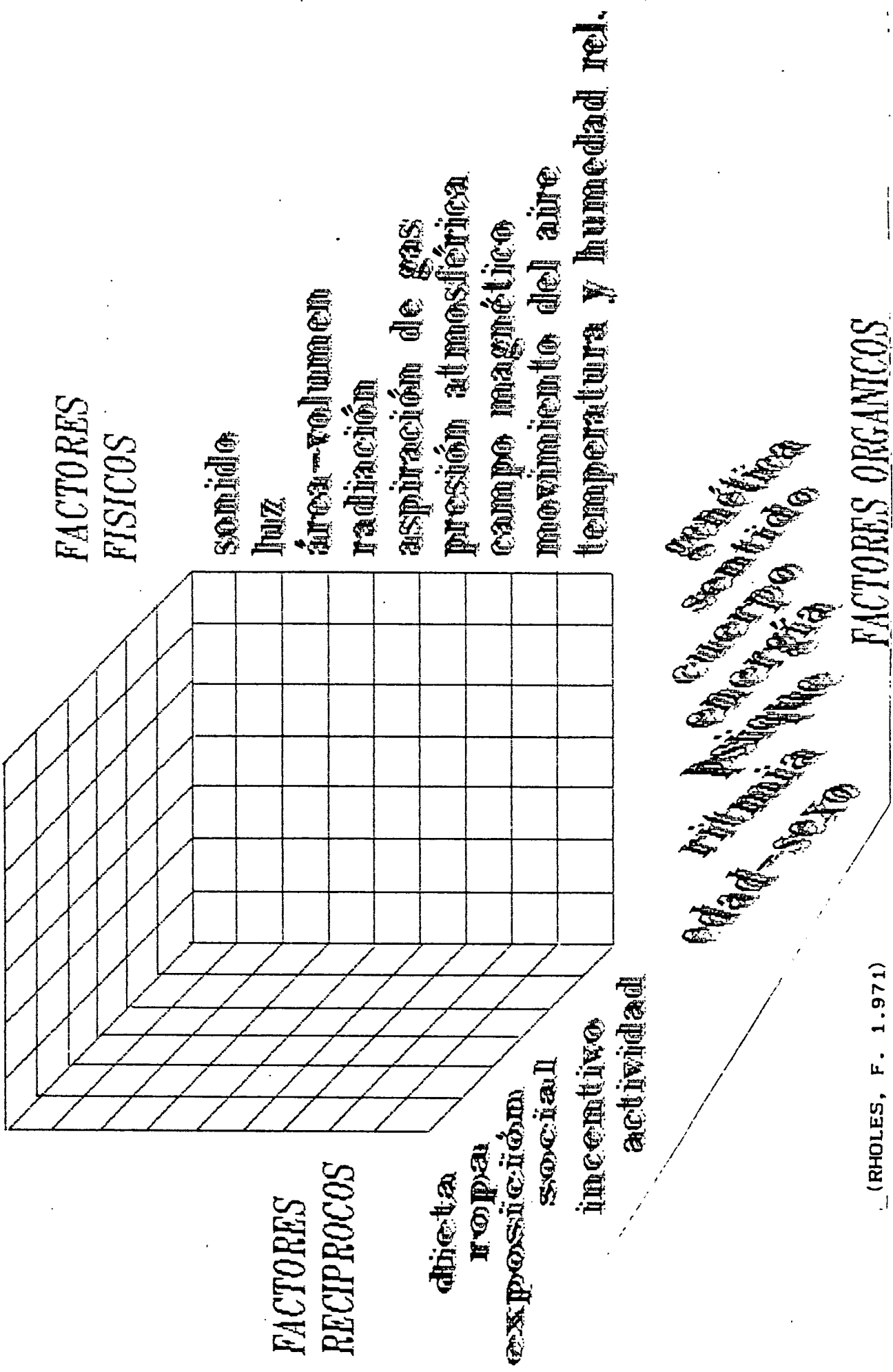
- Los Recíprocos: Donde se destacan la vestimenta, las costumbres y el nivel de actividad.

En la medida en que se establezca una relación más adecuada entre todos los factores que influyen sobre el bienestar será más precisa la definición del mismo.

Para mayores detalles, en la fig. 1, se muestra una representación en tres (3) dimensiones de varios factores que afectan las condiciones de bienestar.

Por todo lo anterior queda evidenciado que el bienestar es una sensación netamente subjetiva y de complicada evaluación, para la cual han surgidos los llamados índices de "comfort".

Entre todos los factores que pueden afectar el bienestar, los psicológicos, tienen una importancia muy relevante a tal punto que la psicología se ha interesado en



(RHOLES, F. 1.971)

Fig. 1 Representación en tres (3) dimensiones de varios factores que pueden ser importantes para la búsqueda del confort térmico.

establecer la relación que existe entre las condiciones del estado de ánimo y las del cuerpo. En efecto se ha determinado mediante pruebas efectuadas sobre grupos de personas expuestas a diversas condiciones de temperatura, humedad, con variada vestimenta, efectuando diversas actividades, que en los extremos calurosos (altas temperaturas) la psicología y la fisiología se corresponden casi correctamente con muy pocas variaciones y que de igual forma pasa en los extremos fríos (bajas temperaturas). Sin embargo para aquellas condiciones en que el cuerpo humano se encuentre en balance térmico (gracias a sus mecanismos termo-reguladores) las reacciones psicológicas dependerán de los diferentes estados de ánimo que se manifiesten en cada individuo, siendo estas sensaciones afectivas, cuyas mediciones requieren de escalas más ingeniosas que consideren las manifestaciones de satisfacción o insatisfacción de los mismos, para tal fin ASHRAE, ha establecido la escala psicológica de sensación térmica en la cual se indica mediante puntuación, las sensaciones de frío, fresco, ligeramente fresco, bienestar neutral o confortable, cálido ligeramente, cálido y caliente.

En cuanto a la influencia que sobre el grado de "comfort" ejerce el tipo de vestimenta ASHRAE, ha creado una unidad para definir los niveles de la misma la cual es universalmente conocida como "clo". Existe una variación en su estimación dependiendo de si se trata de hombres o mujeres. Para mayor información observar la tabla 1.

TABLA 1

Unidades detalladas de los "CLO" para la vestimenta de individuos y fórmula para la estimación intrínseca de la insolación total.			
HOMBRES		MUJERES	
Vestimenta	CLO	Vestimenta	CLO
ropa interior			
manga corta	0.06	sosten y pantys	0.05
camisa	0.09	media braga	0.13
breve	0.05	braga completa	0.19
superior larga	0.35	superior larga	0.35
inferior larga	0.35	inferior larga	0.35
torso			
camisas			
livianas, manga corta	0.14	blusa liviana	0.20
livianas, manga larga	0.22	blusa pesada	0.29
pesadas, manga corta	0.25	vestido liviano	0.22
pesadas, manga larga	0.29	vestido pesado	0.70
5% más para corbata			
chaleco liviano	0.15	falda liviana	0.10
chaleco pesado	0.29	falda pesada	0.22
pantalones livianos	0.26	pantalones livianos	0.26
pantalones pesados	0.32	pantalones pesados	0.44
suéter liviano	0.20	suéter liviano	0.17
suéter pesado	0.37	suéter pesado	0.37
chaqueta liviana	0.22	chaqueta liviana	0.17
chaqueta pesada	0.49	chaqueta pesada	0.37
calzetín		medias	
alto de tobillo	0.04	completamente largas	0.01
alto de rodilla	0.10	panty-medias	0.01
zapatos		zapatos	
sandalias	0.02	sandalias	0.02
corte bajo	0.04	corte bajo	0.04
botas	0.08	botas	0.08

$$CLO = 0.82(\sum \text{Detalles individuales})$$

(RHOLES, F. 1.982).

El "confort" se ve afectado por la actividad ya que en la medida en que esta aumenta, disminuyen las condiciones de bienestar siendo vital, la influencia que en ese momento ejerza el medio.

Cabe destacar la conveniencia de establecer una combinación adecuada entre el "confort" y los aspectos económicos que este trae consigo, ya que un mal planteamiento del mismo puede conllevar a un consumo excesivo de energía.

4.- INDICES DE "CONFORT".

Puesto que es imposible medir el grado de "confort", mediante un solo instrumento, debido a la gran cantidad de variables que sobre el influyen, surgieron los denominados **indices de "confort"**, como conceptos o escalas que intentan representar el estado de bienestar.

Según el número de variables que se tomen, las consideraciones y/o derivaciones que se hagan, existirán diversas escalas de bienestar.

Según la ASHRAE, los índices son de tres clases:

- Directos.
- Derivados racionalmente.
- Empíricos.

4.1.- INDICES DIRECTOS:

Son aquellos que pueden ser evaluados mediante la lectura directa de un instrumento, considerando la influencia de una sola variable sobre el bienestar.

A continuación se establecerán algunas de estos índices.

4.1.1.- Temperatura de bulbo seco o del aire:

Definición:

Es aquella que se establece a través de un sensor que se encuentra en contacto directo con el aire del ambiente. Dicho sensor es denominado termómetro normal de bulbo seco, razón que explica el hecho del porque al índice de temperatura del aire también se le dice índice de temperatura de bulbo seco.

La escala tiene el valor histórico de haber sido la primera en implementarse.

La temperatura del aire depende de los siguientes factores y elementos: La latitud, la estación del año, la nubosidad, el contenido de vapor de agua, la altitud, la continentalidad, maritimidad, las corrientes oceánicas, la vegetación, el relieve, etc.

Hay además, un conjunto de parámetros que juegan un papel importante sobre la temperatura del aire, como índice de bienestar, entre los cuales se pueden destacar:

La vestimenta: En aquellas regiones donde las temperaturas son normalmente altas, existe la tendencia a utilizar ropas ligeras, no así en aquellos lugares donde las temperaturas son bajas.

La actividad: Mientras mayor sea el esfuerzo hecho por las personas, la temperatura del aire debe ser menor si se busca mejorar la sensación de bienestar.

La edad: En los recintos a ser ocupados por personas de avanzada edad, la temperatura debe ser algo más elevada que en aquellos a ser usados por los más jóvenes, para lograr una mayor sensación de bienestar.

El sexo: Según estudios realizados en los E.E.U.U. se ha encontrado que las mujeres para desenvolverse cómodamente necesitan temperaturas del aire, ligeramente superiores a las que requiere el sexo masculino, los valores de dichas temperaturas oscilan según los estudios entre 23 °C y 24 °C dependiendo de la vestimenta.

Desventaja:

Este índice no permite expresar el grado de bienestar que debe prevalecer en un determinado recinto, puesto que no considera el efecto de la humedad, la radiación, ni de ninguna otra variable.

Ventaja:

Puede evaluarse muy fácilmente con un termómetro de columna de mercurio.

4.1.2.- Temperatura de bulbo húmedo:

Definición:

"Es la temperatura medida por un termómetro normal cuyo bulbo ha sido cubierto por una muselina humedecida. Este valor es útil para conocer la humedad relativa" (GUEVARA, J.M. 1.970) . Dicha temperatura es usada como índice de confort en aquellas situaciones donde las condiciones son sumamente severas y el cuerpo humano está cerca de su límite superior de regulación térmica. Se ha determinado que el límite máximo de tolerancia de esta temperatura es de 30 °C para ambos sexos cuando el movimiento del aire oscila entre 0.1 m/s y 0.5 m/s, independientemente de la vestimenta de los individuos.

La temperatura de bulbo húmedo, depende del contenido del vapor de agua presente en la atmósfera, y se obtiene por medio de un termómetro de bulbo húmedo. Mientras más seca está una parcela de aire, mayor será la evaporación de la muselina que recubre el bulbo, este proceso implica un desprendimiento de calor del termómetro de bulbo húmedo y por lo tanto un enfriamiento del mismo.

Desventaja:

Las mediciones de la temperatura de bulbo húmedo están sujetas a errores en su evaluación, puesto que la precisión no solo depende del instrumento sino también de la posible presencia

de partículas extrañas en la muselina humedecida lo cual puede traer como consecuencia un retardo en el proceso de evaporación.

Ventaja:

La temperatura de bulbo húmedo, en conjunto con la de bulbo seco y la carta psicrométrica, permiten la determinación de la humedad relativa.

4.1.3.- Temperatura de punto de rocío:

Definición:

Es un valor que indica la temperatura a la cual debe ser enfriada una parcela de aire con las condiciones de presión y contenido de vapor de agua constantes para que comience la condensación, su valor nunca es mayor que el de la temperatura ambiental, solo serían iguales si el aire estuviera saturado. La presión de vapor de agua saturado a la temperatura del punto de rocío será igual a la presión de vapor en el aire.

En vista de que el punto de rocío es una expresión de la humedad, el mismo depende de la cantidad de vapor de agua presente en una parcela de aire dada.

Desventajas:

La temperatura de punto de rocío, no se puede establecer directamente por medio de ningún instrumento puesto que se recurre a las tablas psicrométricas partiendo de

dos valores determinados previamente, como son los indicados por los termómetros seco y húmedo ó se hace uso del higrómetro de punto de rocío . Este índice al igual que el de temperatura de bulbo húmedo, no toma en cuenta la velocidad del aire, la cual juega un papel importante en el establecimiento del equilibrio térmico del organismo.

Ventajas:

La temperatura del punto de rocío es un valor por medio del cual es posible determinar la humedad en un ambiente específico, además junto con otras variables como son: La temperatura de bulbo seco, la humedad relativa del ambiente, y la temperatura mínima exterior, permite establecer si se produce o no una condensación sobre una determinada superficie.

4.1.4.- Movimiento del aire, (velocidad):

Definición:

Es un indicador directo en la determinación del grado de bienestar y ejerce gran influencia sobre las sensaciones alcanzadas dentro de un recinto, convirtiéndose así en un factor climático que no puede ser ignorado.

Los efectos del aire sobre el hombre son de dos tipos: acción mecánica y acción térmica, de los cuales y para nuestro estudio tomaremos el segundo, recordando que los movimientos

del aire aceleran los intercambios de calor de dos formas: Por convección entre la superficie de la piel y el medio ambiente y por evaporación del sudor. Mientras que la acción mecánica del aire, nos refleja las estimaciones cuantitativas de la velocidad del mismo, según lo cual se tienen los siguientes valores: (GUYOT, A. S/r)

- V < 4 m/s ; sensación débil del movimiento del aire.
- 5 < V < 10 m/s ; poco perjuicio.
- 10 < V < 15 m/s ; perjuicio grave.
- V > 15 m/s ; peligroso para peatones.

En cualquier caso, la velocidad del aire desplaza o modifica la zona de "comfort" a unas condiciones más frías o más cálidas para una determinada vestimenta y/o actividad.

La velocidad del aire varia entre amplios rangos y su medición puede hacerse según diversos instrumentos y de acuerdo a la precisión deseada. Anteriormente, esta era medida con el Cata-termómetro, pero hoy en día se utilizan aparatos de medición más sofisticados como los anemómetros de hilo caliente o elementos térmicos.

Sin embargo el llamado coeficiente convectivo (h_c) de transferencia de calor es la mejor medida cuantitativa del efecto de la velocidad del aire, según muestran las tablas 2 y 3 .

ECUACIONES QUE RELACIONAN EL "hc" CON LA VELOCIDAD

ECUACION	CONDICION	OBSERVACIONES
$hc = 8.3 * V^{0.6}$	sentado	V , es el movimiento del aire en el cuarto, medido con un anemómetro de hilo caliente en m/seg.
$hc = 2.7 + 8.7 * V^{0.6}$	dando vuelta	V , es el movimiento del aire medido longitudinalmente, mediante un anemómetro de hilo caliente (m/seg)
$hc = 8.6 * V_c^{0.53}$	camigando libremente	V_c , es la rapidéz al caminar en m/seg, en un cuarto en condiciones normales.
$hc = 6.5 * V_a^{0.39}$	caminando rápido	V_a , es la rapidéz al andar en m/seg, en un cuarto en condiciones normales.

(ASHRAE, 1.985).

TABLA 3

COMPARACION DEL COEFICIENTE CONVECTIVO DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA UN MOVIMIENTO NORMAL DE AIRE A 1 ATMOSFERA

CONDICIONES	hc W/m *C	OBSERVACIONES
dando algo de vuelta	3.9	
de pié	4.8	
sentado	2.1	
de pié	4.3	
dando vuelta	5.2	para 40 ~ 50 °C
dando vuelta	3.4	para 25 °C
de pié (sin moverse)	3.1	libre conveccion
de pié (sin moverse)	3.2	$\Delta t = 5$ °C
sentado en un taburete	3.1	
sentado en una bicicleta	3.7	
sentado en una bicicleta	2.3	para 10 ~ 50 °C
sentado en una bicicleta	4.1	

NOTA: La tabla anterior muestra un fragmento de otra que puede apreciarse en ASHRAE, 1.985.

Es importante señalar que aún cuando las corrientes de aire no provocan mayores sensaciones de malestar en espacios abiertos, (exteriores) si tienen gran influencia en locales cerrados debido a lo sensible que pueden mostrarse los seres humanos ante sus variaciones, más aún, el grado de percepción que tenemos de la velocidad del aire cambia de una persona a otra al punto que para algunos puede resultar insoportable hasta la más mínima corriente de aire que para otros es sumamente agradable. Así por ejemplo, generalmente los más jóvenes son menos sensibles a las fuertes corrientes de aire que los de mayor edad, de allí la importancia de su control sobre todo en espacios interiores, (evitando corrientes exageradas).

Cuando se desean establecer los valores permisibles de la velocidad del aire debe tomarse muy en cuenta el tipo de local y la actividad en él desempeñada, puesto que existe una marcada diferencia entre lugares pocos ocupados como fábricas y locales completamente llenos como supermercados, donde el flujo de personas es constante pero por un tiempo relativamente corto, en este caso se requerirá una velocidad de aire mayor que en el primero.

Desventaja:

Sería inconveniente considerar la velocidad del aire, por si sola, para expresar la condición de bienestar puesto que esta cifra es poco representativa del mismo si consideramos que este se ve afectado por la temperatura, la humedad, la

radiación térmica, etc. Por lo tanto es necesario conocer otra variable del medio ambiente, para inferir sobre las condiciones del mismo.

Ventaja:

Según la zona de "comfort" establecida por la ASHRAE, en su texto de fundamentos, después de muchos años de investigación y que se muestra en la fig 2 ., puede establecerse una relación directa entre la velocidad del aire y la temperatura efectiva, que es un índice universal para la determinación del bienestar, el cual se explicará más adelante.

4.1.5.- Humedad relativa:

Definición:

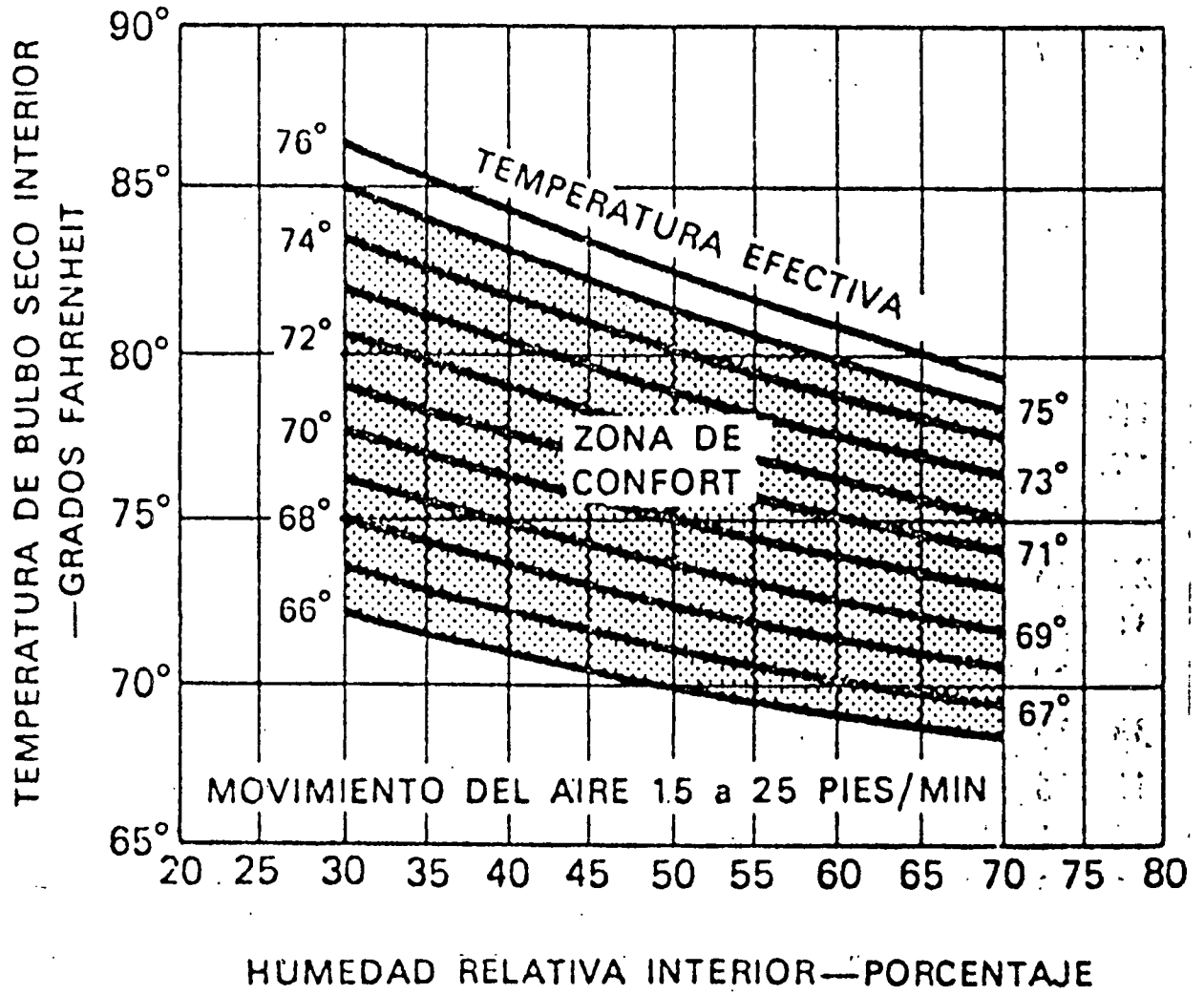
Es la relación que existe entre la masa del vapor de agua que contiene el aire en el instante en que se hace la medición (e) y la masa que tendría dicho vapor si a la misma temperatura del aire estuviera saturada (e_s) y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$hr = 100 * e / e_s \quad (\text{BARRY, R. 1.972})$$

El valor de la humedad relativa, (hr) es generalmente mostrado en términos de porcentajes.

El efecto de la humedad relativa sobre las condiciones

CARTA DE CONFORT



(JONES, W. 1.973)

Fig. 2

de bienestar, se refleja según pruebas cuyos resultados son mostrados en la fig. 3 donde se muestra la relación existente entre la actividad y la temperatura del aire con la humedad relativa.

Por otra parte la intensidad de evaporación de la piel depende (en condiciones que normalmente son iguales) de la diferencia de tensión de vapor de agua en la superficie de la piel y del vapor de agua en el aire.

Aún cuando el cuerpo humano es poco capaz de percibir ninguna diferencia para valores de humedad entre 35% y 70%, si nos salimos de estos y según sea la temperatura, pueden comenzarse a sentir sensaciones de malestar.

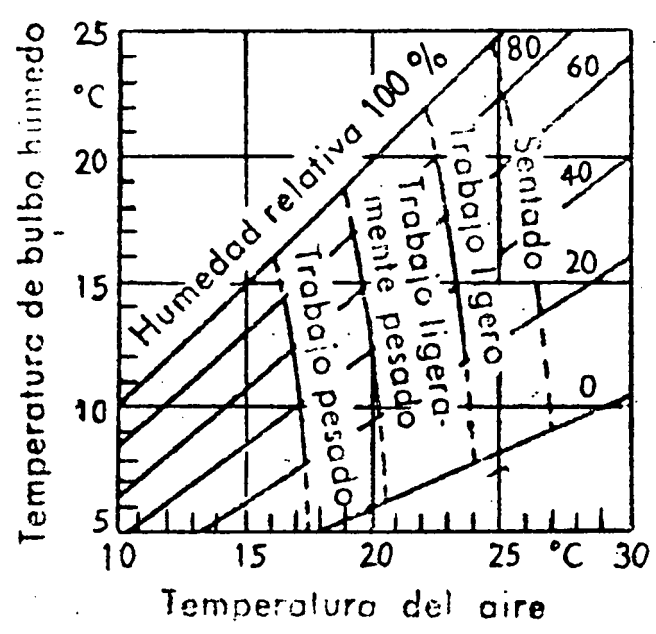
Por las razones antes expuestas y después de diversos estudios se ha establecido que el valor óptimo de temperatura para cuando la humedad está entre 35% y 70% es de 20 °C.

Para el trópico y gracias a experimentos realizados entre grupos de personas vestidas con ropa sencilla y en reposo, se han obtenido las líneas de bochorno, como se muestra en la fig.4 , según un contenido de agua en el aire de unos 12 g/Kg.

Desventaja:

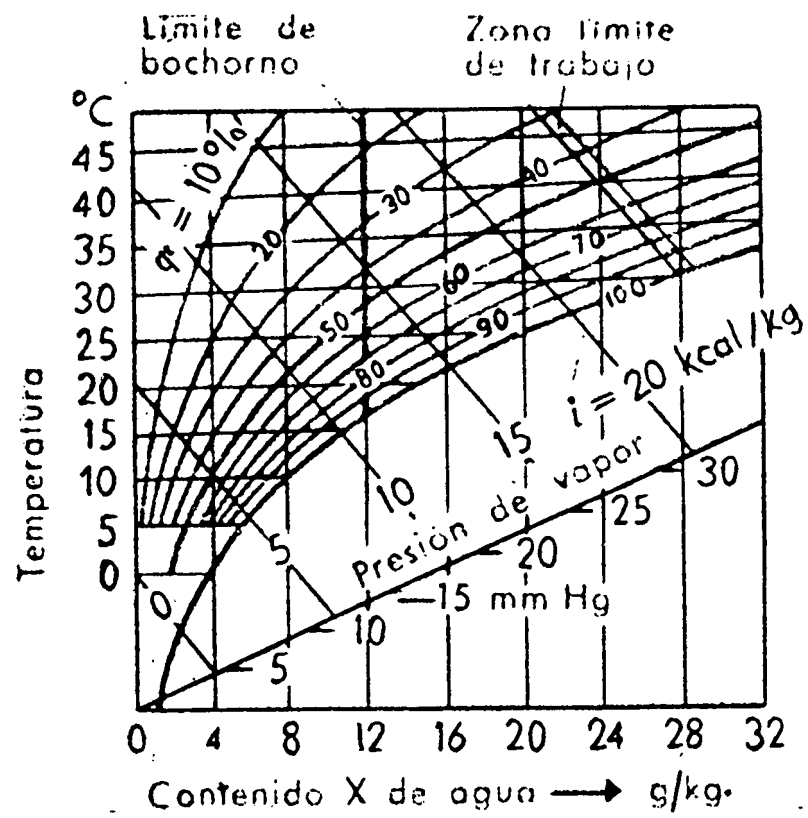
No basta conocer la humedad relativa para determinar el bienestar ambiental, ya que su valor porcentual no indica nada

Influencia de la humedad del aire en el bienestar (según Fanger).



(RECKNAGEL. 1.974)

Curva de bochorno y curva limite de trabajo en el diagrama t, x .



(RECKNAGEL. 1.974)

por si solo , por lo tanto se recomienda tomarla en cuenta cuando además se conozca al menos información sobre otra variable como la temperatura o la velocidad del aire.

Ventaja:

La humedad relativa, está íntimamente relacionada con la pérdida de calor por evaporación en el organismo, por lo tanto su control dentro de ciertos límites contribuye positivamente en el establecimiento del balance térmico del cuerpo.

4.1.6.- Catatemperatura:

Definición:

Índice térmico que se mide a través del catatermómetro, instrumento ideado por Leonardo Hill a principios de siglo. Cuando este aparato se encuentra expuesto a las temperaturas ambientales el índice adquiere el nombre de cata seco o valor cata "A" , también conocido por fuerza de refrigeración o poder de enfriamiento. Si se utiliza una gasa humedecida para envolver el catatermómetro puede evaluarse el valor cata húmedo.

El valor cata "A" depende de la temperatura y velocidad del aire . El valor cata húmedo a su vez también está influenciado por la cantidad de vapor de agua presente en la atmosfera.

Desventajas:

A partir del valor cata seco se obtiene un valor de temperatura que no necesariamente nos garantiza que está dentro de los límites de "confort", eso por dos (2) razones específicas: No toma en cuenta la humedad del aire y que no considera el hecho de que la pérdida de calor que se produce en el termómetro es diferente a la producida en el organismo. Además hay autores que dicen que el valor dado por dicho índice no puede ser tomado como un indicador del nivel de bienestar ya que el catatermómetro solo puede ser utilizado para ciertos rangos de velocidad (0.05 m/s - 0.5 m/s). Para solucionar en parte los inconvenientes del valor cata seco, fue creado el índice de cata húmedo que como su nombre lo indica toma en consideración el efecto de la humedad. Sin embargo ninguno de los dos (2) valores cata son usados en técnicas de ventilación puesto que los mismos solo hacen estimaciones en determinados momentos, por ser el catatermómetro, un instrumento de lectura directa, que dificulta los registros permanentes de las mediciones.

Ventaja:

Los valores cata pueden ser utilizados para definir la llamada cifra de bienestar (B), a partir de la siguiente expresión:

$$B = \frac{\text{temp. ambiente}}{\text{Valor Cata}} = t/A \text{ (RECKNAGEL, H. 1.974)}$$

No obstante a la definición anterior, la cifra de bienestar está considerada como una escala muy incompleta puesto que para ella no se han establecido rangos o tablas donde se indique su significado, justificandose de esta forma el hecho de que esta no sea muy utilizada en la actualidad.

4.2.- INDICES DERIVADOS RACIONALMENTE.

Son aquellos generados a partir de la combinación lógica y matemática de variables medidas directamente, sin hacer previa evaluación experimental y que luego a modo de validación son aplicados sobre diversas muestras de personas. Seguidamente se muestran algunos índices de esta clase.

4.2.1.- Temperatura media radiante:

Definición:

También conocida como temperatura resultante o sensitiva, es la temperatura media radiante de las paredes y superficies que conforman una habitación en la cual se encuentra ubicado un individuo. Conceptualizar este valor es importante porque el mismo afecta el mecanismo de transferencia de calor que se produce entre el organismo y el espacio en que este se encuentra.

Sobre el índice de temperatura media radiante influyen:
La temperatura, velocidad del aire, la humedad y la radiación
térmica, dichas variables se han reunido en la siguiente fórmula:

$$t_{mr} = 100 \left[\sqrt[4]{(t_g/100)^4 + 2.48 * \sqrt{v(t_g - t_a)}} \right] \quad (\text{GUTIERREZ, A. S/f})$$

Donde:

t_{mr} : Temperatura media radiante (k).

t_g : Temperatura determinada por un termómetro de globo que
por tener sobre su superficie una muselina humedecida
toma en cuenta el efecto de la humedad (K).

v : Velocidad del aire (m/s).

t_a : Temperatura de bulbo seco del aire (k).

Desventaja:

Para determinarlo se necesita de un termómetro de globo
el cual no es un instrumento registrador y solo puede dar valores
de la temperatura media radiante para momentos específicos en los
cuales se hacen las mediciones.

Ventajas:

Esta escala da una noción de cual es la relación
existente entre la temperatura del aire y las paredes
circundantes de un espacio físico, donde lo ideal es que ambas
sean prácticamente las mismas.

Este índice es empleado en lugares con sistemas de aire acondicionado ya que permite la sustitución de un termómetro por un termostato, para el control de la temperatura.

4.2.2.- Temperatura operativa:

Definición:

Al índice de temperatura operativa, puede definirsele como el promedio de la temperatura media radiante (t_r) y la del aire (t_a) ponderadas por sus respectivos coeficientes de transferencia de calor; su estimación puede hacerse mediante la siguiente expresión:

$$t_o = \frac{(h_r * t_r + \bar{h}_c * t_a)}{h_r + \bar{h}_c} \quad (\text{ASHRAE. 1.985})$$

Donde:

h_r : Coeficiente de transferencia de calor por radiación ($w/m^2 * ^\circ C$).

\bar{h}_c : Coeficiente promedio de transferencia de calor por convección ($w/m^2 * ^\circ C$).

Sin embargo existe una definición alternativa para la temperatura operativa, (t_o) en términos de energía, para la cual según ASHRAE, " t_o " es la temperatura uniforme en un recinto imaginario con el que una persona intercambia el mismo calor por radiación y convección (R,C) como si fuese el ambiente real. La

ecuación correspondiente es:

$$R + C = h \cdot (t_o - \bar{t}_{surf}) \text{ en } (w/m^2) \text{ (ASHRAE. 1.985)}$$

Donde:

$$h = h_r + \bar{h}_c \text{ (ASHRAE. 1.985)}$$

Para:

R: Pérdida de calor por radiación.

C: Pérdida de calor por convección.

t_o : Temperatura operativa en ($^{\circ}C$).

h: Coeficiente total de transferencia de calor en ($w/m^2 \cdot ^{\circ}C$).

\bar{t}_{surf} : Temperatura promedio de las superficie de la piel en ($^{\circ}C$).

Desventajas:

Esta escala no considera el efecto de la velocidad del aire, lo que la descarta para la consideración de condiciones de diseño en locales donde sea importante un control del flujo de aire.

Otra desventaja del índice de temperatura operativa, son los términos que lo definen, puesto que resulta complejo determinar los valores de: h_r , \bar{h}_c , R, C, etc.

También se le objeta a la temperatura operativa el

hecho de que no toma en cuenta el calor que se transfiere del organismo por efecto de la evaporación. Por lo que este índice es poco representativo en aquellas situaciones donde las personas estén sujetas a un fuerte nivel de actividad física que conlleve al organismo a generar una gran cantidad de sudor. La temperatura operativa tampoco considera la cantidad de vapor de agua presente en el ambiente, por tanto si una persona esta transpirando mucho y la humedad relativa es alta, le será difícil ceder a través de la piel calor al medio, por lo que tenderá a sentirse incomoda.

Por otra parte, hay un aspecto sumamente importante que se debe tener presente a la hora de tratar de establecer las condiciones óptimas de bienestar que deben prevalecer en un recinto específico ocupado por un conjunto de individuos que realizan una determinada actividad, como lo es la opinión que se produce en los mismos con respecto al espacio que los aloja lo cual no se ve representado de ninguna manera en este índice.

Ventajas:

Según su definición, la temperatura operativa (to), incluye los efectos de radiación y convección, que por ser mecanismos de transferencia de calor ejercen gran influencia en la determinación de la sensación de bienestar.

Este índice es perfectamente utilizable en aquellos

recintos donde los usuarios ejecuten actividades sedentarias, con poca sudoración.

4.2.3.- Temperatura húmeda operativa:

Definición:

ASHRAE , la define como aquella temperatura uniforme de un ambiente a 100% de humedad relativa con el cual una persona intercambia calor desde la superficie de su piel, por radiación, por convección y por evaporación como si fuese el ambiente real. La misma se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$R + C + E_{sk} = hho * (tho - \bar{t}_{sk}) \quad (\text{ASHRAE. 1.985})$$

Donde:

R: Pérdida de calor por radiación (W/m^2).

C: Pérdida de calor por convección (W/m^2).

E_{sk} : Pérdida de calor por evaporación, se supone que la misma proviene sudor de la superficie de la piel en (W/m^2).

hho: Combinación de los coeficientes de transferencia de calor por evaporación, convección y radiación en ($W/m^2 * ^\circ C$).

tho: Temperatura húmeda operativa.

\bar{t}_{sk} : Temperatura de la superficie de la piel.

Desventajas:

Este índice presenta el inconveniente de que el supone 100% de humedad relativa y en la realidad este valor oscila con el transcurso del tiempo, de acuerdo con la variación de la temperatura, y por lo general los promedios de esta variable no son ni cercanos al valor supuesto.

A pesar de que la temperatura húmeda operativa toma en cuenta los procesos de transferencia de calor que se dan en el organismo, en el establecimiento del equilibrio térmico, esta no considera un elemento que de presentarse puede afectar de alguna manera la pérdida de calor que se generan en el organismo, como lo es el viento.

Este índice tampoco considera las sensaciones personales de los usuarios de la localidad cuyo rango de bienestar se quiere establecer.

Ventaja:

La temperatura húmeda operativa toma en cuenta todos los mecanismos de transferencia de calor que se producen entre el organismo y sus alrededores.

4.2.4.- Indice de "stress" térmico:

Definición:

También conocido como el índice de tensión térmica, representa el balance energético establecido por la relación entre el calor total que es necesario ceder a unas determinadas condiciones ambientales (E_{req}) y el calor máximo que pueda eliminarse (mediante evaporación del sudor) a esas mismas condiciones (E_{max}).

Se expresa según la siguiente ecuación:

$$IST = \frac{E_{req}}{E_{max}} * 100 \quad (\text{GUTIERREZ, A. S/f})$$

Siendo: E_{req} : Evaporación requerida

$$E_{req} = (M \pm R \pm C) \text{ en Kcal/h}$$

Donde:

M: Metabolismo total en Kcal/h.

R: Energía radiante (balance) en Kcal/h.

C: " intercambiada por convección en Kcal/h.

Los valores de R y C pueden determinarse a partir de la aplicación de la fórmulas de balance térmico, de la manera siguiente:

$$\text{Radiación (Kcal/h): } R = K_r * (t_w - t_s)$$

$$\text{Convección (Kcal/h): } C = K_c * v^{0.6} * (t_a - t_s)$$

Donde:

tw: Temperatura media radiante (Tmr) que puede obtenerse según se dedujo anteriormente en la definición de su índice como:

$$Tmr = tw = 100 * [(tg/100)^4 + 2,48 * (V * (tg - ta))^{1/2}]^{1/4}$$

Con:

tg: Temperatura de globo (k).

V: Velocidad en (m/s)

ta: Temperatura de bulbo seco (k)

ts: Temperatura de la piel (aproximadamente 35 °C)

ta: Temperatura bulbo seco del aire (°C)

V: Velocidad del aire (m/min)

Mientras que los valores de los coeficientes Kr y Kc de radiación y convección respectivamente, están relacionadas con la vestimenta tal como se muestra a continuación:

	Semidesnudo	Ropa ligera	Ropa de trabajo
Kc (convección)	1	0.7	0.6
Kr (radiación)	11	7.9	6.6
Ke (Emax.)	2	1.4	1.2

(GUTIERREZ, A. S/f).

$$E_{max.} = K_e * V^{0.6} * (P_{ws} - P_{wa}) \text{ en Kcal/h}$$

Donde:

K_e : Coeficiente para evaporación máxima.

V : Velocidad del aire (m/min).

P_{ws} : Presión de vapor a la temperatura de la piel
(usualmente 42 mmHg).

P_{wa} : La presión de vapor del aire (mmHg).

Ventaja:

Según la definición de esta escala de bienestar, es posible conocer en forma precisa la influencia de cada una de las tasas de energía intercambiadas, para poder detectar correctamente los efectos de radiación, convección y evaporación.

4.2.4.1.- Modificaciones del índice de "stress" térmico:

Los cambios de que ha sido objeto este índice, son para simplificar su cálculo que podría resultar engorroso si consideramos el gran número de variables involucradas y para tal fin se fijan las siguientes condiciones:

- Los cálculos pueden basarse en una temperatura de la piel de 35 °C.
- El área corporal promedio es de 1.86 m².

- El intercambio de calor en las vías respiratorias es despreciable.

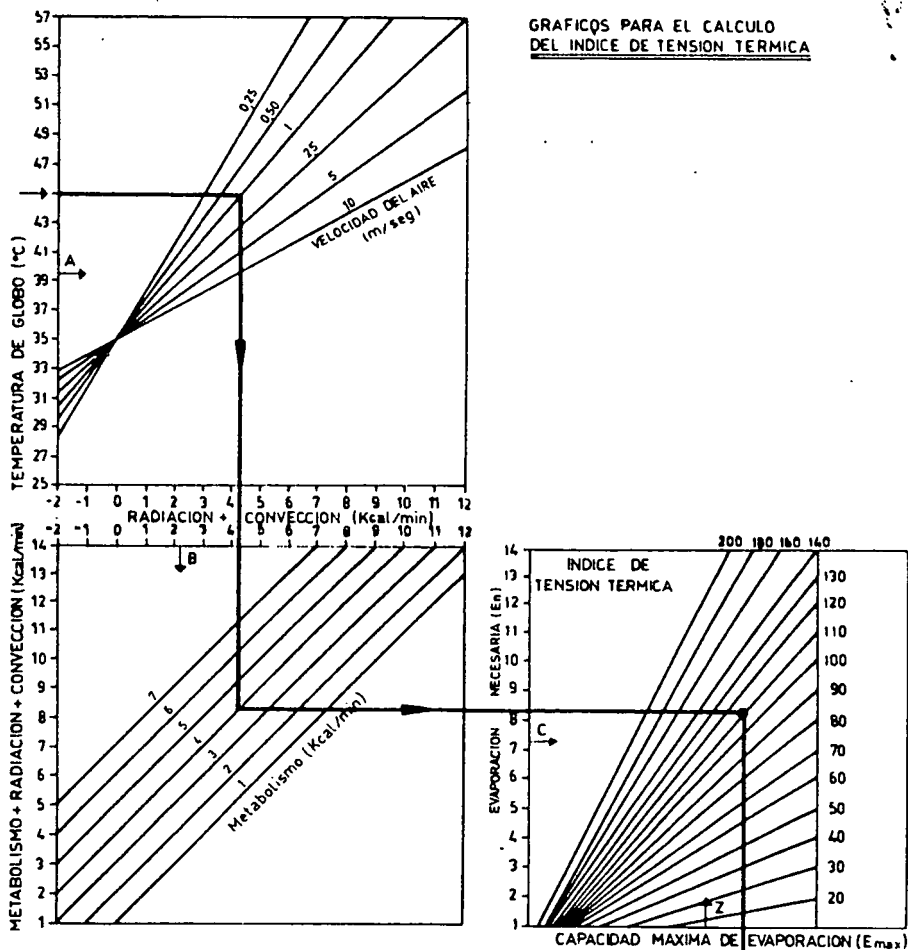
Desventaja:

Con las anteriores restricciones, se logra establecer un valor del índice, independiente de las respuestas propias de cada persona, lo que podríamos considerar como una desventaja, puesto que no todos los seres humanos reaccionan de igual manera ante el medio ambiente que los rodea.

Ventajas:

Después de las simplificaciones hechas, es posible establecer en forma sencilla y mediante el uso de nomogramas el valor del IST. En la fig. 5, se muestra a modo de ejemplo, la secuencia a seguir para calcular un determinado valor del índice, según datos de: temperatura de bulbo seco, radiación, convección, presión parcial de vapor, etc. En cuanto a los valores que puede alcanzar esta escala, varían entre amplios rangos y significaciones, tal como se muestra en la tabla 4.

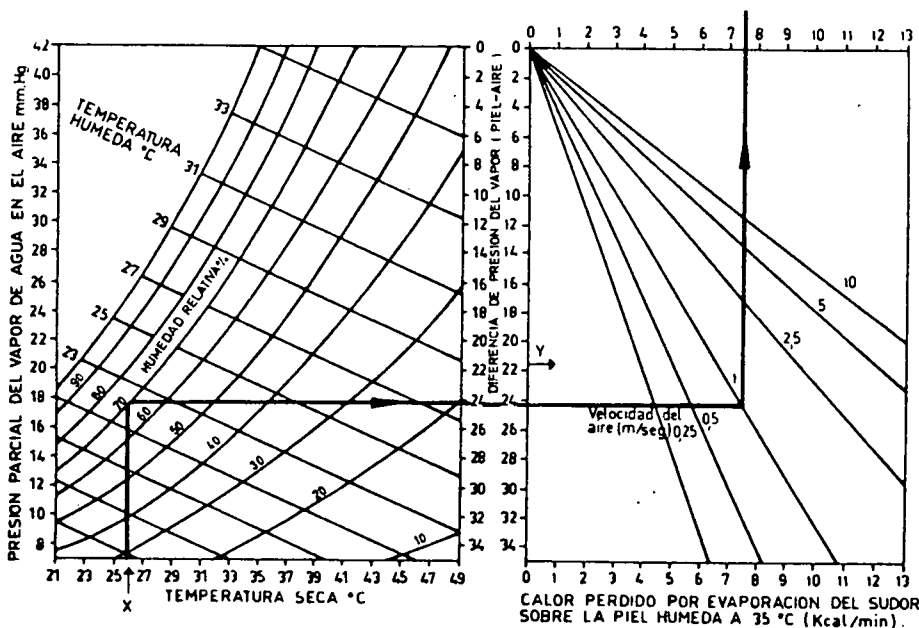
GRAFICOS PARA EL CALCULO DEL INDICE DE TENSION TERMICA



Etapa 1: Entrar por A. Trazar una línea vertical desde la intersección de la temperatura de globo con la velocidad del aire: se obtiene la carga de calor de radiación y convección combinadas. Extender la línea vertical hasta

Etapa 2: Entrar por B. Al interceptar con metabolismo, se obtiene la carga total de calor expresada como la evaporación requerida para el balance calórico (E_{req}). Extender la línea horizontal hasta entrar por C.

Etapa 3: Entrar por X. Trazar una línea horizontal desde la intersección de las temperaturas húmeda y seca: se obtiene el gradiente de presión de vapor entre la piel saturada a 35° C y la del aire ambiente. Extender la línea hasta



Etapa 4: Entrar por Y. Al interceptar con la velocidad del aire trazar una línea vertical: se obtiene la evaporación máxima de la piel húmeda a 35° C (E_{max}). Extender la línea hasta

Etapa 5: Entrar por Z. Mover hasta interceptar con la línea horizontal desde C. Leer el valor del Índice de stress calórico (si E_{max} es superior a 10, entrar por Z a 10).

Fig- 5

Ejemplo práctico para el manejo del nomograma de índice de tensión térmica.

TABLA 4

SIGNIFICACION DE LOS VALORES DEL INDICE DE "STRESS" TERMICO (IST)

VALOR DEL IST	Implicaciones higiénicas y fisiológicas de la exposición diaria durante 8 horas.
-20 -10	Suave stress frío. Es condición frecuente en áreas donde los hombres se recuperan de la exposición al calor.
0	Situación neutra. Ausencia de stress.
+10 20 30	Stress térmico de suave a moderado. Si el trabajo exige funciones intelectuales, destreza o especial atención, puede esperarse una reducción entre moderada y sustancial en el rendimiento del trabajo. En trabajos físicamente pesados puede esperarse un ligero descenso del rendimiento con respecto a condiciones térmicamente neutras.
40 50 60	Strees térmico muy severo. Solamente un pequeño porcentaje esta facultado para soportarlo. Son necesarios períodos de descanso para hombres no aclimatados previamente. Debe esperarse reducción en el rendimiento. Es deseable la selección médica del personal eliminando para estos trabajos a aquellos con problemas cardiovasculares, respiratorios o dermatitis crónicas. Condiciones inadecuadas cuando el esfuerzo mental exigido por el trabajo es apreciable.
80 90	Strees térmico muy severo. Solamente un pequeño porcentaje de la población está calificado para este tipo de trabajos. La selección del personal se hará previo reconocimiento médico por ensayos realizados en las condiciones de trabajo después de la aclimatación. Son necesarias medidas especiales de suministro de agua y sal. Debe reducirse la dureza del trabajo físico.
100	Es el máximo strees tolerable diariamente por hombres jóvenes físicamente adecuados y previamente aclimatados.

(GUTIERREZ. S/f).

4.2.5.- Entalpía del aire:

Definición:

Como propiedad termodinámica se tiene que la entalpía viene dada por la siguiente ecuación:

$$H = U + P \times V \quad (\text{VAN WYLEN, G. 1988})$$

Donde:

H : Entalpía total, (Kcal/Kg m)

U : Energía interna, (Kcal/Kg m)

P : Presión externa, (Kg/m²)

V : Volumen, (m³/Kg m)

"La entalpía es la cantidad de calor desarrollada por una reacción química a presión constante" (ACTA 2000. 1975)

Cuando la atmosfera se encuentra en el proceso de saturación se tiene que la entalpía del agua que se evapora aumenta la entalpía del aire, la diferencia entre estos dos valores es una constante en la evaporación y es usada para la elaboración de tablas psicrométricas.

La entalpía depende de la temperatura de bulbo húmedo y de la presión barométrica, no así de la temperatura de bulbo seco.

Desventaja:

No toma en cuenta la velocidad del aire, como una variable de vital importancia en los procesos de intercambio de calor entre el individuo y el aire que lo rodea.

Ventaja:

Representa el estado de la atmosfera. Se ha estimado que un valor de entalpía de 9.2 Kcal/gr, a partir de diversas combinaciones de U y P*V es adecuado para el normal desenvolvimiento de los seres humanos.

4.2.6.- Indice de piel húmeda:

Definición:

Es la variación que podría observarse en la sudoración de la piel si en el ambiente la evaporación fuese máxima, por su definición puede decirse que depende de la temperatura de la piel, la temperatura del aire, la humedad, la velocidad del aire y la vestimenta. Su evaluación se hace por medio de la estimación de la evaporación máxima ($E_{max.}$) a través de la siguiente expresión:

$$E_{max} = 16.7 * hc (P_{sk} - \phi_a * P_a) F_{pcl} \quad W/m^2 \quad (ASHRAE. 1.985)$$

Donde:

hc: Coeficiente convectivo de transferencia de calor en

$(W/m^2 \times ^\circ C)$.

P_{sk}^* : Presión de vapor de la superficie de la piel (New/m^2).

ϕ_a : Humedad relativa expresada en términos de fracción.

P_a^* : Presión de vapor de saturación una determinada temperatura (New/m^2).

F_{pcl} : Eficiencia de permeabilidad, factor incluido para modificar el gradiente de presión de vapor.

Desventajas:

Además de no considerar el efecto de la temperatura media radiante, solo puede emplearse para la evaluación de una condición extrema como lo es el caso de la evaporación máxima.

Ventaja:

Para cuando los niveles de humedad son muy elevados, (a determinadas temperaturas) existe la tendencia al malestar, en el común de las personas, esta escala permite establecer a través de un balance de energía, (en forma indirecta) el valor de la humedad mediante el calculo de la evaporación máxima, puesto que ambas son proporcionales.

4.2.7.- Temperatura cutánea o de la piel:

Definición:

Puesto que la piel es el medio que permite el intercambio de calor entre el ambiente y el organismo, se ha

creado un índice que establece la relación entre los estados del aire y la temperatura de la piel. Estudios realizados demuestran que los individuos se desenvuelven cómodamente cuando la temperatura de la piel fluctúa entre 33 °C y 34 °C y la del aire no sobrepasa los 28 °C, si este último valor es excedido este índice no es confiable ya que la temperatura media exterior del cuerpo a partir de ese valor varía muy poco.

Entre los ensayos hechos para determinar el índice de la temperatura de la piel se han obtenido buenos resultados mediante la utilización de un termómetro de columna de mercurio que se hace rodar por toda la piel siempre y cuando esta emita sudor, también se ha buscado para la estimación de este índice, el uso de termómetros de resistencia eléctrica. Sin embargo existen diversas expresiones matemáticas para evaluarlo. A continuación se muestran algunas de estas:

1) Condiciones generales:

$$P = 30.1 + 0.2*t - v(4.12 - 0.13*t) \quad (\text{ALVAREZ, F. S/f})$$

Donde:

P: Temperatura de la piel.

t: Temperatura de bulbo húmedo.

v: Velocidad del aire.

2) Sujetos sin vestimenta:

$$t_{sk} = 24.85 + 0.332*t_o - 0.00165*(t_o)^2 \quad (^\circ\text{C}) \quad (\text{ASHRAE. 1985})$$

3) Sujetos vestidos (0.6 - 1.0 clo):

$$t_{sk} = 25.8 + 0.267 * t_o \quad (^\circ\text{C}) \quad (\text{ASHRAE} . 1985)$$

Donde:

t_{sk} : Temperatura de la piel ($^\circ\text{C}$).

t_o : Temperatura operativa ($^\circ\text{C}$).

Desventajas:

Una desventaja que presenta la escala de temperatura de la piel, es que esta no es la misma en todas las partes del cuerpo y además varía de una persona a otra lo que obstaculiza obtener una relación entre esta y la temperatura del aire. Sin embargo se considera que la temperatura más representativa del organismo es la de la frente, de todas formas dicho valor no es sino una aproximación al real, que se usa solo con fines comparativos.

No es adecuado usar este índice cuando la actividad es muy fuerte, puesto que en dichas condiciones este no es un buen indicador del "confort". En vista de las dificultades que implica la utilización de esta escala, no es conveniente usarla para aplicaciones prácticas en las técnicas de ventilación.

Ventaja:

Toma en cuenta el efecto de la humedad en aquellos niveles en que el cuerpo no está transpirando.

4.3.- INDICES EMPIRICOS.

Como su nombre lo indica, estos indices son el producto de la experimentación, para determinar los efectos de diversas variables sobre la condición de bienestar, tomando en cuenta para la evaluación, la sensación de muestras heterogéneas de personas para una determinada vestimenta y para varias actividades. Los resultados de dichas pruebas generaron co-relaciones a las que puede accederse fácilmente mediante el uso de sus correspondientes ábacos. A continuación se describen de forma detalladas algunas de estas escalas.

4.3.1.- Temperatura Efectiva:

Definición:

Originalmente ideado por los americanos Yaglou y Houghten en el año 1.923, después de diversos estudios llevados a cabo en los laboratorios de investigación de la ASHRAE, sobre grupos de individuos ubicados en recintos específicos y con una vestimenta cuyo "clo" tenía un valor de uno (1).

La temperatura efectiva representa las sensaciones térmicas del hombre a través de la combinación de las variables: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo, humedad relativa y velocidad del aire.

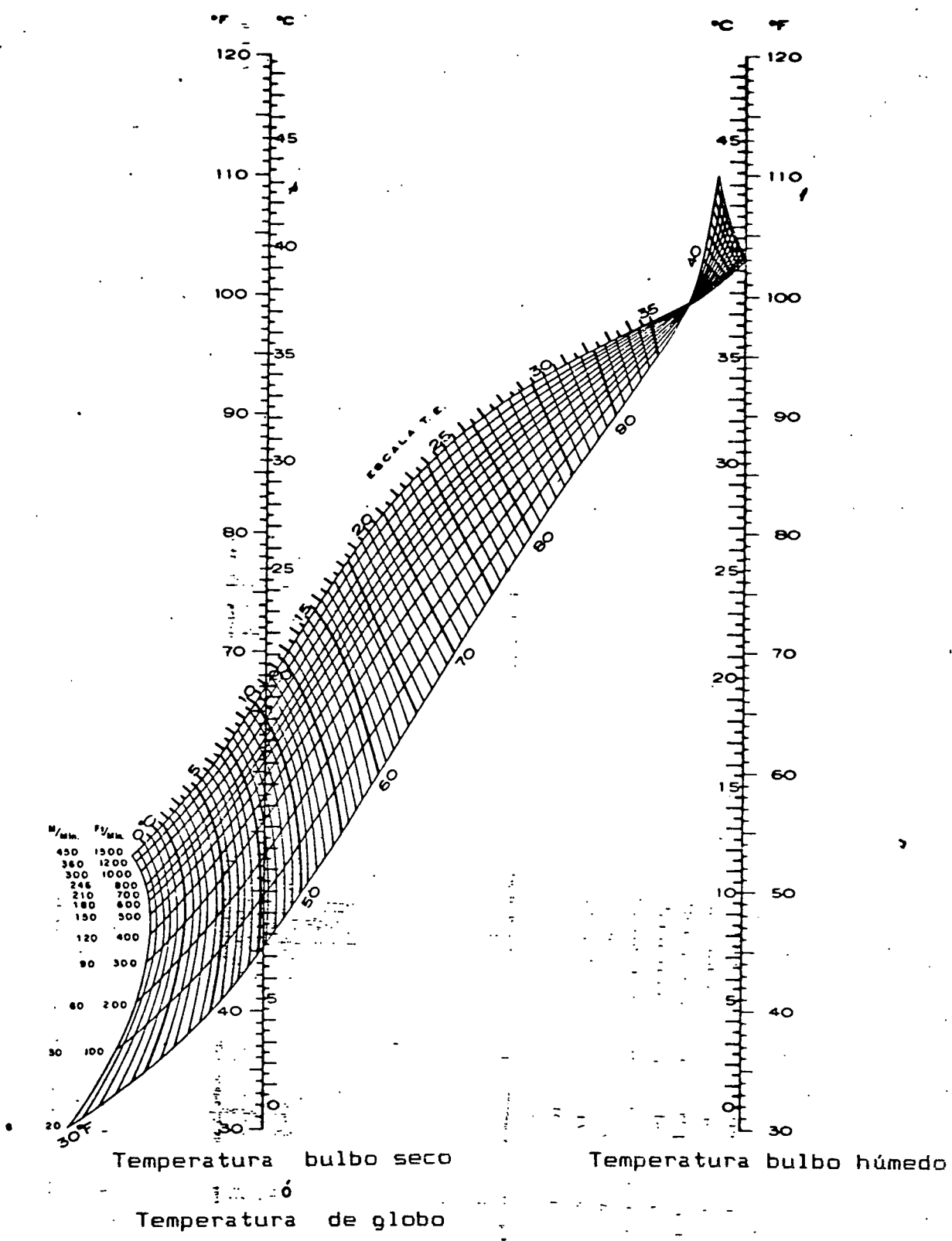
Puesto que no es posible medir la temperatura efectiva directamente, debido a la gran cantidad de variables que la afectan, se han establecido los llamados ábacos de temperatura efectiva para su determinación. Ver fig.6 ,donde se refleja que una determinada temperatura efectiva puede obtenerse a partir de diversas combinaciones de temperaturas seca y húmeda y velocidad del aire.

Desventajas:

Cuando la velocidad es muy baja (0.1 m/s - 0.4 m/s) la temperatura efectiva y la del aire tienden a ser la misma a una determinada humedad relativa. Por lo tanto para esas condiciones, esta escala no es representativa de las condiciones en que se desenvuelven los individuos.

Tal como se definió la temperatura efectiva, esta no toma en cuenta el efecto del calor irradiado por la superficie de los objetos circundantes, siendo recomendable usarla solo cuando los objetos que nos rodean se encuentran a la misma temperatura del cuerpo (no existan focos de radiación como estufas, hornos, etc).

La evaluación y control de esta escala puede resultar complicada debido a los efectos combinados de las variables que involucra.



ABACO PARA CALCULAR LA TEMPERATURA EFECTIVA

(POLER, M. S/f)

Fig-6

Los resultados de la evaluación de la temperatura efectiva, no pueden aplicarse indiscriminadamente en cualquier parte del mundo debido a las diferencias que se han encontrado en su valor óptimo, para diversas regiones.

No debe emplearse en recintos destinados a ser usado por cortos períodos de tiempo, puesto que en estos se requiere de una modificación brusca de la variables imperantes, experimentandose así una intermitencia muy brusca en los valores de temperatura efectiva.

Ventajas:

Debido a la gran cantidad de ábacos que se han desarrollado para representar a la temperatura efectiva, esta puede establecerse fácilmente siempre que se conozcan la vestimenta, la actividad y las variables del medio.

Puesto que no considera el efecto de la radiación, esta escala arroja buenos resultados en las evaluaciones de bienestar sobre individuos con vestimenta ligera.

A modo de aplicación, es posible establecer a partir de los valores de temperatura efectiva, la llamada zona de "confort", que no es otra cosa, que un rango de estas para el cual un alto porcentaje (90%, según pruebas realizadas durante muchos años por la ASHRAE) de sujetos manifiestan no sentir frío o calor.

4.3.2.- Temperatura Efectiva Corregida:

Definición:

A la temperatura efectiva corregida también se le conoce como temperatura sensible.

Puesto que la escala original no consideraba el intercambio de calor por radiación, se hizo necesaria una modificación del índice de temperatura efectiva, (corregirlo) empleando el termómetro de globo para tomar en cuenta el efecto de dicha variable.

Esta escala representa uno de los esfuerzos más notables para determinar los niveles de bienestar, por medio de una sola cifra y a través de sencillos ábacos, conociendo además de la temperatura de globo o media radiante, la humedad, la velocidad del aire y la vestimenta.

Es importante señalar que los ábacos empleados para determinar los valores de temperatura efectiva corregida son los mismos que para la escala original, solo que en lugar de utilizar la temperatura del aire (bulbo seco) se usa la lectura proveniente de un termómetro de globo. Ver fig. 6 .

Tan determinante es el efecto de la temperatura media radiante, (considerada en esta escala) que una variación de esta en por lo menos un grado °F cuando la temperatura efectiva es de

unos 26.7 °F produce el mismo efecto que un aumento de esta última en la misma cantidad.

También se ha determinado que el efecto de la temperatura media radiante es menor para altas temperaturas que para bajas, sin olvidar los posibles efectos de radiación cuando existen marcadas diferencias entre las superficies y el recinto, de allí la importancia de tomarla en cuenta.

Seguidamente se determinaran algunos de los factores que afectan la temperatura efectiva corregida:

a.- Diferencias climatológicas y de estación: La temperatura efectiva varía con la temperatura exterior, la cual como es bien sabido cambia de un día a otro y de una estación a otra. Es de esperarse que las personas que viven en climas fríos están cómodas a temperaturas efectivas más bajas que las de personas habituadas a climas cálidos.

b.- Tiempo de permanencia: El tiempo de ocupación de un espacio por volumen determinado de personas juega un papel importante sobre la temperatura efectiva. Se ha demostrado que mientras menos tiempo se ocupe un lugar habrá una mayor variación de la temperatura y esta estará sujeta a las condiciones exteriores.

c.- Vestimenta: Existen lugares en donde dependiendo

del tipo de ropa que se use, la temperatura efectiva tenderá a ser mayor o menor, sin tomar en cuenta otros factores. Generalmente, las mujeres usan vestimenta más ligera que los hombres, lo que conlleva a que requieran de temperaturas efectivas más elevadas.

d.- Actividad: Necesariamente, la temperatura efectiva se selecciona según el nivel de actividad.

e.- Edad y sexo: Por lo general, las mujeres y personas adultas, requieren de temperaturas efectivas más elevadas, en por lo menos $+1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, que los hombres y los jóvenes.

f.- Efectos de choque: Se refiere al encuentro repentino entre el aire exterior y el interior los cuales se encuentran a diferentes temperaturas efectivas y que puede o no ser perjudicial a las personas.

g.- Calor irradiado: Se tiene por ejemplo que el calor radiado de una persona a muros y ventanas frías requiere compensación, aumentando la temperatura efectiva.

Desventaja:

Aún cuando el índice de temperatura efectiva corregida es una medida bastante exacta del bienestar, su aplicación está restringida a lugares donde las variaciones de humedad y

$$T_{eq} = t + x * L / c_p \quad (1) \quad (\text{ALVAREZ, F. 1.970})$$

$$x = 0.622 * e / (r - e) \quad (2)$$

Donde:

t: Temperatura del aire.

x: Relación de mezcla para saturación.

L: Calor latente de condensación.

c_p: Calor específico a presión constante.

e: Presión de vapor.

r: Presión del aire.

Más aún, se puede obtener que la temperatura equivalente es aproximadamente igual a:

$$T_{eq} = t + 2 * e \quad (3) \quad (\text{ALVAREZ, F. 1.970})$$

La ecuación (3) válida cuando la presión de vapor es 101.300 pascales (una (1) atmosfera), y la misma puede ser representada como se muestra en la fig. 7 donde se destaca la zona de "confort" en base a las líneas inclinadas de temperatura equivalente constante.

Interpretando la fig. 7 se puede notar que el bienestar máximo según la temperatura equivalente resulta de la combinación de temperatura, presión de vapor y humedad, no siendo

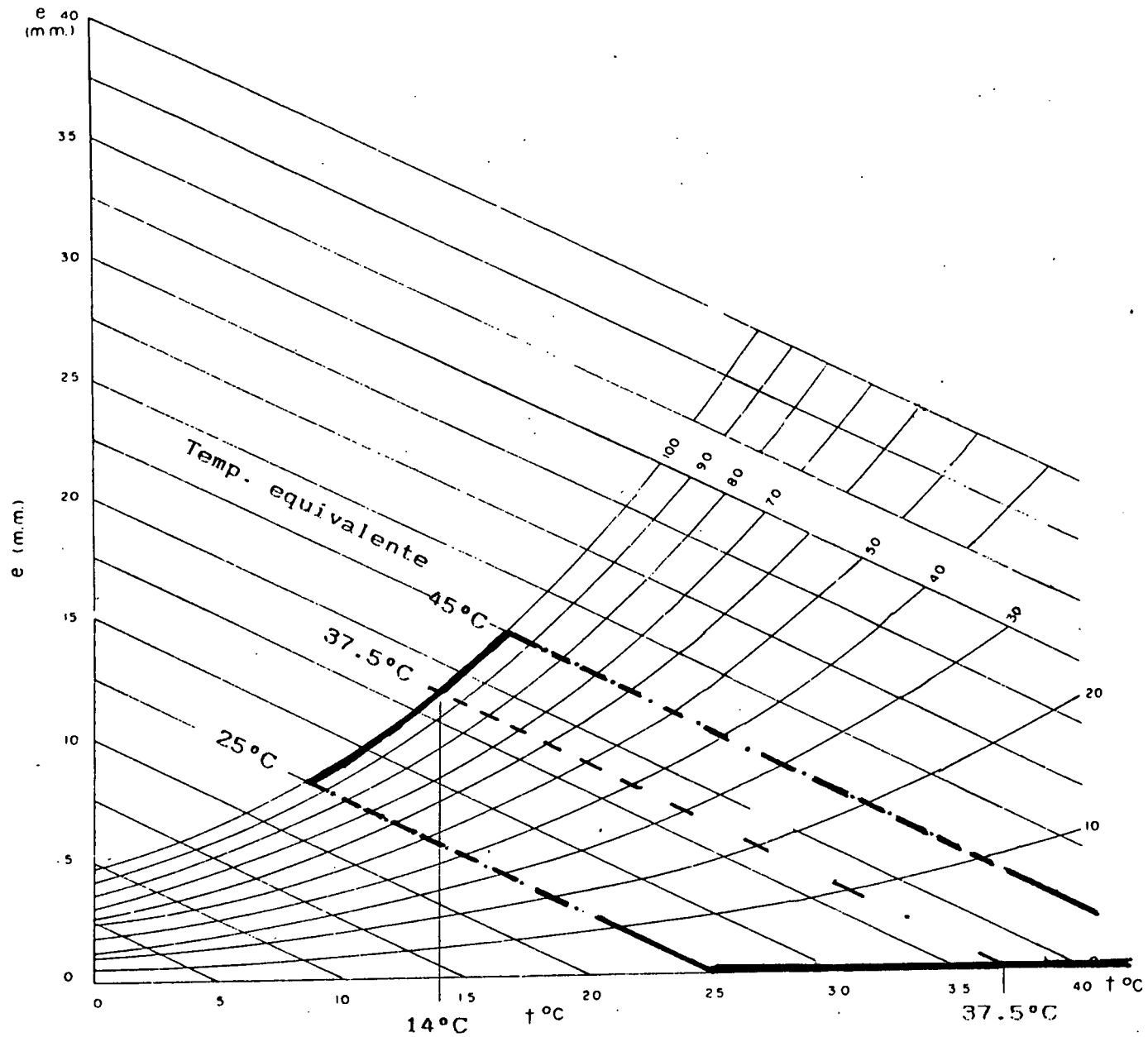


Fig-7

ZONAS DE CONFORT EN BASE A LA TEMPERATURA EQUIVALENTE

(ALVAREZ, F. 1.970)

movimiento del aire puedan ser controlados dentro de ciertos límites.

Ventajas:

Considera los efectos de radiación además de la temperatura, la velocidad y la humedad del aire.

Es aplicable a todo tipo de recintos, estén o no a la sombra.

4.3.3.- Indice de Temperatura Equivalente:

Definición:

El índice de temperatura equivalente o de Pröft, ha sido identificado como una escala universal en vista de la relación directa que tiene con el cuerpo humano.

El valor óptimo de esta escala es de 37.5 °C, que teóricamente garantiza la atmosfera adecuada para el máximo bienestar del hombre.

Dando una explicación más concreta, Knoche lo definió como " Aquella temperatura que adquiere una masa de aire húmeda si todo el vapor de agua que contiene se condensa y el vapor liberado por condensación (a presión constante) se utiliza para calentar el aire", proponiendo así la siguiente ecuación:

única esta combinación, al punto que la máxima sensación de "confort" se obtiene incluso en los casos extremos de humedad de 0% y 100% siendo los valores de la temperatura de bulbo seco de 37.5 °C y 14 °C respectivamente.

Cabe destacar que aún cuando la temperatura equivalente de 37.5 °C representa teóricamente la máxima sensación de bienestar y puede variar entre 25 °C y 45 °C T_{eq} y según el valor de la humedad relativa y la temperatura de bulbo seco, se modificaran las interpretaciones del bienestar.

Salirse de la zona de "confort", definida en esta escala, puede traer dos implicaciones:

- Si $T_{eq} > 45$ °C : Sensación calurosa que puede ir a los extremos del bochorno.
- Si $T_{eq} < 25$ °C : Sensación de frío que puede llegar a ser glacial.

Desventaja:

No considera el efecto de la velocidad del aire.

Ventajas:

Según la definición anterior la temperatura equivalente, considera los efectos de los calores latente y

sensible, es decir, el calor total contenido en una parcela de aire.

A partir de la ecuación (3) pueden representarse las curvas de aclimatamiento para un determinado período de tiempo, sustituyendo así el concepto estático de los demás índices de "confort", (ALVAREZ, F. 1.972).

4.3.3.1.- Modificaciones del índice de temperatura equivalente:

En 1.981, la Heat Piping, considerando la importancia que sobre la sensación de bienestar tiene la velocidad del aire, propuso para la estimación de la temperatura equivalente, y después de diversos estudios, la siguiente ecuación:

$$T_w = 33 - (10.45 + 10 \times \sqrt{v - v_0})(33 - t)/22 \quad (4) \quad (\text{SISSON, B. 1.981})$$

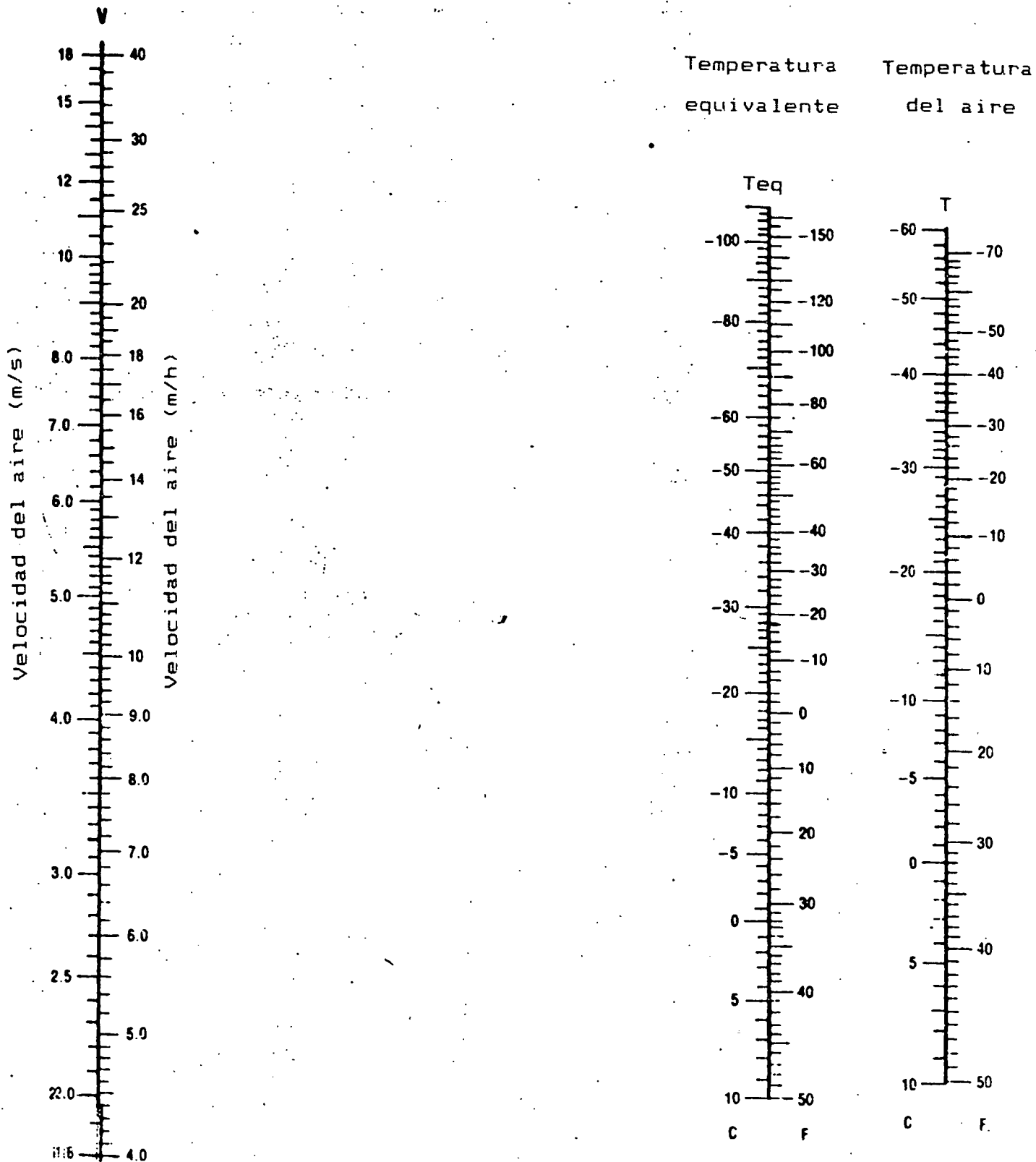
Donde:

T_w : Temperatura equivalente en °C.

v : Velocidad del aire en m/s.

t : Temperatura de bulbo seco °C.

En la fig. 8 se muestra un nomograma útil para la determinación de los valores de la temperatura equivalente según la ecuación (4).



Nomograma para determinar la temperatura equivalente

(SISSON, B. 1.981)

Fig-8

Ventaja:

Independientemente de su definición, esta escala resulta una buena herramienta en los estudios bioclimáticos, puesto que no basta conocer el valor de un índice en un momento dado, sino que tan aplicable es con el paso del tiempo.

4.3.4.- Índice de "Discomfort":

Definición:

Esta escala indica el nivel de "discomfort" o incomodidad para determinadas condiciones.

El índice de "discomfort" (ID) puede obtenerse a partir de la siguiente expresión:

$$ID = t - 0.55 * (1 - hr) * (t - 58) \quad (\text{ALVAREZ, F. S/f})$$

Donde :

t: Temperatura bulbo seco (°F).

hr: Humedad relativa, expresada en términos de fracción.

Cabe destacar que este índice dio buenos resultados para determinadas condiciones de tiempo durante el verano en los E.E.U.U. Seguidamente se destacan algunos valores:

ID	SENSACIONES
----	-------------

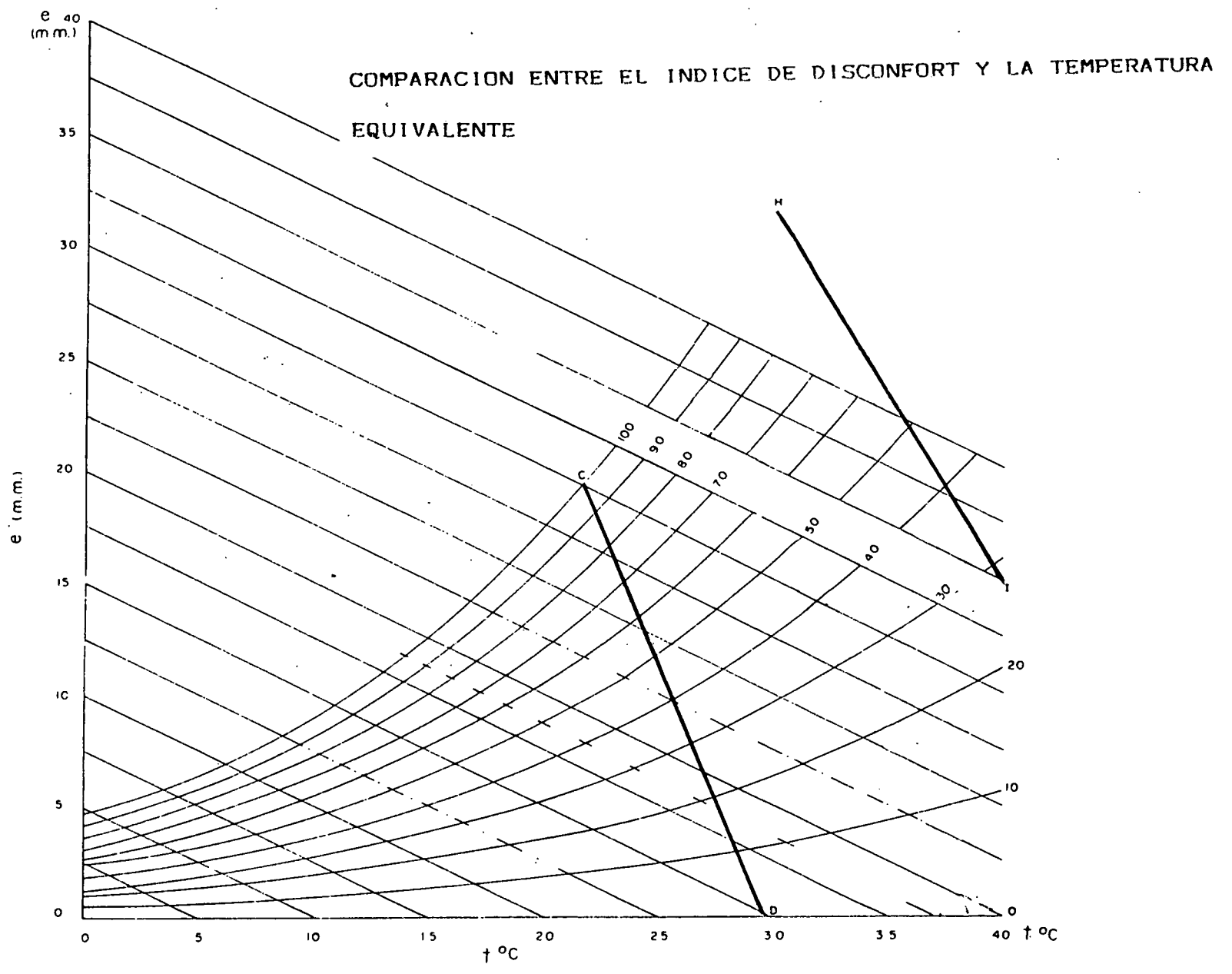
70	De malestar para un 10% de la población.
79	De malestar en la totalidad de la población.
86	De malestar alarmante, causando cierre de locales.

Désventajas:

Si bien es cierto que es posible establecer una relación entre la temperatura equivalente y el índice de "discomfort", puede suceder que existan combinaciones de temperatura y humedad, que produzcan valores óptimos de "confort" según el índice de temperatura equivalente y de malestar para la mayoría de las personas según ID. Por lo tanto debe tenerse mucho cuidado cuando se establecen aproximaciones entre estas escalas.

Ventaja:

La principal ventaja que nos ofrece este índice, es que si desarrollamos su fórmula para los tres (3) diferentes valores de: ID, t y hr, podemos establecer una relación entre esta y una escala universal del "confort" como lo es la temperatura equivalente (comparación entre dos índices). Ver fig. 9 donde las rectas HI y CD representan los valores 70 y 86 del Índice de "Discomfort" pivoteadas sobre las zona de "confort" que se define a partir de las temperaturas equivalentes.



ZONAS DE CONFORT EN BASE A LA TEMPERATURA EQUIVALENTE

Fig. 9

(ALVAREZ, F. 1.970)

4.3.5.- Predicción de las 4 horas de la tasa de sudoración:

Definición:

Es un índice expresado en base a la temperatura atmosférica, la tensión psicológica y mecanismos fisiológicos como la termorregulación.

El índice de predicción de las 4 horas de la tasa de sudoración depende de la temperatura de bulbo seco o de globo, de la temperatura de bulbo húmedo, de la velocidad del aire y a su vez de la tasa de generación de calor a causa de la actividad. Esta escala es producto de la experimentación y ha sido utilizada en una gran cantidad de industrias.

Desventaja:

La predicción de bienestar que se produce a través de esta escala es aplicable por un período de tiempo muy corto, cuatro (4) horas.

Ventaja:

Predice las reacciones fisiológicas del organismo frente a la temperatura atmosférica.

4.3.6.- Indice de temperatura y humedad:

Definición:

Como su nombre lo indica viene determinado por la temperatura y la humedad del aire. El mismo se define por medio de una co-relación que establece la relación entre estas dos variables, la cual se muestra a continuación:

$$THI = 0.4(t_a + t_{wb}) + 2.81 \quad (\text{GAGGE, A. 1.976})$$

Donde:

THI: Indice de temperatura y humedad.

t_a : Temperatura de bulbo seco. (°F)

t_{wb} : Temperatura de bulbo húmedo. (°F)

Desventaja:

No considera los efectos que tiene la velocidad del aire sobre el balance térmico del cuerpo.

Ventaja:

Predice el número de personas que pueden sentirse cómodas bajo ciertas condiciones de temperatura y humedad, algunos de estos valores pueden observarse en la tabla 5 .

TABLA 5
 PREDICCIÓN DEL PORCENTAJE DE INCOMODIDAD DE PERSONAS, PARA DIVERSOS
 VALORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA.

aire exterior		% de personas confortables
% de humedad relativa	Temperatura bulbo seco (°F)	
100	60 -----> 75	98
90	62 -----> 75	98
80	64 -----> 75	98
70	68 -----> 75	98
60	72 -----> 75	94
50	75	92
40	78	94
30	82	86
20	84	82
10	86	82

(ASHRAE. 1.985).

4.3.7.- Temperatura de globo o índice de radiación efectiva:

Definición:

Es un índice de "confort", cuya estimación se hace mediante un termómetro de globo, donde puede obtenerse el valor de temperatura de globo o de radiación efectiva.

Las variables que ejercen mayor influencia sobre la radiación efectiva son:

- La temperatura del aire.
- La velocidad del aire.
- La temperatura de los objetos circundantes.

Desventajas:

La objeción más importante que se le hace, es básicamente el hecho de que si las superficies en torno del termómetro de globo y el aire de los alrededores están a la misma temperatura, sin considerar la velocidad del aire, dicho instrumento solo medirá la temperatura del aire, que podría ser estimada más fácilmente utilizando un termómetro de bulbo seco.

Otra desventaja que presenta esta escala es el hecho de no considerar el efecto de la humedad.

Ventaja:

La radiación efectiva, pese a sus deficiencias está

considerada como una escala muy representativa de las condiciones de bienestar en locales cerrados donde el aire se mueve a baja velocidad.

4.3.8.- Indice de temperatura, humedad y viento, (I.T.H.V):

Definición:

Es un índice donde se establece para cada combinación de temperatura y humedad cinco (5) escalas de viento, obteniendo según la variación de la velocidad del aire un valor diferente para el índice con igual combinación de temperatura y humedad.

Para la escala de la velocidad del aire, el autor estableció una escala que va desde aire quieto hasta 44 m/hr.

Desventaja:

Solo puede aplicarse en espacios cerrados, ya que no toma en cuenta el efecto de la radiación que es una variable determinante para establecer niveles de "confort".

Ventaja:

Cabe destacar la importancia que para la estimación de esta escala, se dio a las respuestas fisiológicas y psicológicas de las personas, mediante la aplicación de evaluaciones para sondear sus sensaciones mientras eran expuestos a las pruebas.

En la tabla 6 . se muestran algunos valores del I.T.H.V, con respecto a la predicción del grado de "confort".

4.3.9.- Indice de "confort" y salud:

Definición:

Es una escala que relaciona la temperatura efectiva, con la temperatura del aire a 50% de humedad relativa, para su comprensión este índice se relaciona con la sensación de las personas así como con sus respuestas fisiológicas y de salud durante un tiempo prolongado. En la fig.10 . se muestra una escala para la aplicación del índice de "confort" y salud.

Desventajas:

Este índice no considera la temperatura media radiante y supone además que el máximo anual de humedad relativa es 50% y esto no necesariamente se ajusta a las condiciones de bienestar de un grupo de personas.

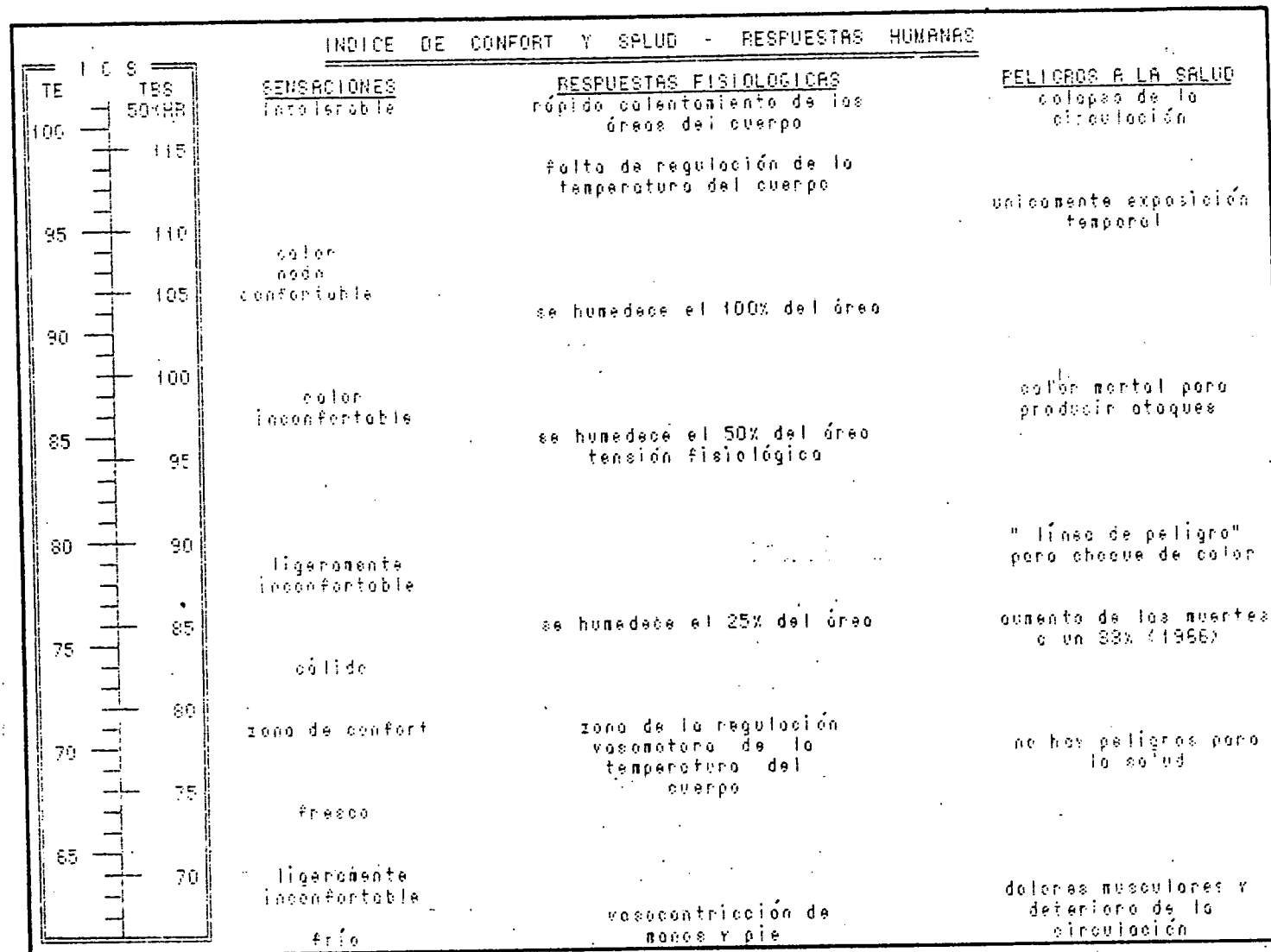
Ventaja:

Cada valor de esta escala predice la sensación que experimentan las personas presentes en una determinada habitación.

TABLA 6
 PREDICCIÓN DEL GRADO DE CONFORTABILIDAD SEGUN EL I.T.H.V.

I.T.H.V	% de personas incomfortables
70	0
71	10
72	20
73	30
75	50
79	90
80	100 condiciones
85	100 peligrosas

(ALVAREZ, F. 1.970).



(HARDY, J. 1.971)

Fig- 10

4.3.10.- Indice de sensación térmica:

Definición:

Es un índice para las estimación de la sensación de frío y debe evaluarse tomando en cuenta la exposición al frío de las extremidades, mientras que el cuerpo está completamente protegido.

La definición rigurosa de este índice según la ASHRAE :
 "El índice de sensación térmica, describe la variación de calor cedido de un cilindro con un litro de agua a 33 °C, como una función de la temperatura ambiente (t_a) y de la velocidad del viento (V_a)" y se puede estimar a partir de la siguiente ecuación:

$$WCI = (\sqrt{100V_a} + 10.45 - V_a) * (33 - t_a) \text{ Kcal}/(\text{m}^2 * \text{h}) \text{ (GUTIERREZ, S/f)}$$

Donde:

WCI: Índice de Sensación Térmica (Wind Chill index).

" V_a ": Se expresa en m/s

" t_a ": Se expresa en °C.

Se ha estimado conveniente no sobrepasar un valor de ST de 1.100 a 1.400 Kcal/($\text{m}^2 * \text{h}$) para que las partes recubiertas del cuerpo no queden expuestas a ningún riesgo por sometimiento a los ambientes fríos.

Desventaja:

Este índice es poco representativo debido a que en su formulación solo se consideran los efectos de la temperatura del aire, para un valor bajo en la velocidad del mismo, por lo que no refleja con exactitud la cantidad de calor cedido por el cuerpo, para elevados valores de velocidad del aire.

4.3.10.1.- Modificaciones del Índice de Sensación Térmica:

Considerando la inconveniencia de trabajar el índice de Sensación Térmica, (WCI) en función de $\text{Kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{hr})$, se ha establecido la temperatura equivalente del WCI, (T_{eq}), como aquella que para una velocidad de aire en reposo (64Km/h) produce el mismo WCI, dicha temperatura puede conocerse a partir de la siguiente co-relación:

$$T_{eq} = - 0.04544 * \text{WCI} + 33 \quad (^\circ\text{C}) \quad (\text{ASHRAE. 1.985})$$

La ecuación anterior considera el flujo de aire como si fuese fresco o sereno, aún cuando las temperaturas no sean bajas.

En la tabla 7, se muestran los valores de WCI, (válidos para determinar la T_{eq}) según la temperatura y velocidad del aire.

TABLA 7 . INDICE DE SENSACIONES TERMICAS (MCI)

		Temperatura Ambiente, C									
Aire Km/h	1.7	-3.9	-9.4	-15	-20.6	-26	-32	-37	-43		
0	1.7	-3.9	-9.4	-15	-20.6	-26	-32	-37	-43		
8	0.6	-6.1	-11.1	-17.2	-24	-29	-35	-40.6	-48		
16	-6.1	-13	-19	-26	-33	-39	-47	-53	-61		
24	-8.9	-17	-24	-32	-40	-46	-54	-61	-68		
32	-11.1	-20	-27	-36	-43	-51	-60	-67	-75		
40	-13.9	-22	-30	-38	-47	-55	-64	-71	-80		
48	-15	-24	-32	-41	-49	-57	-66	-74	-83		
56	-16	-25	-33	-42	-51	-58	-68	-76	-86		
64.4	-17	-26	-34	-43	-52	-60	-70	-77	-89		
72.4	-17.2	-27	-35	-43	-53	-61	-70	-78	-89		
80.5	-17.8	-27	-35	-44	-53	-62	-71	-79	-89		

(ASHRAE, 1.985).

Ventaja:

Mediante el empleo del WCI, pueden establecerse los requerimientos de ropa para períodos fríos, garantizando una adecuada ambientación que refleje la sensación de bienestar.

4.3.11.- Voto Medio Pronosticado, (VMP):**Definición:**

Índice creado, con el fin de predecir la opinión de un gran número de personas en cuanto a sus sensaciones, es decir, si sienten frío o calor en un espacio determinado, para lo anterior es utilizada una escala psico-fisiológica de sensación térmica de la ASHRAE, la cual consta de los siete (7) puntos indicados a continuación:

- 3: Frío.
- 2: Fresco.
- 1: Ligeramente fresco.
- 0: Bienestar neutral.
- +1: Ligeramente cálido.
- +2: Cálido.
- +3: Caliente.

El Voto Medio pronosticado es una compleja función matemática que involucra las siguientes variables: La temperatura del aire y de la piel, la vestimenta, la humedad relativa, la

velocidad del aire y la actividad . Para facilitar el uso de este índice se han creado una tabla , en la cual, a partir de las variables antes mencionadas, para un espacio específico se obtiene un valor único que al introducirlo en la misma, da como resultado, un pronóstico de la situación a que están expuestos los ocupantes de un determinado espacio.

Existe una versión modificada de este índice que la ASHRAE llama: VMP_g , que es muy similar a la escala original, excepto por el hecho de que calcula la temperatura de la piel en base a los modelos del investigador Ganger, en lugar de los planteados por la ecuación empírica que Fanger creó para dicha temperatura.

Desventaja:

Este índice fue instituido a partir de la sensación térmica, temperatura de preferencia, "confort", humor, vestimenta y actividad de 304 trabajadores de un edificio de oficinas con características específicas que no son necesariamente representativas de cualquier lugar en el mundo. Es decir que la aplicación del índice de voto medio pronosticado, es restringida y su uso está sujeto a las condiciones originales en que este fue implementado.

Ventajas:

Permite inferir las sensaciones térmicas de los

individuos que ocupan un determinado recinto, sin necesidad de invertir tiempo en la ejecución de encuestas que permitan definir dicho parámetro, a partir de la medición de variables ambientales.

Otra ventaja que ofrece esta escala, es el hecho de que es posible a través de la temperatura efectiva corregida y mediante el uso de gráficas establecer este índice. Ver fig. 11.

4.3.12.- Predicción del Porcentaje de Incomodidad, (PPI):

Definición:

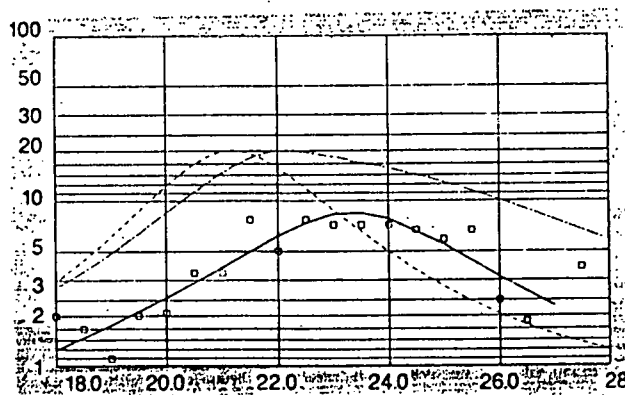
Índice creado con el fin de pronosticar el porcentaje de personas que pueden sentirse incómodas, basándose en la escala de sensación térmica de la ASHRAE, donde son considerados como inconfortables los puntos: -3= frío y -2= fresco y los puntos : 2= cálido y 3= caliente. Si los cálculos son realizados en función del índice de voto medio pronosticado de Ganger (VMP_g), el mismo adquiere el nombre de predicción del porcentaje de incomodidad de Ganger, (PPI_g) desarrollado en función de una ecuación similar a la ideada por Fanger.

Desventaja:

Este índice al igual que el de Voto Medio Pronosticado, fue establecido a partir de las condiciones

PORCENTAJE DE INSATISFACCION
VS
TEMPERATURA EFECTIVA CORREGIDA

Porcentaje de insatisfacción



Datos medidos

□

Regresión

fanger VMP

Gagge VMPg

.....

Temperatura efectiva corregida en °C

(BRANGER, G. 1.992)

Fig-11

imperantes en un ambiente determinado y sin embargo se observaron diferencias entre los valores reales presentes en el área de experimentación y el inferido por el índice de predicción del porcentaje de incomodidad en un laboratorio. El porcentaje de insatisfacción en las oficinas en estudio fue de 12% un valor más alto que el pronosticado por el índice de PPI y PPI_g, debido a que estos últimos se basan simplemente en una cifra de "clo", que se corresponde al promedio de vestimenta usada. Y en la oficina donde se intente implementar este índice habrá un amplio rango de ropa en comparación con los uniformes utilizados por los trabajadores del laboratorio de experimentos.

Ventajas:

Por medio de una cifra, da una noción de la cantidad de personas que pueden encontrarse en desagrado ante las condiciones en que se desenvuelven.

Además es posible determinar a partir de la temperatura efectiva corregida los valores de el índice de predicción del porcentaje de incomodidad, según se muestra en la fig.11 .

4.3.13.- Indice de Yaglou:

Definición:

Considera la ponderación fraccionada de la temperatura de bulbo seco, la de bulbo húmedo, y a veces la de globo.

También se le conoce con el nombre de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (TGBH).

La ecuación genérica que lo representa es:

$$\text{TGBH} = 0.7 \cdot \text{thn} + 0.2 \cdot \text{tg} + 0.1 \cdot \text{ta} \quad (1) \quad (\text{COVENIN. 2254-90})$$

Donde:

thn: Temperatura de bulbo húmedo (°C).

tg : Temperatura de globo (°C).

ta : Temperatura de bulbo seco (°C).

Es conveniente mencionar que la ecuación (1) es válida para exteriores expuestos directamente a la radiación solar y que la misma se transforma en:

$$\text{TGBH} = 0.7 \cdot \text{tbh} + 0.3 \cdot \text{tbs} \quad (2) \quad (\text{COHEN. 1992})$$

En la ecuación (2) desaparece el término de temperatura de globo, que es el caso de radiación nula, por lo tanto esta solo es válida en exteriores e interiores sin exposición directa a la energía solar (a la sombra).

Desventaja:

En la estimación de este índice no se toma en cuenta la influencia de la velocidad del aire, lo que hace que en algunos

casos sus resultados no sean representativos de las condiciones estudiadas, por lo cual no puede utilizarse en locales donde se requiera un control del flujo de aire.

Ventajas:

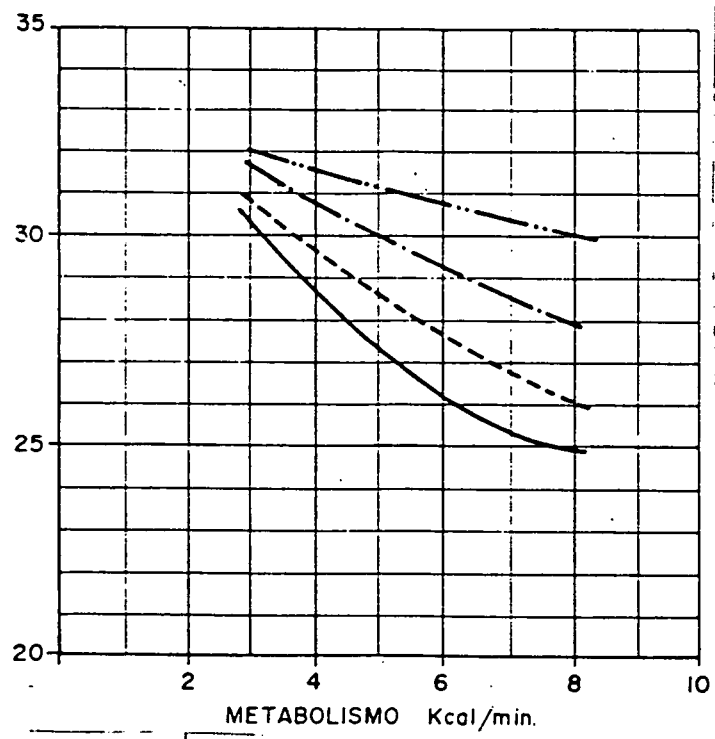
Los valores normales del índice de Yaglou (TGBH o WBGT) pueden ser comparados con los del WBGT máximo admisible, para unas determinadas condiciones de trabajo, según se muestra en la fig. 12 y las tablas 8 y 9. Mostrando así la aplicabilidad de dicha escala, que es ampliamente utilizada en higiene industrial.

4.3.13.1.- Modificaciones del índice de Yaglou:

Tomando en cuenta el error que se comete cuando no se considera el efecto de la velocidad, en la normalización de este índice se realizan algunas modificaciones que reflejan su influencia, tal como puede apreciarse en la tabla 9, donde se muestran los valores umbrales de WBGT, según el movimiento del aire.

Otro aspecto que es importante destacar es la consideración que en este índice se hace con respecto a que las exposiciones al calor y al esfuerzo no siempre son constantes sino que pueden tener cierta intermitencia, para no desestimar tal efecto, la WBGT real será un promedio ponderado en tiempo y se estimara según la siguiente expresión:

Temperatura globo bulbo húmedo (°C)



Temperaturas WBGT para diferentes regimenes de trabajo-descanso
- - - 25% trabajo 75% descanso/hora - - - 75% trabajo 25% descanso/hora
- · - 50% trabajo 50% descanso/hora — Trabajo continuo

(GUTIERREZ, A. S/†)

Fig-12

TABLA 8

VALORES DE LAS TEMPERATURAS W.B.G.T. ADMISIBLES

Regimen de trabajo-descanso	CARGA DE TRABAJO		
	Ligera	Moderada	Pesada
Trabajo continuo	30.0	26.7	25.0
75% trabajo 25% descanso (cada hora)	30.6	28.0	25.9
50% trabajo 50% descanso (cada hora)	31.4	29.4	27.9
25% trabajo 75% descanso (cada hora)	32.2	31.1	30.0

(GUTIERREZ. S/f).

TABLA 9

VALORES UMBRALES DE W.B.G.T. EN °C

CARGA DE TRABAJO	Baja velocidad de aire(hasta 90m/min)	Alta velocidad de aire(mayor de 90m/min)
Ligera (200 Kcal/h o inferior)	30	32
Moderado (201 Kcal/h a 300 Kcal/h)	28	30.5
Pesado (301 Kcal/h en adelante)	26	29

(GUTIERREZ. S/f).

$$TGBH = \frac{TWBGT_{t_1} * t_1 + TWBGT_{t_2} * t_2 + \dots + TWBGT_{t_n} * t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \quad (\text{GUTIERREZ. S/f})$$

Donde:

$TWBGT_{t_1, t_2, \dots, t_n}$: Son los valores de las mediciones para los diversos intervalos de trabajo y descanso en todo el período ($^{\circ}\text{C}$).

t_1, t_2, \dots, t_n : Es la longitud en minutos de cada intervalo de descanso o trabajo (min).

Para mayores detalles sobre este índice, se recomienda consultar la norma venezolana COVENIN 2254-90 " Calor y frío. Límites máximos permisibles", (Requisitos).

5.- INSTRUMENTACION.

En la definición que anteriormente se hizo de los índices de "confort", se describió la influencia que sobre estos ejercen ciertas variables, las cuales deben ser evaluadas (directa o indirectamente) para establecer cada escala de bienestar.

La determinación de las variables, normalmente se realiza mediante el uso de instrumentación, y aún cuando en general mucha de esta es conocida por la mayoría, existe otra, especialmente diseñada para tal fin (como el termómetro de globo para evaluar el efecto de la radiación) menos difundida.

En esta parte de nuestro estudio, mostraremos en forma sencilla las descripciones y características propias de los instrumentos de medición de temperatura, velocidad del aire, humedad relativa y radiación (como las variables de mayor influencia sobre las sensaciones de bienestar). Señalando solamente aquellos que más comunmente han sido utilizados, por ser más económicos y prácticos, sin embargo debemos aclarar que existen otros tipos de instrumentos cuyos diseños son más sofisticados.

5.1.- INSTRUMENTOS PARA LA MEDICION DE LA TEMPERATURA

Para determinar una temperatura, es indispensable tener el valor de una magnitud "y" que varia con ella.

Esta magnitud sólo debe depender de la temperatura, proporcionar un solo valor de la misma para cada uno de sus propios valores y permitir una medida cómoda. Aunque los fenómenos de dilatación fueron los primeros en tomarse en consideración, igualmente han sido escogidas otras magnitudes, como la presión de vapor saturado de un líquido, la diferencia de potencial de contacto de dos metales, la resistencia eléctrica de un conductor, la radiación luminosa de una fuente, etc.

A continuación se definen algunos instrumentos utilizados para la medición de la temperatura.

5.1.1.- Termómetro de Bulbo Seco o Normal:

Descripción:

Este instrumento está constituido por un depósito de vidrio llamado bulbo, que generalmente es esférico o cilíndrico el cual está unido a un tubo capilar cerrado en el otro extremo por donde asciende y desciende el líquido termométrico (mercurio)

al dilatarse o contraerse por acción de la temperatura. La lectura de la temperatura se obtiene por el valor que marca el menisco de la columna de mercurio sobre la escala adosada al tubo capilar que está graduada en °F o °C. Ver fig.13 .

Lectura:

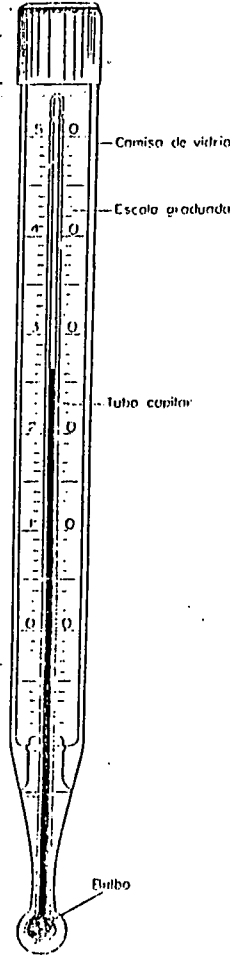
Para la realización de las mediciones generalmente se recomienda hacerlas después de un cierto tiempo de estabilización, es decir, cuando el termómetro alcanza su temperatura de equilibrio con respecto al aire que lo rodea.

Para evitar problemas de paralaje al realizar las lecturas, es conveniente observar la columna termométrica cuidando que la línea visual sea normal (perpendicular) a la columna de mercurio. Existen otros instrumentos para la medición de la temperatura de bulbo seco, los cuales poseen un registrador y se les conoce como termógrafos.

Características: (COVENIN 2254-90).

- Precisión de ± 1 °C.
- Rango de medición de 10 °C a 60 °C.
- Apreciación de 0.2 °C.
- Posee cubierta protectora contra la radiación infrarroja, de metal pulido o aluminio.

TERMOMETRO NORMAL



(RIVAS, A. 1.979)

Fig-13

5.1.2.- Termómetro de Bulbo Húmedo:

Descripción:

Es un termómetro que sirve para medir la temperatura de bulbo húmedo y cuya descripción y funcionamiento coinciden con el de bulbo seco. La única diferencia es que el bulbo del termómetro húmedo está recubierto con una gasa, algodón o muselina que deberá ser humedecida, con agua limpia (destilada o de lluvia) antes de cada observación. Ver fig. 14 .

Mediante el contacto del aire con la gasa (humedecida) se logra que el vapor de agua se evapore hasta alcanzar un balance con el existente en el contenido en la atmósfera (culminando así la evaporación). Todo el calor absorbido en el proceso de evaporación bajará la temperatura del bulbo, por tal razón la temperatura de bulbo seco siempre es mayor que la temperatura de bulbo húmedo.

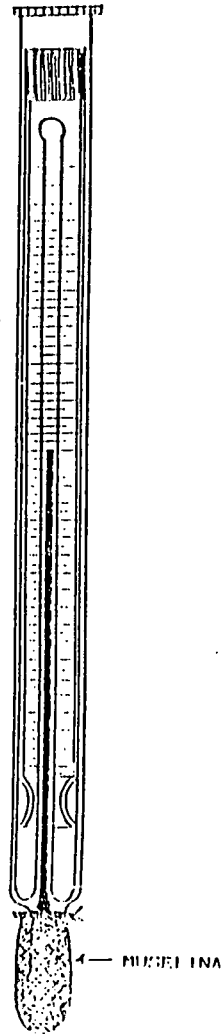
Lectura:

En cuanto a la lectura y la escala, el termómetro de bulbo húmedo es similar al de bulbo seco.

Características: (COVENIN 2254-90).

- Diámetro del bulbo, 6 ± 1 mm.
- Longitud del bulbo 30 ± 5 mm.

TERMOMETRO DE BULBO HUMEDO



(GOL, A. 1.964)

Fig-14

- Diametro del vástago de 6 mm.
- Rango de medición de 5 °C a 40 °C.
- Apreciación de ± 0.50 °C.

5.1.3.- Termómetro de Globo:

Descripción:

También conocido como termómetro de esfera, fue ideado por Vernon y consiste en un termómetro de columna de mercurio colocado en el centro de un esfera metálica (de cobre) hueca de unos 15 cm. de diámetro y pintada de negro mate para absorber la mayor cantidad posible de la radiación infrarroja incidente, este instrumento tiene una gran inercia requiriendo de unos 15 minutos para lograr su estabilización.

El termómetro de globo, considera los efectos de la radiación, velocidad del aire y las temperaturas de los objetos colocados a su alrededor y del aire.

Lectura:

Mediante la lectura directa del termómetro de esfera puede establecerse el índice de radiación efectiva, a la vez que es útil para determinar mediante formulación la escala de Yaglou si adicionalmente la esfera es recubierta mediante una muselina humedecida, se esta considerando la cantidad de vapor de agua

presente en el medio lo que permite determinar la temperatura media radiante a través de una expresión matemática.

El termómetro de globo es básicamente el mismo que se utiliza para medir temperatura del aire, (excepto por la esfera) por lo tanto al leer en él se deben tener los mismos cuidados que con un termómetro de bulbo seco, para garantizar una lectura adecuada.

Características: (COVENIN 2254-90).

En cuanto al termómetro:

- El vástago del termómetro sobresale 20 cms. de la esfera.
- Rango de medición de 20 °C a 120 °C.
- Precisión ± 5 °C.

En cuanto a la esfera:

- Coeficiente de emisión de 0.95.
- Espesor de la pared lo más delgado posible.

5.1.4.- Otros Instrumentos Termométricos:

Además de los termómetros que trabajan bajos los fundamentos de dilatación de gases o de líquidos, existen otros instrumentos basados en fenómenos muy diferentes. Estos se emplean usualmente solo para la medición de temperaturas

extremas, o cuando se requiere de gran precisión. Algunos de ellos se mencionan a continuación.

5.1.4.1.- Termocupla:

Descripción:

Constituye el denominado termómetro eléctrico. Consiste en dos hilos metálicos unidos mediante soldadura en dos puntos. Si se produce una diferencia de temperatura entre ambas soldaduras se genera una fuerza electro-motriz, que puede ser leída en un mili-voltímetro.

5.1.4.2.- Termómetro de Resistencia:

Descripción:

Su funcionamiento se basa en la variación de la resistencia eléctrica de un conductor dependiendo de su temperatura.

5.2.- INSTRUMENTOS PARA LA MEDICION DE LA VELOCIDAD DEL AIRE

Generalmente los instrumentos utilizados para determinar la velocidad del aire son los anemómetros, (los cuales serán descritos posteriormente) sin embargo es posible disponer de otros instrumentos que permitan establecer

directa o indirectamente su valor.

5.2.1.- Catatermómetro:

Descripción:

Este instrumento antiguamente utilizado, permite medir en forma indirecta, las corrientes de aire en varias direcciones y consta de un termómetro columna de alcohol o mercurio con un bulbo plateado en su parte inferior.

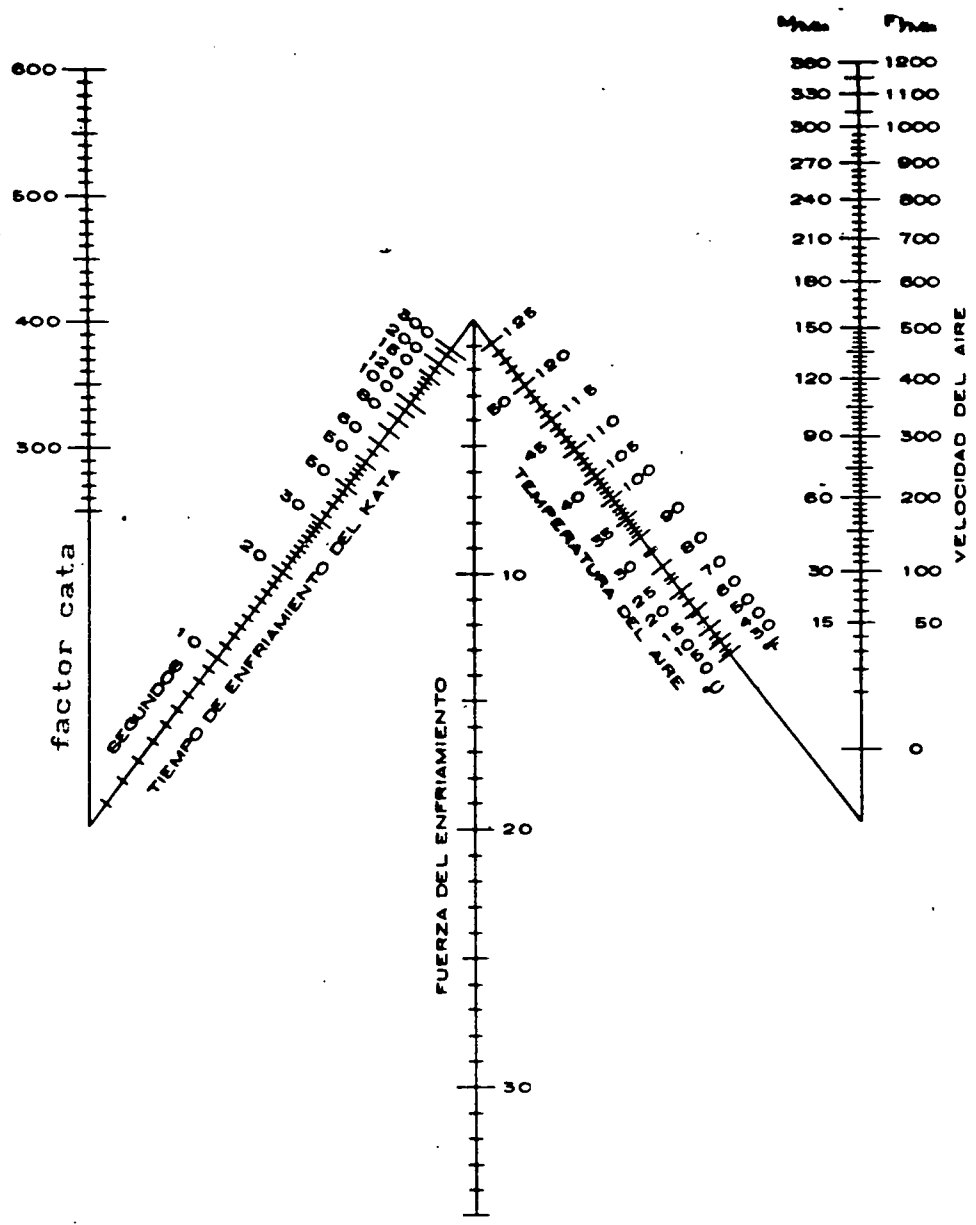
El termómetro es calentado en un "baño de María" hasta que su líquido (generalmente alcohol) alcanza el bulbo superior, seguidamente es suspendido exponiéndolo al aire.

Lectura:

Cuando el líquido, del termómetro comienza a bajar, debe medirse el tiempo que tarda en enfriar 3 °C seguidamente debe medirse la temperatura de bulbo seco.

A partir de los datos anteriormente medidos es posible determinar la velocidad del aire utilizando el ábaco correspondiente, que según muestra la fig.15, está diseñado en función de la catatemperatura y cuya ecuación es:

$$V = \left[\frac{\frac{H}{(T-t)} - a}{b} \right]^2 \quad (\text{JONES, W. 1.973})$$



ABACO PARA CALCULAR LA VELOCIDAD DEL AIRE
 KATA-TERMOMETRO (130-125 F)

(POLER, M. S/f)

Fig-15

Donde:

H: Es la capacidad de enfriamiento del catatermómetro y es igual al factor cata (propio de cada termómetro), dividido por el promedio del tiempo de enfriamiento en segundos.

t: Es la temperatura del bulbo seco (°C).

T,a,b: Son constantes que dependen del tipo de instrumento y del rango de velocidad.

Características:

- Tubo capilar con dos marcas que indican el rango de temperatura.
- Rango: 52 °C - 55 °C
- Cilindro del termómetro 1.8 cm. de diámetro y 4 cm. de longitud.

5.2.2.- Anemómetro de Aletas Deflectoras:

Descripción:

Es un instrumento para medir la velocidad del aire que funciona bajo el siguiente principio: La dirección del aire es captada por una aleta aerodinámica que pivotea dentro del instrumento y cuyo movimiento está restringido por un resorte y un magneto amortiguador, mientras que la velocidad del aire se mide con un tubo de Pitot. Debido a las características de la aleta, esta genera una fuerza que la mantiene.

Lectura:

La velocidad del aire, puede medirse directamente en una escala graduada. Sin embargo, se recomienda que cuando esta sea fluctuante, sean promediadas visualmente las oscilaciones de la aguja sobre la escala para obtener un valor promedio de la variable medida.

5.2.3.- Anemómetro de Hilo Caliente:**Descripción:**

Instrumento usado para medir la velocidad del aire a partir de un alambre de metal calentado por corriente eléctrica.

Características:

- El alambre: Platino, diametro de 0.003 pulgadas.
- Temperatura de calentamiento del alambre: 1000 °C, para eliminar el efecto de la temperatura del aire.
- La intensidad de la corriente que pasa a través del alambre incandescente es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la velocidad del aire
- Permite medir con precisión las velocidades del aire cuando las mismas son bajas.
- No puede utilizarse para la medición de variables exteriores.

5.3.- INSTRUMENTOS PARA LA MEDICION DE LA HUMEDAD RELATIVA.

La determinación de la humedad relativa puede hacerse en forma directa utilizando instrumentación, o indirectamente si se conocen por lo menos otras dos variables como las temperaturas de bulbo seco y húmedo.

Algunos de los instrumentos con los que contamos para la determinación de la humedad relativa son:

5.3.1.- Higrómetro de Cabello:

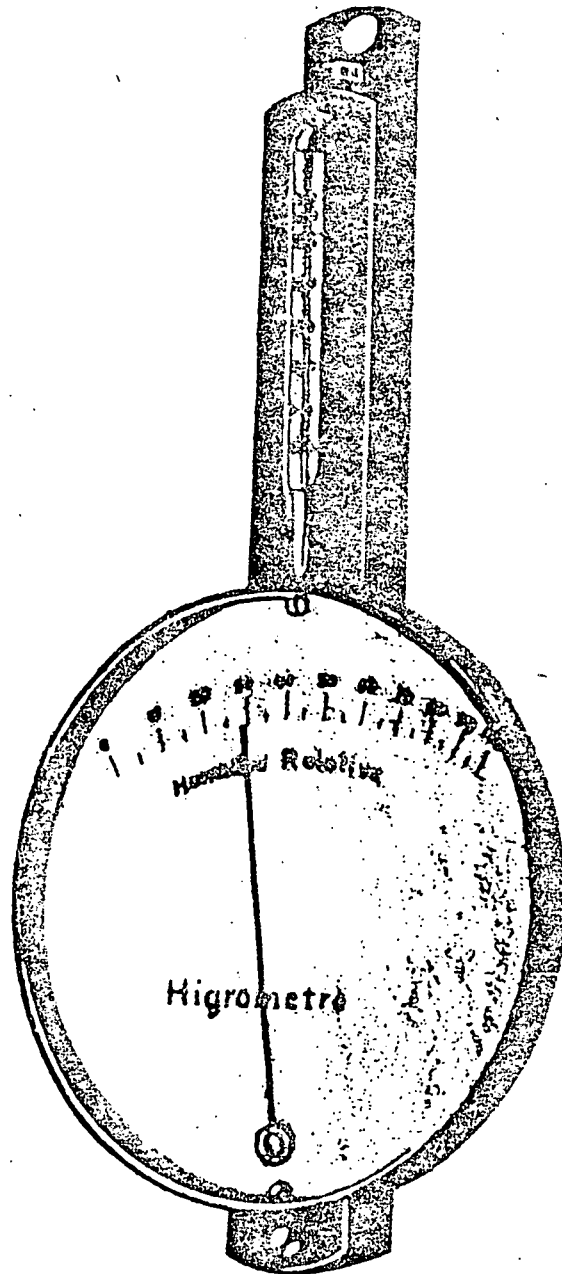
Descripción:

Instrumento que permite determinar la humedad relativa de la atmosfera, mediante el uso de sustancias higroscópicas que la absorben, aumentando así el volumen por medio de dilataciones proporcionales a la cantidad de vapor que existe en el aire. Ver fig. 16 .

Lectura:

Por tener una escala graduada en porcentaje de 5 en 5 se puede leer directamente la variable en términos porcentuales. Se recomienda antes de cada lectura golpear suavemente la caja protectora del instrumento, a fin de verificar la inercia de su sistema de palancas.

HIGROMETRO DE CABELLO



(RIVAS, A. 1.979)

Fig-16

Características:

Posee un elemento sensible constituido por un haz de 10 ó 12 cabellos limpios y desengrasados, cuya propiedad es la de variar de longitud por efecto de la humedad.

Mayor humedad -----> Alargamiento

Menor humedad -----> Encogimiento

Uno de los extremos de los cabellos es atado a un tope y el otro enrollado sobre una polea de pequeño diámetro. Unida al eje de la polea está una aguja indicadora de libre giro sobre un cuadrante, que precisamente tiene inscrita la escala donde podrá leerse directamente el valor de la humedad relativa.

5.3.2.- Psicrómetros:

Descripción:

La determinación en forma exacta, de la humedad relativa que contiene la atmosfera puede hacerse en un laboratorio mediante la condensación del vapor de agua contenido en el aire en una lámina pulida, sin embargo la humedad relativa puede obtenerse en forma aproximada cuando se utiliza el psicrómetro, aparato que generalmente esta compuesto por dos termómetros colocados con escasa separación entre si. Los dos termómetros son:

a.- El termómetro de bulbo seco: Tiene el bulbo

descubierto e indica directamente la temperatura del aire. Este termómetro esta colocado al lado izquierdo del aparato.

b.- El termómetro de bulbo húmedo: El típico termómetro de bulbo húmedo que se coloca del lado derecho del psicrómetro.

Conocidos los valores de las temperaturas de bulbo seco y húmedo, es posible determinar mediante el uso de tablas , como la carta psicrométrica, los valores de la humedad relativa. Nótese que además pueden conocerse otras variables como: La presión de vapor y la temperatura del punto de rocío.

Existe diversos tipos de psicrómetros a continuación se muestran algunos:

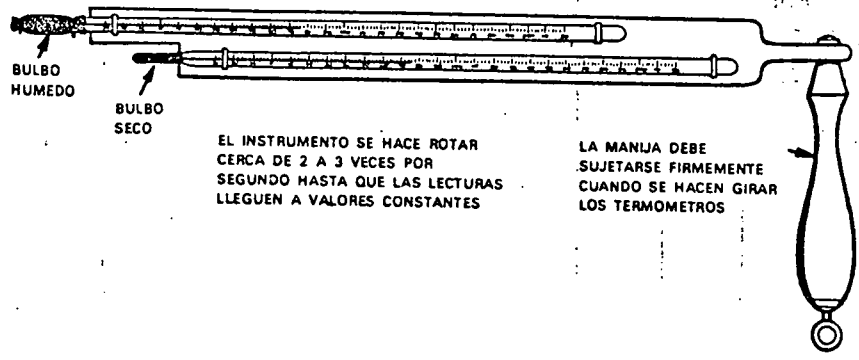
5.3.2.1.- Psicrómetro de Rotación o Giratorio:

Descripción:

En este instrumento, los dos termómetros, se encuentran fijos a una plancha metálica provista de una manivela que permite imprimir un movimiento de rotación a los mismos, según muestra la fig.17 , que se recomienda sea por un tiempo aproximado de 10 s. suficientes para alcanzar la temperatura de equilibrio en el termómetro de bulbo húmedo.

PSICROMETRO DE ROTACION O GIRATORIO

LOS DOS TERMOMETROS DEBEN SER ACOPLADOS POR EL FABRICANTE: ESTO ES, LAS LECTURAS OBTENIDAS CUANDO SE RETIRA LA GASA Y AMBOS TERMOMETROS SE EXPONEN A LAS CONDICIONES DEL BULBO SECO. DEBEN SER EXACTAMENTE LAS MISMAS



EL INSTRUMENTO SE HACE ROTAR CERCA DE 2 A 3 VECES POR SEGUNDO HASTA QUE LAS LECTURAS LLEGUEN A VALORES CONSTANTES

LA MANUA DEBE SUJETARSE FIRMEAMENTE CUANDO SE HACEN GIRAR LOS TERMOMETROS

(AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE. 1.979)

Fig-17

Lectura:

La lectura, principalmente de la temperatura húmeda, debe hacerse tan pronto como se detengan la rotación del instrumento puesto que esta comenzará a subir rápidamente.

5.3.2.2.- Psicrómetro con Ventilación:

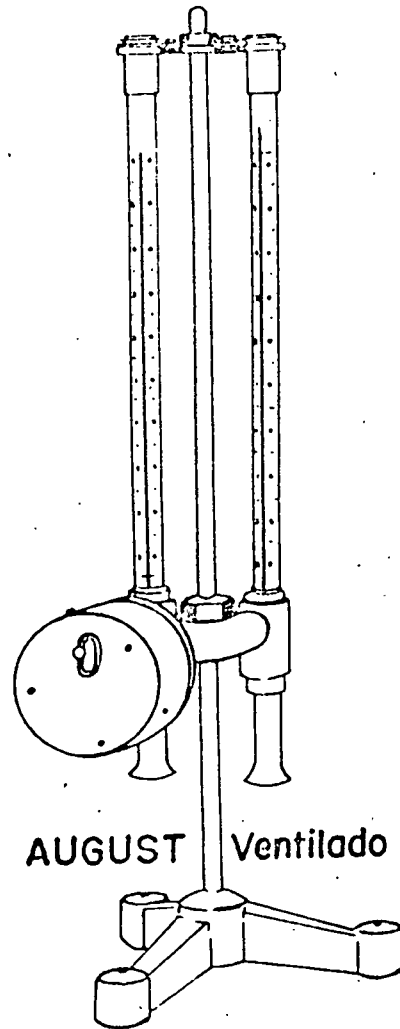
Descripción:

Eliminando el inconveniente de tener que inducir manualmente una corriente de aire, los bulbos seco y húmedo de los termómetros seco y húmedo del psicrómetro, se hallan encerrados dentro de dos tubos metálicos a través de los cuales se hacen pasar una corriente de aire de velocidad constante (2 m/s.) por medio de un aspirador, que no es más que un mecanismo de ventilación que tiene una pequeña hélice cuyas numerosas aletas ejercen una succión en el tubo metálico que produce una corriente de aire que pasa alrededor de los depósitos de mercurio. Ver fig. 18 .

Lectura:

Para garantizar una buena lectura, sobre todo en el termómetro de bulbo húmedo, se recomienda esperar de 3 a 4 minutos después de haber colocado el aspirador, de lo contrario los cálculos de humedad relativa (según temperaturas de bulbo seco y húmedo) serán erróneos puesto que en el termómetro de bulbo húmedo no se estará leyendo el mínimo valor

PSICROMETRO



AUGUST Ventilado

(RIVAS, A. 1.979)

Fig. 18

que se puede alcanzar, por falta de equilibrio.

5.3.2.3.- Psicrómetro sin Ventilación o de August:

Descripción:

En este instrumento, los termómetros de bulbo seco y húmedo son fijados sobre un soporte, mientras que la muselina del termómetro de bulbo húmedo es atada a una mecha que va directo a un recipiente de agua destilada que por capilaridad sube hasta la muselina logrando mantenerla constantemente humedecida. Ver fig. 19.

Lectura:

Puesto que no es fácil establecer el punto de equilibrio de la temperatura de bulbo húmedo, por la falta de ventilador, este instrumento no garantiza, en zonas tropicales, lecturas adecuadas.

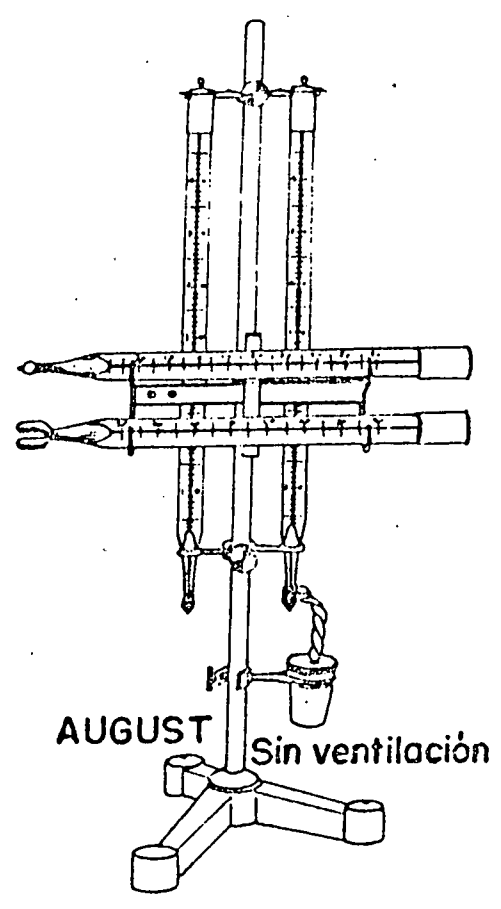
5.3.3.- Carta Psicrométrica:

Descripción:

En realidad, la carta psicrométrica, es útil para la estimación de diversos tipos de variables a partir del conocimiento de otras dos.

Para determinar en forma indirecta el valor de la humedad relativa, basta con conocer las temperaturas de bulbo

PSICROMETRO



(RIVAS, A. 1.979)

Fig. 19

seco y húmedo, medidas por ejemplo en un psicrómetro, y representarlas sobre sus respectivos ejes en la carta psicrométrica, estableciendo de esta forma la humedad relativa.

5.4.- INSTRUMENTOS PARA LA MEDICIÓN DE LA RADIACION TERMICA.

El efecto de la radiación térmica, además de evaluarse por medio de instrumentos como el termómetro de globo, puede ser determinado a través de otros instrumentos como los actinógrafos y pirómetros.

5.4.1.- Actinógrafo:

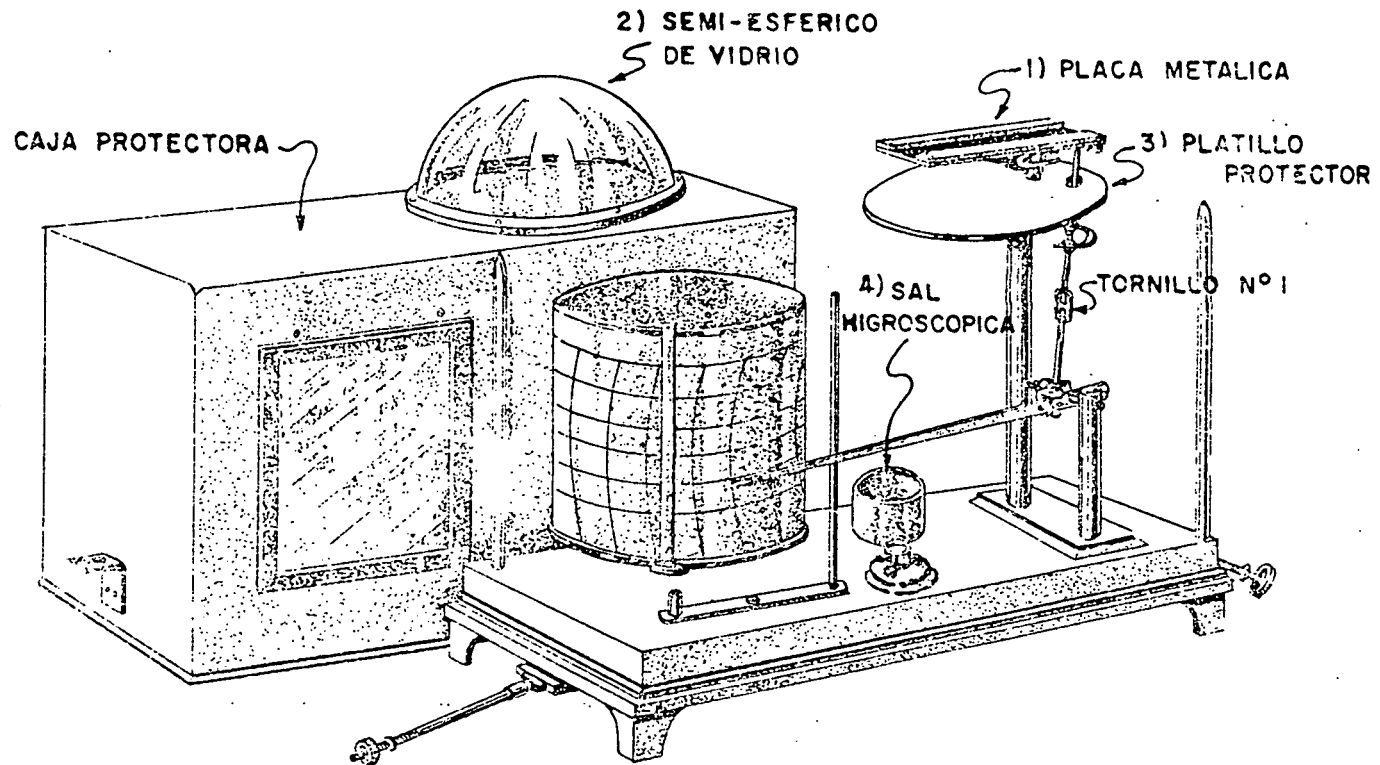
Descripción:

Este instrumento mide y registra la radiación solar tanto directa como difusa en cal/cm^2 , que incide sobre una superficie horizontal. Ver fig. 20 .

El elemento sensible de este instrumento es una placa metálica, expuesta horizontalmente con dos bandas blancas y una negra céntrica. En uno de los extremos las 3 placas están unidas, mientras en los otros extremos las 2 placas blancas están sujetas a un soporte, mientras que la negra se conecta de modo movable con un sistema de palancas y un brazo porta plumillas.

La deformación de las placas metálicas, causada por la

ACTINOGRAFO



(GOL, A. 1.964)

Fig. 20

Variación de la radiación solar, se registra sobre la banda.

Lectura:

De acuerdo con normas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), debe ubicarse el actinógrafo a 1.5 m de la superficie del suelo del lugar donde se desee hacer las mediciones.

El instrumento tiene un dispositivo de compensación adicional, lo que permite la apreciación directa de la intensidad de la radiación solar en las bandas que vienen graduadas en cal/cm^2 (0 cal/cm^2 - 2.0 cal/cm^2).

El tiempo de revolución del tambor generalmente es de 7 días, debiéndose cambiar las bandas entre las 0.6000 - 0.7000 horas legales de Venezuela (HLV) de cada lunes. Sin embargo existen tambores cuya revolución es de 24 horas.

Características:

- Como ya se dijo, el instrumento posee 3 placas metálicas, (dos blancas y una negra). Las 3 son del mismo tamaño: 1.5 cm*8.5 cm.
- Sobre la caja protectora del instrumento, está sujeta una semi-esfera de vidrio tiene 11 cm de diámetro.

5.4.2.- Pirómetro ó Piro de Radiaciones:

Descripción:

Forma parte de los instrumentos termométricos, generalmente es empleado para la medición de elevadas temperaturas y se basa en la emisión luminosa de la fuente calorífica cuya temperatura quiere determinarse. Ver fig. 21 .

5.4.3.- Radiómetro:

Descripción:

Instrumento que toma en cuenta tanto la radiación de onda corta proveniente del sol como la de onda larga proveniente de la superficie de la tierra, estableciendo un balance entre las mismas.

5.5.- INSTRUMENTACION ESPECIAL.

Además de los instrumentos anteriormente descritos, con el paso de los años y el avance de la ingeniería, se ha llegado al diseño de instrumentos de medición más sofisticados, capaces de establecer en forma simultanea, el valor de diversas variables. A continuación se reseñan dos (2) de estos.

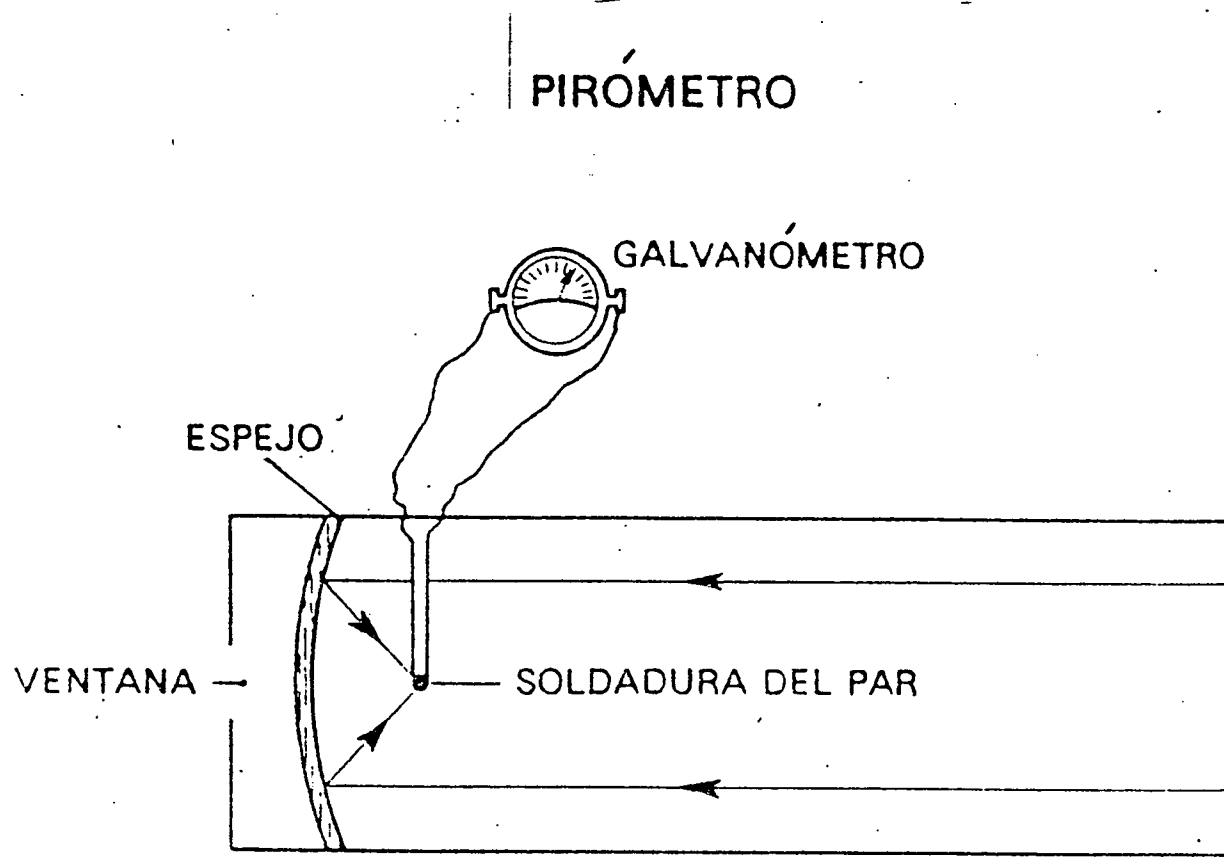


Fig. 21

(ACTA 2000 · 1.967)

5.5.1.- medidor de "confort":

Descripción:

Este instrumento fue creado en Europa, para el año 1.973 y es capaz de medir la temperatura del aire, la temperatura media radiante y la velocidad del aire. Cuenta con un sistema de dispositivos que le permiten graduarlo para una determinada vestimenta y una tasa de metabolismo, (estimada a partir de la actividad) además es posible introducirle (en forma aproximada) el efecto de la presión de vapor.

Lectura:

El medidor de "confort", permite leer mediante una escala y en forma directa, el valor del índice VMP, descrito en el capítulo 4. Además puede ser utilizado para establecer otra escala de bienestar como lo es la temperatura equivalente, pero bajo las siguientes condiciones:

- Local cerrado.
- Velocidad del aire baja.
- Temperatura del aire igual a la temperatura media radiante.

5.5.2.- "Confortimetro" (Confort meters):

Descripción:

Es un instrumento que consiste en un disco de 6 pulgadas de diámetro a través del cual, se puede medir el flujo de calor en diferentes direcciones, sin embargo, si se combina con termocuplas, puede determinarse el valor de la temperatura de la piel, mediante una co-relación en el disco.

6.- CARACTERISTICAS DEL TROPICO.

Para hacer un estudio sobre las condiciones de bienestar en el trópico se hace necesario definir en primer término, cuales son los elementos atmosféricos reinantes en la región ya que estos ejercen gran influencia sobre las actividades de los habitantes. Cualquier análisis sobre el estudio del bienestar de los individuos independientemente del lugar del planeta donde estos se encuentren debe llevar como fase inicial una evaluación de la situación climática, para controlar de alguna manera los aspectos negativos que afectan a las personas.

6.1.- UBICACION GEOGRAFICA.

El trópico, desde el punto de vista geográfico se encuentra enmarcado dentro de la región existente entre el trópico de Cáncer y el de Capricornio, los cuales se corresponden con las latitudes 30° N y 30° S respectivamente. Dicha extensión de terreno representa el 50% de la superficie continental del globo terráqueo donde vive más de la tercera parte de la población.

6.2.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS.

El trópico tiene condiciones atmosféricas muy bien definidas que lo diferencian de cualquier región del mundo. A continuación resaltamos algunas de estas.

6.2.1.- Radiación solar:

La radiación solar que interviene en el calentamiento de la atmosfera depende de la inclinación de los rayos solares, el estado de la atmosfera y de la distancia del sol a la tierra.

En la región tropical existe gran incidencia de los rayos solares por la inclinación de los mismos, oscilando los valores de radiación entre $0.35 \text{ cal}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ que incide directamente en el Ecuador hasta $0.30 \text{ cal}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ que llega a 30° N y 30° S de la Tierra. Los anteriores son los valores más altos de radiación observados en todo el planeta.

6.2.2.- Temperatura del aire:

La temperatura del aire está afectada por los siguientes factores: la latitud, la estación del año, la hora del día, la altitud, la continentalidad y las masas de aire.

En el trópico se tiene que la temperatura media es generalmente alta y que varia entre 20° C y 30° C , teniendo para cada localidad pocas oscilaciones diarias y anuales debido

a la gran insolación incidente. No existe mucha diferencia entre el mes más frío y el más cálido y la misma no sobrepasa los 5 °C. En la temperatura media diaria se registran variaciones de unos 10 °C, en las regiones continentales y 6 °C en las marítimas.

6.2.3.- Humedad:

Este término se refiere a la cantidad de vapor de agua presente en una parcela de aire, para un momento determinado, lo que también se conoce como humedad absoluta, sin embargo para el estudio de condiciones de bienestar del hombre, resulta más conveniente conocer la relación que existe entre el contenido de vapor de agua de un volumen de aire y el que existiría si estuviera saturado lo que es la llamada humedad relativa, que es función de la temperatura y es totalmente independiente de otros gases presentes en el aire.

Se tiene que la cantidad de vapor de agua presente en la región tropical es de 4% a 5% del volumen atmosférico, cifra que es muy alta en comparación con otros lugares del mundo. La humedad relativa media para el trópico varía entre 30% y 85%, mientras que para Venezuela esta misma se encuentra entre 70% y 83%.

6.2.4.- Nubosidad:

Se refiere a la cantidad de nubes que estén presentes en el cielo en un momento dado.

"Las nubes son un conjunto visible de partículas minúsculas de agua o de hielo, o ambos simultáneamente, que se encuentran en suspensión en la atmosfera. Se forman por enfriamiento del aire que contiene vapor de agua y son la manifestación visual de la condensación que se efectúa en la baja troposfera. El procedimiento para determinar la nubosidad consiste en dividir imaginariamente el cielo en ocho (8) partes iguales y estimar cuantas de las mismas estarían cubiertas si se agruparan todas las nubes que se observan. Si el cielo está totalmente cubierto equivale a ocho octavos (8/8) de nubosidad y cuando está completamente despejado cero octavos (0/8)". (RIVAS, A. 1.979).

La nubosidad cambia de acuerdo a las variaciones de: La circulación general, regional y local de los vientos, el contenido de vapor de agua en el aire, el relieve, la estación del año y la hora del día.

Es importante conocer la nubosidad puesto que esta influye directamente sobre la insolación en una región. En los trópicos se observa que la nubosidad es mayor en los períodos lluviosos que en los secos y que en un mismo día se tiene que

esta es alta cuando las corrientes ascendentes aumentan, lo cual ocurre después del mediodía, aproximadamente a las 2:00 pm.

6.2.5.- Precipitación:

Es la cantidad de agua caída sobre el suelo, proveniente de las nubes.

En la región en estudio, los trópicos, se observa que las precipitaciones son de tipo convectivo, es decir, las masas de aire son calentadas por su estancia durante mucho tiempo durante una superficie ya sea tierra o mar, provocando su ascenso. Aunque también pueden ser causadas por ondas del este, ciclones tropicales, vaguadas en las alturas, frentes fríos modificados.

Debido a que en el trópico existen valores altos de temperatura y evaporación, el contenido de vapor de agua en el aire es elevado. Esto permite que se generen grandes precipitaciones, las cuales tienden a ocurrir alrededor de las 2:00 pm, hora en que se produce el mayor ascenso convectivo de las masas de aire.

6.2.6.- Presión:

Es el peso de una parcela de aire sobre una determinada unidad de superficie. La presión cambia según la estación del año, la hora del día y la altura.

La presión es una variable climática de suma importancia, puesto que su gradiente es lo que da origen a los vientos. En las zonas tropicales se observa gran regularidad en los datos de presión, los cuales tienen dos máximos que se generan a las 10:00 am y a las 10:00 pm y dos mínimos a las 4:00 am y a las 4:00 pm, estos horarios son muy estables y pueden considerarse como constantes.

En líneas generales se observa que en el trópico la presión tiene oscilaciones muy pequeñas, de donde se infiere que esta tiene poca influencia para el estudio que se realiza en el presente trabajo.

6.2.7.- Viento:

Es el movimiento horizontal del aire, considerando en esta definición tanto la magnitud como la dirección de la velocidad, las cuales se encuentran modificadas por ciertas características predominantes dentro de una localidad como lo son: La topografía, la vegetación, la aceleración de Coriolis, el gradiente de presión y las corrientes oceánicas, entre otras.

La temperatura y la presión atmosférica son las causas principales que dan origen a la formación de los vientos, considerados estos últimos como agentes de transporte de la humedad y la precipitación.

Los vientos que rigen fundamentalmente a las zonas tropicales son los alisios, que soplan esencialmente del Nor-este en el hemisferio Norte y del Sur-este en el hemisferio Sur, de las altas presiones subtropicales, y se dirigen a la región ecuatorial donde convergen produciendo precipitaciones del tipo convectivo.

Los trópicos (al igual que otras partes del mundo) no se ven influenciados únicamente por los vientos que conforman la circulación general, sino también por algunos vientos locales y estacionales propios de cada región. A veces su determinación es compleja por la extensión del área considerada así como por la variación de la altura.

6.2.8.- Insolación:

Es el número de horas durante las cuales brilla el sol, lo cual está estrechamente relacionado con la nubosidad. Es decir que en la medida en que el cielo esté despejado, los valores de insolación irán incrementándose.

Las horas de brillo solar que se miden en las estaciones meteorológicas con un heliofanógrafo, reciben el nombre de insolación real, la cual por sí sola no dice mucho por lo que se relaciona con la heliofonía posible que viene dada por un almanaque astronómico y se refiere a la cantidad de horas que existen entre el momento en que sale el sol hasta que se

oculta. Esta relación recibe el nombre de insolación relativa.

La iluminación de una localidad depende de la inclinación de los rayos solares y en la región tropical los mismos caen perpendicularmente casi todo el año lo que hace que la insolación en la zona en estudio tenga una duración media anual alrededor de doce (12) horas, es decir días de aproximadamente igual duración que las noches.

6.2.9.- Evaporación:

Proceso físico que consiste en el paso del agua de una superficie líquida, un suelo húmedo, nieve o hielo a la atmosfera en forma de vapor de agua. Este cambio de fase líquido a vapor necesita de calor, el cual es absorbido de los cuerpos circundantes a la superficie en cuestión generándose una disminución de la temperatura de dichos cuerpos.

La evaporación se ve afectada por la temperatura del agua y del aire y disminuye en la medida que aumenta la cantidad de vapor de agua presente en la atmosfera.

Otro factor que también afecta la variable en estudio es el viento que provocará el movimiento del aire húmedo de un lugar a otro variando de esta forma la cantidad de vapor de agua presente en una localidad.

Por último, una de las variables que influye sobre la pérdida de agua de una superficie es la presión, a mayor valor de esta se tendrá menor evaporación.

En las latitudes tropicales se tienen los mayores valores de evaporación del globo terráqueo debido a la gran energía proveniente de la radiación solar que facilita el cambio de fase del agua y debido también a la presencia de los vientos alisios. La evaporación en los trópicos es superior sobre los océanos que en las áreas continentales.

7.- INDICES APLICABLES AL TROPICO.

Para establecer el o los índices más aplicables a las regiones tropicales, se recomienda seguir los siguientes criterios:

7.1- CRITERIOS DE SELECCION SEGUN ELEMENTOS CLIMATICOS.

Después del estudio de las condiciones imperantes en regiones tropicales, donde los niveles de radiación son los más altos observados en todo el planeta, puede decirse que para estudios de "confort" estos deben ser tomados muy en cuenta, por lo tanto y como una primera aproximación para la estimación del bienestar, toda escala que considere su efecto puede ser aplicables en dichas regiones.

Siendo la temperatura del aire una manifestación directa de la radiación, sus valores más elevados, también se alcanzaran en las regiones tropicales y prácticamente durante todo el año, de allí la importancia de su consideración. Aún cuando la gran mayoría de los índices de "confort" toman en cuenta su efecto, su selección dependerá de la forma en que estos lo hagan.

Otra de las variables que es de vital importancia en la consideración de las condiciones de bienestar es la humedad relativa, por estar relacionada directamente con la cantidad de vapor de agua en el interior de un determinado espacio físico, influyendo así en las sensaciones bioclimáticas. Por las razones antes expuestas, la humedad relativa es una variable del clima que debe establecerse cuidadosamente en criterios de diseño en cualquier parte del mundo.

Como ya se especifico anteriormente, en las regiones tropicales existe gran diversidad de regímenes de vientos, (magnitud y dirección de la velocidad) lo que obliga a un estudio por localidad del mismo, puesto que su efecto varía de un punto a otro, mal podría entonces despreciarse su influencia en los estudios de bienestar sobre todo cuando se desea un control de los volúmenes de aire.

La precipitación y la nubosidad, son elementos intermitentes, puesto que se producen durante una época del año, alcanzando valores extremos (máximos y/o mínimos) a lo largo del mismo, para tratar de compensar estos efectos (de intermitencia) sobre la temperatura, se cree conveniente considerar promedios mensuales de dicha variable cuando se evalúa un determinado índice de "confort". Debe aclararse que aún cuando la precipitación y nubosidad son elementos climáticos de cuidado, ninguna escala de bienestar considera directamente su efecto, lo que podría interpretarse como una deficiencia de los índices ya

establecidos.

Existen otros elementos como la evaporación, cuyo efecto es el modificar, mediante el aumento o disminución de la cantidad de vapor de agua, el valor de la humedad. Puesto que los máximos registros de evaporación se alcanzan en regiones tropicales, este elemento no puede ser ignorado en los estudios bioclimáticos. Conociendo la estrecha relación entre la humedad y la evaporación puede inferirse que cualquier escala que tome en cuenta la primera, lo hará con la otra.

La oscilación de la presión en los trópicos, es muy pequeña, razón que justifica el hecho de que en esta región no sea relevante el estudio de ella. El gradiente bórico origina el movimiento del aire y al utilizar su efecto (la magnitud de la velocidad), para seleccionar los índices de "confort" lo estamos considerando indirectamente.

En cuanto a la insolación, se infiere que, al igual que la radiación, tiene influencia directa sobre las variaciones de temperatura y que su efecto se evalúa cuando se establecen promedios de mediciones de esta última.

Del estudio antes realizado puede deducirse que existen ciertas variables climáticas que afectan en forma más significativas las condiciones predominantes en una región, en este caso el trópico, lo que sirve como criterio para la

selección de escalas de bienestar, dichas variables resultaron ser: La temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del aire y la radiación.

De lo anterior y después de un amplio estudio de las escalas de bienestar (Capítulo 4), se deduce que los índices que más se ajustan a las condiciones climáticas del trópico son:

Indices directos:

- Ninguno.

Indices derivados racionalmente:

- Índice de temperatura media radiante.
- Índice de tensión térmica.

Indices empíricos:

- Temperatura efectiva corregida.
- Voto medio pronosticado.
- Predicción del porcentaje de incomodidad.
- Predicción 4 horas de la tasa de sudoración.

7.2.- CRITERIOS DE SELECCION SEGUN SU DEFINICION.

Existen tres (3) clases de índices de "confort" : Los directos, los derivados racionalmente y los empíricos y cada uno se define a partir de consideraciones totalmente diferentes , que los hacen más o menos aplicables en determinadas situaciones.

Puesto que las sensaciones de bienestar difieren de una persona a otra, independientemente de su lugar de procedencia, se estaría cometiendo un error si para su evaluación no se toma en cuenta las opiniones de las mismas, lo que piensan y sienten.

Los índices derivados racionalmente no proceden de experimentación, mientras que las escalas de bienestar empíricas se han originado después de evaluaciones sobre diversos grupos de personas, por esta razón los primeros no serán tomados en cuenta a la hora de establecer las escalas de "confort" aplicables a la región en estudio, ya que en este trabajo se propone un procedimiento donde se tome en cuenta la sensación de las personas.

Por lo anterior solo serán considerados:

Índices empíricos:

- Temperatura efectiva corregida.
- Voto medio pronosticado.

- Predicción del porcentaje de incomodidad.
- Predicción de 4 horas de la tasa de sudoración.

Síntesis.

A partir de los dos (2) criterios anteriores de selección (según elementos climáticos y según su definición) se estableció que los índices empíricos representan las escalas más completas para la evaluación de las sensaciones que experimentan los habitantes de las regiones tropicales. Por otra parte entre las escalas empíricas antes seleccionadas, la más conveniente será aquella que tenga más requerimientos en cuanto tiempo y/o espacio, de donde se deduce que el índice que mejor puede representar las condiciones predominantes en los trópicos es el de la temperatura efectiva corregida.

8.- PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA ZONA DE "CONFORT" SEGUN LA TEMPERATURA EFECTIVA CORREGIDA.

Para la determinación de la zona de "confort" de un determinado lugar se considera conveniente tomar en cuenta tanto las condiciones exteriores como las interiores predominantes en el mismo, ya que ellas influyen sobre las sensaciones de bienestar que se puedan experimentar.

Se pretenderán establecer los rangos más apropiados de las variables que afectan, en mayor o menor medida, el grado de bienestar de un grupo de individuos.

Para hacer un análisis más detallado estimamos conveniente desglosar el estudio en dos (2) partes: Una que tome en cuenta las condiciones exteriores imperantes en el medio y otra que indique las reinantes en espacios interiores.

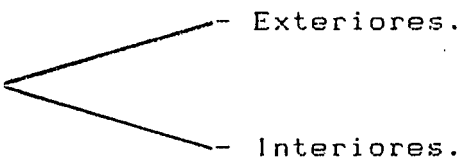
Como es bien sabido, las condiciones meteorológicas varían en amplios rangos y de una región a otra, hasta el punto que en lugares como Siberia pueden alcanzarse temperaturas de -40°C mientras que en Libia esta ha alcanzado hasta 58°C , lo anterior refleja la gran diferencia de condiciones climáticas en

el mundo y todo esto debido a factores como: La latitud, la altitud, la estación del año, etc.

Por las razones antes expuestas queda evidenciado que las condiciones exteriores varían de una región a otra e inclusive dentro de ella misma, por lo tanto su influencia sobre ambientes interiores no es una constante.

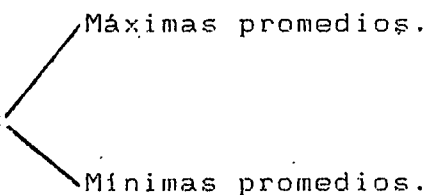
Considerando la importancia de establecer los niveles de bienestar que realmente reflejen las condiciones apropiadas para el desenvolvimiento de los individuos dentro de climas tropicales, proponemos a continuación un procedimiento práctico y sencillo para tal fin.

Pasos a seguir:

Medición de variables: 

- Exteriores.
- Interiores.

Establecimiento de condiciones imperantes, según la temperatura efectiva:



- Exteriores:
 - Máximas promedios.
 - Mínimas promedios.
- Interiores: — Promedios.

Como una primera aproximación y tomando en cuenta el amplio rango en que pueden oscilar las variables exteriores, para estas se considerarán sus valores máximos y mínimos promedios, mientras que para las variables interiores debido a su poca oscilación se trabajará con sus valores medios, cualquiera que sea el caso deberá establecerse las desviaciones de estos valores con respecto a la realidad.

No obstante a todo lo anterior se estima que para futuras evaluaciones debe hacerse un análisis exhaustivo sobre el estudio estadístico que debe dársele a las variables involucradas (cálculo de la mediana, la media, etc.) para trabajar con datos más ajustados a la realidad.

Determinación de las zonas de "comfort".

Relación entre la zona de "comfort" y las condiciones imperantes.

Evaluación de la sensación de "comfort" del grupo.

8.1.- MEDICION DE VARIABLES.

Después de un estudio de las condiciones reinantes en el trópico, se deduce que existen ciertas variables cuyos efectos tienen mayor incidencia sobre el bienestar que puede experimentarse en ambientes propios de dicha región y como ya se estableció en el capítulo 6, estas variables son: la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del aire y la radiación.

La incidencia en el medio de las variables antes mencionadas es lo que determina las condiciones exteriores e interiores que actúan sobre los individuos modificando constantemente sus sensaciones.

Por todo lo anteriormente expuesto, las mediciones de variables que deben tomarse en cuenta son las siguientes:

- Las temperaturas del aire (temperatura de bulbo seco):
máxima, mínima y promedio.
- Humedad relativa: máxima, mínima y promedio.
- Velocidad promedio del aire.
- El efecto de la radiación a través de las temperaturas de globo: máxima, mínima y promedio.

8.1.1- Variables Exteriores.

Las variables exteriores son medidas generalmente en estaciones meteorológicas, por lo tanto y considerando que sus evaluaciones son adecuadas, estas no serán motivo de estudio en el presente trabajo, ya que se estima que los datos registrados en una estación son representativos de las condiciones meteorológicas predominantes en el lugar donde están ubicadas.

Según estudios estadísticos, se ha determinado que una muestra meteorológica es representativa de su localidad si de la misma se tiene información para un período de al menos 30 años, en el caso de variables como la precipitación. Sin embargo para las variables motivo de estudio, se ha establecido que por su poca oscilación en áreas tropicales, será suficiente manejar datos de medición para un lapso de 5 años. Todo lo anterior dependerá básicamente de la topografía de la región.

Para aquellos casos en que no se disponga de información para un periodo de 5 años, el estudio se podrá realizar con los datos más recientes, teniendo en cuenta que el tiempo de vigencia de los resultados obtenidos será más corto.

No obstante a lo anterior, los datos meteorológicos que se utilicen, dependerán de la información que de estos se tenga en la estación más representativa de la región, entendiéndose como tal, aquellas que cumplan con las siguientes condiciones :

- Se encuentren más cercanas al lugar de estudio, siempre y cuando ambas localidades (la de la estación y la del sitio de evaluación) sean homogéneas en cuanto a la vegetación, la topografía y sobre todo el régimen de viento.

- Más importante aún, las que manejen mayor información de las variables : temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del aire y radiación.

De no cumplirse ninguna de las anteriores, el encargado de hacer el estudio seleccionará la estación más adecuada mediante el seguimiento de criterios estadísticos.

Una vez conocida la fuente de donde se obtendrá la información, de variables exteriores como puede observarse a modo de ejemplo en la tabla 10, que muestra el resumen climatológico de la estación U.C.V. solo será necesario determinar de que modo se hará uso de la misma. Como una primera aproximación se recomienda trabajar con promedios mensuales de las variables requeridas.

8.1.2.- Variables Interiores.

Considerando todas las posibles alternativas, tenemos que analizar los dos casos que pueden presentarse:

RESUMEN CLIMATOLOGICO

TABLA 10

Situación	Latitud: 10°29'41" N
	Longitud: 66°53'12" W
	Altitud: 884,89 msnm.

Estación Climatológica: U.C.V. (0639)

Promedio: 1973/88

ELEMENTO CLIMATOLOGICO		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Temperatura °C	Media	20.9	21.5	22.8	24.1	23.8	23.0	22.6	22.3	23.1	22.9	22.7	21.4	22.5
	Máx. Absolut.	32.0	33.7	35.2	34.0	32.8	32.5	30.2	33.2	33.0	32.5	31.7	30.5	35.2
	Mín. Absoluta	8.4	9.9	11.8	11.2	14.0	16.0	13.9	13.6	14.0	13.4	12.6	9.8	8.4
Humedad Relativa	Media	75	72	71	71	74	74	80	82	80	83	81	80	77
	Máx. Absolut.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Mín. Absoluta	12	12	03	04	18	27	29	27	20	30	27	27	03
Viento	Veloc. Media m/s	2.4	2.4	2.5	2.2	2.1	2.7	2.2	1.9	1.9	1.9	1.9	2.1	2.1
	Dircc. Preval.	NW/SSE	SE/NW	NW/SE	SE/NW	ESE/SE	ESE/SE	SSE/SSE	SSE/SE	SSE/NW	SSE/NW	SSE/SE	SSE/SE	SSE/SE
Insolación (horas)		6.6	7.8	7.5	6.7	5.0	5.9	6.1	5.5	6.2	5.8	5.7	6.2	6.2
Precipitación (mm)		18	15	10	61	83	99	91	119	114	122	89	35	856
Radiación cal/cm ² . día		393	452	427	423	396	437	468	459	455	396	377	380	421
Evaporación (mm)	Sol	4.1	4.8	5.1	5.6	4.2	5.0	4.3	4.3	4.8	4.2	3.8	3.8	4.5
	Sombra	2.6	3.1	3.7	3.9	3.1	2.6	2.6	2.1	2.4	2.2	2.0	2.1	2.7
Temp. del Suelo 2 cms.	Máxima	42.0	60.0	63.0	59.0	56.0	45.0	46.5	46.5	46.0	45.0	40.0	41.8	63.0
	Mínima	13.0	15.0	16.5	18.0	18.5	20.0	20.0	19.5	20.0	19.2	16.5	15.5	13.0

- Locales por construir.
- Locales construidos.

Los locales por construir, serán aquellos espacios que estén en proyecto y para los cuales se desee determinar las condiciones en las que los futuros usuarios podrían desenvolverse cómoda y satisfactoriamente según variables térmicas. Para estos casos (por no estar construidos) no pueden evaluarse condiciones interiores, por tal razón solo se consideran las variables climatológicas, provenientes de las mediciones hechas en una estación, de la región donde se construirá el local.

Los locales construidos, como su nombre lo indica, están establecidos y por lo tanto en estos pueden hacerse mediciones, que junto con las provenientes de la estación meteorológica, serían tomados en cuenta para el estudio de bienestar.

Para establecer adecuadamente las condiciones predominantes en un ambiente interior, es lógico pensar que, se requiere de la ubicación en forma conveniente de los instrumentos que permitan la evaluación de las mismas en la forma representativa.

8.1.2.1.- Procedimiento para las mediciones.:

A continuación se propone para la determinación de las condiciones en ambientes interiores lo siguiente:

a.- Evaluar las variables:

- a.1.- Temperatura del aire (bulbo seco).
- a.2.- Temperatura de bulbo húmedo.
- a.3.- Humedad relativa.
- a.4.- Velocidad del aire.
- a.5.- Efecto de la radiación.

b.- Seleccionar la instrumentación requerida:

- b.1.- Termómetro de bulbo seco -> Temperatura del aire.
- b.2.- Termómetro de bulbo húmedo -> Temperatura de bulbo húmedo.
- b.3.- Carta psicrométrica del lugar -> Humedad relativa.
- b.4.- Anemómetro -> Velocidad del aire.
- b.5.- Termómetro de globo -> Efecto de la radiación.

Consideraciones:

Se emplearan instrumentos de lectura directa, ya que estos suelen ser más económicos y de fácil acceso, lo cual no sucede con los instrumentos registradores.

La temperatura de globo solo se tomará en cuenta en presencia de fuentes de radiación, en caso contrario se evaluará la temperatura de bulbo seco.

La cantidad de instrumentos que se requieran para las mediciones dependerá de las consideraciones que se hagan en el punto siguiente.

c.- Escoger dentro del local el o los lugares de medición:

Ya se han establecido normas para la colocación de los instrumentos de medición dentro de locales, (según puede observarse en la norma "Calor y Frío. Límites Máximos Permisibles". COVENIN. 1990) pero evidentemente el cumplimiento de las mismas puede crear un problema operativo si el local está en uso, por lo que a continuación proponemos escoger dentro del local, el o los lugares de medición según:

c.1.- Número de personas:

c.1.1.- Los puntos de medición se ubicaran en el centro aproximado de las áreas de mayor concentración de personas.

c.2.- Actividad:

c.2.1.- Se establecen dos (2) categorías:

c.2.1.1.- Para personas de pie.

c.2.1.2.- Para personas sentadas.

Para las categorías anteriores, se considera necesario indicar los diversos niveles de esfuerzo físico, es decir,

actividad: liviana (l), media (m) y pesada (p), a que pueden estar sometidos los individuos según su metabolismo. Para lo cual se recomienda un estudio fisiológico en el cual se especifique el consumo de energía por cada actividad desempeñada.

c.2.2.- Para cada área de concentración de personas, deberá establecerse la actividad predominante (para personas de pie o personas sentadas).

c.2.3.- Según la actividad predominante, se hará lo siguiente:

c.2.3.1.- Para la categoría: Actividad de personas de pie:

c.2.3.1.1.- Determinar la altura promedio de las personas (excluyendo los valores extremos) para cada área de concentración.

c.2.3.1.2.- Colocar los instrumentos de mediciones en tres (3) puntos y a las siguientes alturas:

- A un 10% de la altura promedio (aproximadamente a la altura de los tobillos).

A un 60% de la altura promedio (aproximadamente a la altura del abdomen).

- A un 90% de la altura promedio (aproximadamente a la altura del cuello).

c.2.3.2.- Para la categoría: Actividad de personas sentadas:

c.2.3.2.1.- Las mediciones se harán en dos (2) puntos y a las siguientes alturas:

- A 0.1 m de la altura del piso (aproximadamente a la altura de los tobillos).

- A 1.1 m de la altura del piso (aproximadamente a la altura del cuello).

Las consideraciones pertinentes a la vestimenta y al tipo de trabajo realizado, serán hechas en el punto referente a las zonas de "comfort".

La selección que anteriormente se hizo con respecto a la altura de colocación de los instrumentos de medición, responde a aspectos de tipo fisiológico. Se ha demostrado que existen ciertas alturas que son muy determinantes en las condiciones de exposición de los individuos al medio y que de estas últimas depende su rendimiento en el desempeño de una labor, por ejemplo a la altura de los pies, deben evitarse corrientes exageradas de aire, puesto que esto causa de forma inmediata sensación de escalofrío.

d.- Manipular la instrumentación:

d.1.- La instrumentación requerida deberá ubicarse sobre un soporte que permita su movimiento en forma adecuada a las alturas antes establecidas.

e.- Evaluar las mediciones:

e.1.- Una vez medidas todas las variables y para cuyos registros se recomienda el uso de una hoja de anotaciones como la mostrada en la tabla 11, y considerando que por cada grupo y según la actividad predominante, de pie ó sentado, se llenaran 3 o 2 planillas respectivamente, durante el día. Para traducir sus valores a cifras significativas, se procederá de la siguiente forma:

TABLA 11. HOJA DE ANOTACIONES DE CONDICIONES INTERIORES

Fecha: _____

Horario de ocupación: _____

Actividad predominante: _____

Altura de medición: _____

PROMEDIO
DIARIO

VARIABLES HORAS													X
TEMPERATURA SECA O DE GLOBO (°C)													
TEMPERATURA HUMEDA (°C)													
VELOCIDAD DEL AIRE (m/s)													

OBSERVACIONES:

e.1.1.- Evaluar los promedios de mediciones por grupos y sus respectivas variaciones, después de lo cual deberán obtenerse los promedios totales de las variables para el local en estudio.

8.2.- ESTABLECIMIENTO DE LAS CONDICIONES IMPERANTES.

(según temperatura efectiva):

Conocidas las variables exteriores (de información proveniente de las estaciones climatológicas) e interiores (por mediciones directas) deberán establecerse sus respectivas temperaturas efectivas.

8.2.1.- Condiciones exteriores:

Consideraciones.

Debe aclararse que las garitas meteorológicas, no permiten la radiación directa sobre el termómetro que mide la temperatura del aire en una estación climatológica, puesto que el instrumento se encuentra dentro de la garita. Lo anterior no significa que el efecto de la radiación no sea considerado.

Para el establecimiento de las condiciones exteriores, (imperantes) se contará con los registros de: La temperatura del aire, la temperatura de bulbo húmedo, humedad relativa y velocidad del aire.

Otro aspecto que debe tomarse en cuenta es el hecho de que la temperatura del aire y la humedad relativa del mismo varían en forma inversa, o sea los máximos de una se corresponden con los mínimos de la otra y viceversa.

Como ya se estableció anteriormente, es conveniente trabajar con los promedios mensuales de las mediciones. Se recomienda extraer de la hoja de información suministrada por la estación, aquellas variables que se requieran para el estudio y transcribirlas en un "cuadro resumen de las condiciones exteriores imperantes" en la región, para lo cual, se propone el uso de la tabla 12.

Las temperaturas efectivas para cada uno de los meses de los años en estudio también se estimaran según los promedios de cada una de las variables que las definen y para su determinación se procederá según se explica a continuación.

Pasos a seguir:

1.- Determinar las temperaturas efectivas:

1.1.- Temperatura efectiva máxima promedio mensual:

A partir de:

- Temperatura de bulbo seco máxima promedio mensual.

TABLA 12 CUADRO RESUMEN DE LAS CONDICIONES EXTERIORES IMPERANTES

SITUACION [Latitud: _____ Estación Climatológica: _____
 Longitud: _____ Promedio: _____
 Altitud: _____

VARIABLES MESES		ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
VELOCIDAD PROM. (m/s)													
TEMPERATURA SECA (°C)	MAX.												
HUMEDAD RELATIVA (%)	MIN.												
TEMPERATURA EFECTIVA (°C)	MAX.												
TEMPERATURA SECA (°C)	MIN.												
HUMEDAD RELATIVA (%)	MAX.												
TEMPERATURA EFECTIVA (°C)	MIN.												

NOTA: Para la estimación de las temperaturas efectivas máximas y mínimas se utilizará la misma velocidad.

- Humedad relativa mínima promedio mensual.
- Velocidad del aire promedio mensual.

Por medio de:

- Abacos de temperatura efectiva. Ver fig.22 .

1.2.- Temperatura efectiva mínima promedio mensual:

A partir de:

- Temperatura de bulbo seco mínima promedio mensual.
- Humedad relativa máxima promedio mensual.
- Velocidad del aire promedio mensual (la misma usada para determinar la temperatura efectiva máxima promedio mensual).

Por medio de:

- Abacos de temperatura efectiva. Ver fig.22 .

Nota:

Una vez obtenidos los valores máximos y mínimos de las temperaturas efectivas, se procederá a completar el cuadro mostrado en la tabla 12.

TEMPERATURAS EFECTIVAS

— VELOCIDAD DEL VIENTO DE 0,1 m/seg —

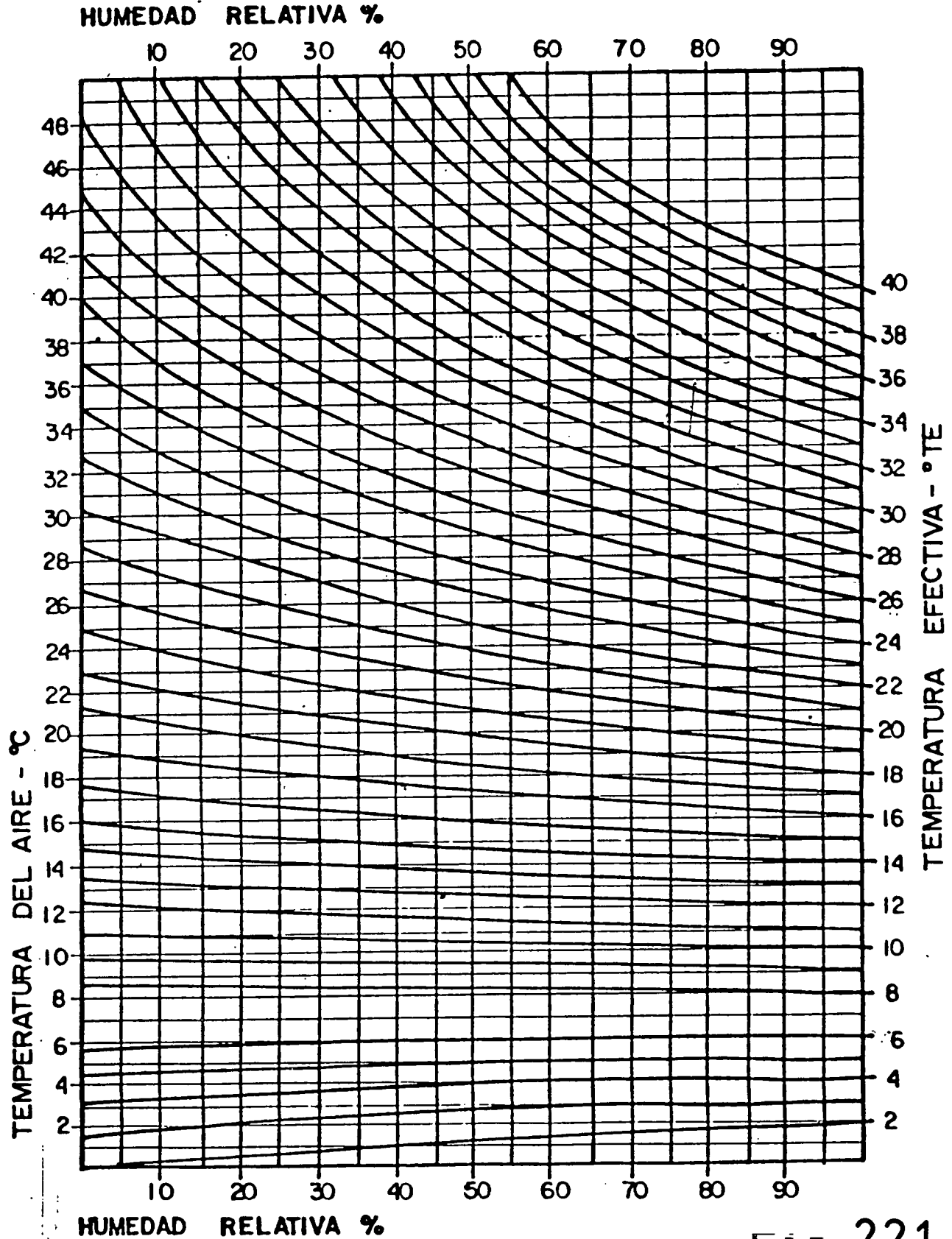


Fig-22.1

(WAKELY, 1.978)

TEMPERATURAS EFECTIVAS

VELOCIDAD DEL VIENTO DE 1,5 m/sg

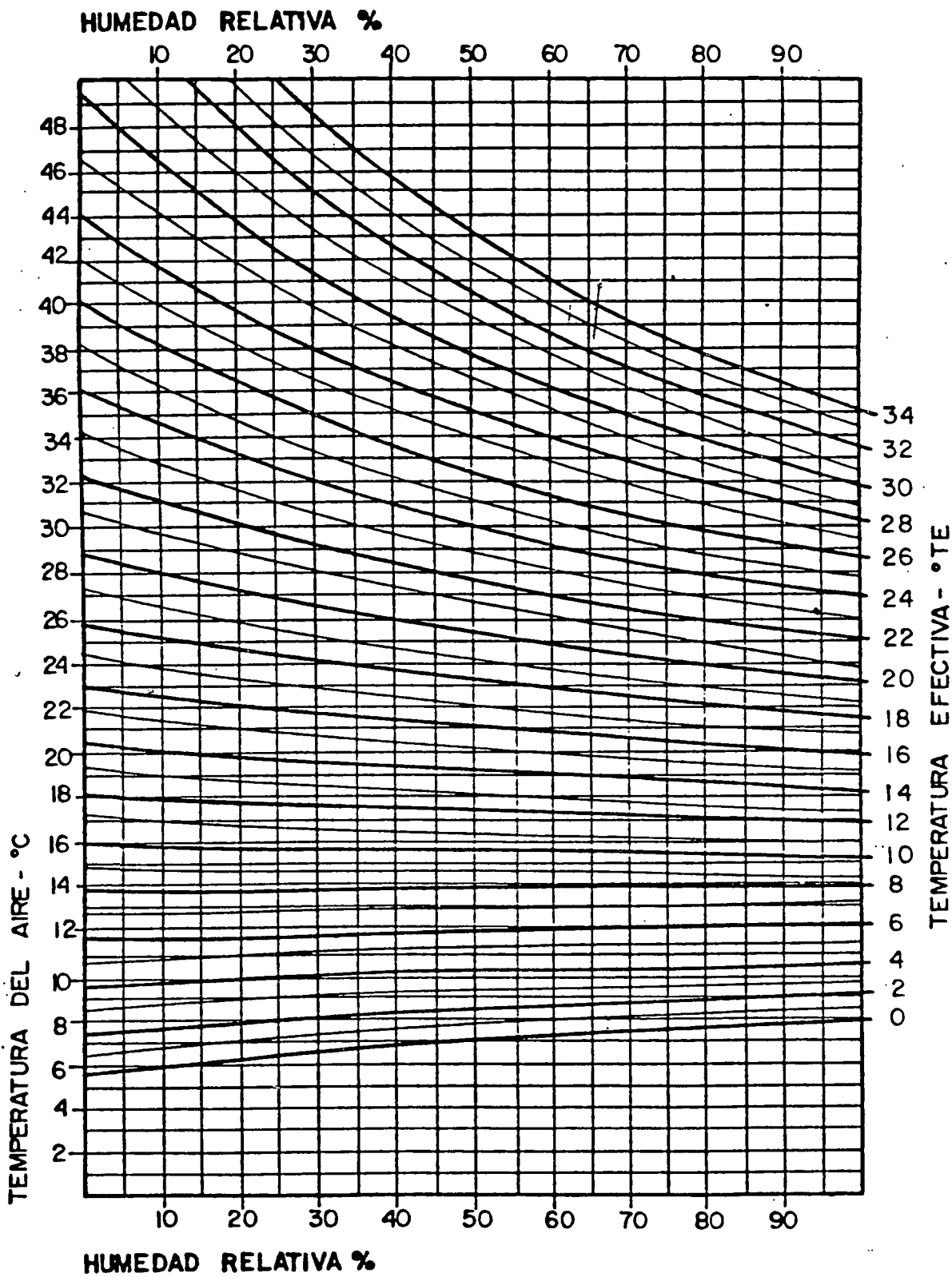


Fig. 22.2

TEMPERATURAS EFECTIVAS

— VELOCIDAD DEL VIENTO DE 5,0 m/seg —

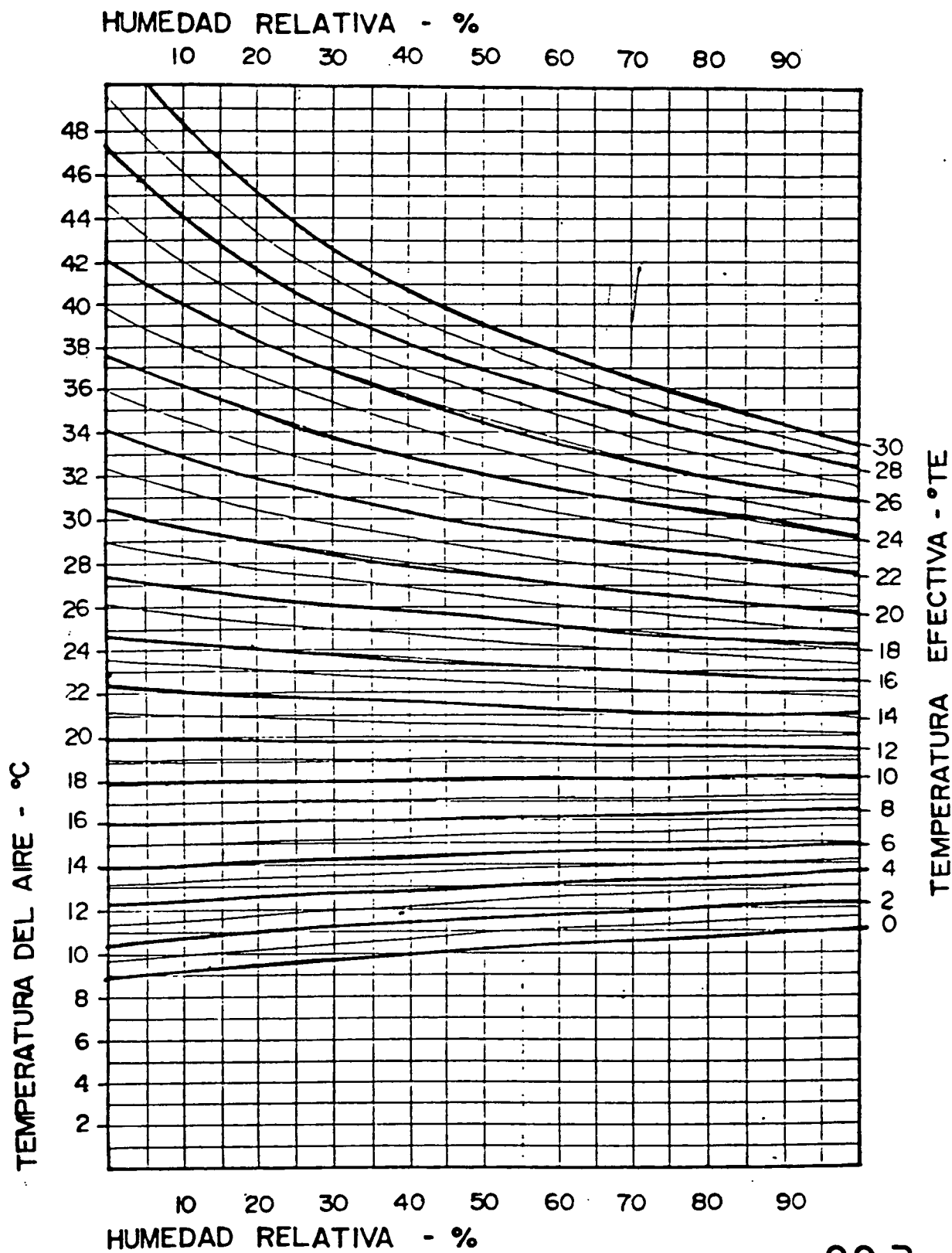


Fig - 22.3

8.2.2.- Condiciones interiores:

Consideración.

Debe recordarse que según el tipo de local, se tomará o no en cuenta la influencia de la radiación.

Pasos a seguir:

1.- Determinar la temperatura efectiva:

1.1.- Temperatura efectiva promedio semanal:

1.1.1.- Con influencia de radiación:

A partir de:

- Temperatura de globo promedio semanal.
- Temperatura de bulbo húmedo promedio semanal.
- Humedad relativa promedio semanal.
- Velocidad promedio semanal.

Por medio de:

- Abacos de temperatura efectiva. Ver fig. 22 .

1.1.2.- Sin influencia de radiación:

A partir de:

- Temperatura de bulbo seco promedio semanal.

- Temperatura de bulbo húmedo promedio semanal.
- Humedad relativa promedio semanal.
- Velocidad promedio semanal.

Por medio de:

- Abacos de temperatura efectiva. Ver fig. 22 .

Para registrar los promedio diarios de cada una de las variables que se miden en condiciones interiores: velocidad, temperatura de bulbo seco o de globo y temperatura de bulbo húmedo; además de la humedad relativa (calculada según la carta psicrométrica para la región) y temperatura efectiva, se propone hacer uso de un "cuadro resumen de condiciones interiores imperantes", como el mostrado en la tabla 13 .

Todas las variables consideradas deberán establecerse durante el horario de ocupación del espacio y en las horas que más se estime conveniente.

Para establecer las condiciones exteriores se trabajara con los promedios mensuales de las variables mientras que, para las condiciones interiores se evaluarán los promedios semanales de las variables.

TABLA 13 CUADRO RESUMEN DE LAS CONDICIONES INTERIORES IMPERANTES

Tipo de local: _____

Periodo: _____

Acondicionamiento natural
 artificial

VARIABLES DIAS	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
VELOCIDAD PROMEDIO (m/s).							
TEMPERATURA SECA O DE GLOBO PROMEDIO (°C).							
TEMPERATURA HUMEDA PROMEDIO (°C).							
HUMEDAD RELATIVA (%).							
TEMPERATURA EFECTIVA (°C).							

OBSERVACIONES: _____

8.3.- DETERMINACION DE LAS ZONAS DE "CONFORT":

Como ya se dijo en el capítulo de "Indices de confort" (para la definición de la temperatura efectiva) existen diversas condiciones según las cuales la mayoría de las personas pueden sentirse "cómodas" en un determinado espacio ; las cuales suelen ser representadas a partir de las denominadas zonas de "confort", cuyo rango de variación puede modificarse de acuerdo con la reacción de las personas expuestas a diversas situaciones (temperaturas, humedades, etc.).

La importancia de la zona radica básicamente en que permite establecer según las opiniones de los individuos los límites de ciertas variables dentro de los cuales estos se pueden desenvolver en forma satisfactoria durante el cumplimiento de determinadas actividades.

Según el índice de temperatura efectiva, (considerado como la escala de bienestar más completa para los trópicos) han surgido a partir de definiciones completamente diferentes, dos (2) teorías sobre zonas de "confort", a saber:

- Zona de "confort", según ASHRAE.
- Zona de "confort", según Wakely.

8.3.1.- Zona de "confort", según ASHRAE:

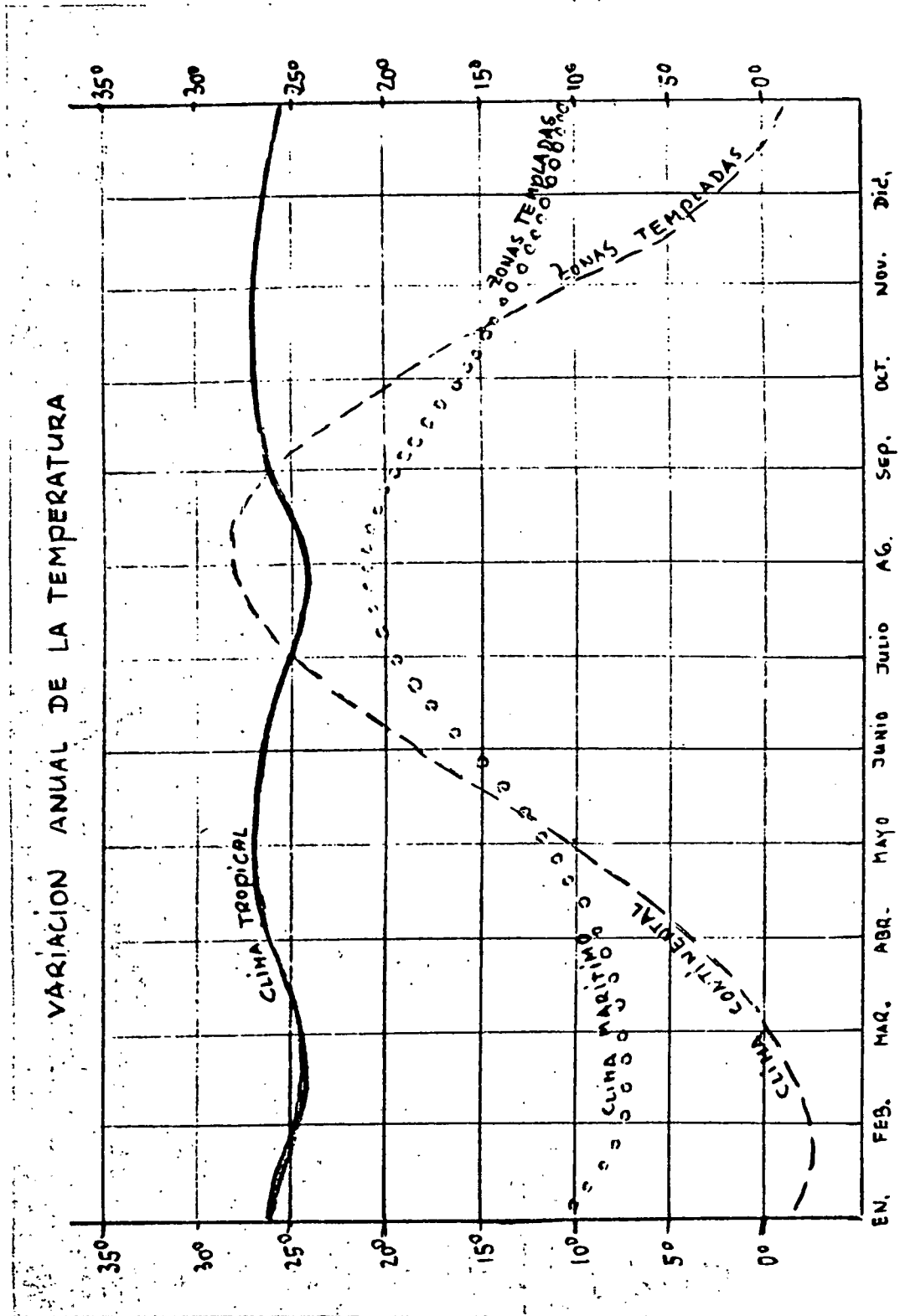
Establecida después de un amplio estudio de investigación que durante muchos años fue llevado a cabo

por ASHRAE, considerando las actitudes y reacciones de diversos grupos de personas expuestas a determinadas situaciones (vestimenta, actividad, etc.), obteniéndose así los rangos de temperaturas del aire, humedades y velocidades del aire para los cuales estos individuos se sienten "confortables".

Debido a las fluctuaciones de las variables involucradas, ASHRAE ha ido modificando a lo largo de los años los rangos de la original zona de "confort".

Los estudios realizados requieren de laboratorios o centros de investigación en los cuales sea posible mantener un control absoluto de la temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del aire (cuya combinación es lo que se denomina temperatura efectiva) a la vez que es sondeada la opinión de las personas sometidas a dichos estudios. Obteniéndose que los puntos pertenecientes a la zona de "confort" serán aquellos para los cuales por lo menos un 90% de los individuos expresen sentir satisfacción con el medio al cual están expuestos.

De lo anterior se infiere que la evaluación de los niveles de bienestar a partir de la zona de "confort" propuesta por ASHRAE puede resultar muy complicada (por todas las variables que entran en juego). :Por otra parte es conveniente considerar el hecho de que las pruebas que dan origen a dichas zonas se realizan sobre grupos de personas oriundas del lugar (U.S.A) y como es bién sabido existe una muy marcada diferencia, en cuanto



(GOL, A. W. S/f.)

Fig - 23

a la tipología, entre estas y los individuos cuyo origen es el trópico.

Las dos (2) razones anteriores nos llevan a pensar que si se implementara, (tal como fue ideada) la zona de "confort" de ASHRAE, a nuestras condiciones, (climas tropicales) se estaría cometiendo un error; no obstante si se pretende hacer un estudio bien detallado en torno a las condiciones del medio según las cuales los individuos se sienten satisfactoriamente deberán establecerse las respectivas zonas de "confort" en el o los sitios de ocupación.

Finalmente se puede decir que aun cuando los resultados arrojados (zonas de "confort") por las pruebas antes mencionadas no se adaptan en modo alguno a climas tropicales, los fundamentos que sirvieron de base para la realización de esas evaluaciones podrían, salvo algunas modificaciones (tales como la selección de la muestra) tomarse como punto de partida para el establecimiento de nuestras zonas de "confort", las cuales se harían acorde a la tipología del trópico, la vestimenta, estaciones, etc.

8.3.2.- zona de "confort", según Wakely:

Considerando que la transformación de los datos (provenientes de las mediciones) a temperaturas efectivas es lo que representa los efectos que sobre el cuerpo tienen las condiciones del medio, Wakely propuso una zona de "confort" que

toma en cuenta las variables que definen la temperatura efectiva y más importante aún la ubicación geográfica del lugar donde se desean hacer las evaluaciones de bienestar térmico, la cual define como : " El rango de temperaturas efectivas donde un alto porcentaje de sujetos manifiesta no sentir frío o calor" (WAKELY, P. 1.978).

Para la realización de los estudios tendientes al establecimiento de la zona, Wakely se basó en pruebas empíricas las cuales consistían en alojar en cámaras especiales a grupos de personas vestidas con ropas ligeras y expuestas a la sombra, condiciones bajo las cuales se mantenía un control de las variables involucradas, mediante el sometimiento a cuestionarios de los individuos. Las cuales dieron como resultado que la ubicación de la zona de "confort", está influenciada por las variaciones de la temperatura promedio anual; como lo dijera el autor, gente que vive en un clima frío se encuentra a gusto y sus cuerpos funcionan con el máximo de eficiencia a temperaturas un poco más bajas que aquellos que viven en climas calientes. También, gente que está acostumbrada a una amplia gama anual de temperatura tiene una zona de "confort" más amplia que aquella que corresponde a gente que vive en condiciones climáticas con pocas variaciones estacionales.

8.3.2.1.- Estimación de la zona de "confort" de Wakely:

La zona viene dada por una representación gráfica de un

rango constante de temperatura efectiva a lo largo de los meses del año.

Para la definición del centro de la zona (Tcc) se siguen los siguientes pasos:

1.- Se calcula la temperatura media anual del aire (Tma) a través de la ecuación que se muestra a continuación:

$$Tma = (Tmaa + Tmab)/2 \quad (\text{WAKELY. 1.978})$$

Donde:

Tmaa: Temperatura media diaria del aire, más alta del año.

Tmab: Temperatura media diaria del aire, más baja del año.

2.- Según el valor de la Tma:

2.1.- Si $Tma < 10^{\circ}\text{C}$ entonces : $Tcc = 20^{\circ}$ de temperatura efectiva.

En climas tropicales según se observa en la fig. 23, (Gol. S/f) es imposible encontrarse con temperaturas medias anuales inferiores a 10°C . No obstante a lo anterior y dependiendo de la altitud existen localidades dentro del trópico en las cuales se puedan alcanzar temperaturas medias anuales similares a la ya mencionada.

2.2.- Si $T_{ma} > 10^{\circ}\text{C}$ entonces: Se aplica la siguiente ecuación:

$$T_{cc} = T_{ma}/4 + 17.2 \quad (\text{WAKELY. 1.978})$$

Donde:

" 17.2 °C, es la temperatura del aire más baja aceptable para personas vestidas con ropas normales, sin importar el nivel de humedad relativa, y que por cada °C que aumente la temperatura media anual del aire por encima de esta mínima, el nivel de la zona de "confort" aumente en 0.25 °C de temperatura efectiva".

Para la definición del rango de la zona de "confort", se siguen los siguientes pasos:

1.- Se estima la extensión media anual de la temperatura del aire (E_{ma}) en °C, según la ecuación:

$$E_{ma} = T_{maa} - T_{mab} \quad (\text{WAKELY . 1.978})$$

2.- Conociendo E_{ma} , se procede a determinar con ayuda de la tabla 14, (elaborada por Wakely, a partir de pruebas empíricas según las cuales y mediante cálculos de adaptación se expresa la importancia de la situación geográfica a través de la

TABLA 14

EXTENSION MEDIA ANUAL (E _{no}) DE LA TEMPERATURA DEL AIRE EN (°C).	EXTENSION DE LA ZONA DE CONFORT (Temp. Efectivo)
menos de 13	2.5
13 - 15	3.0
16 - 18	3.5
19 - 23	4.0
24 - 27	4.5
28 - 32	5.0
33 - 37	5.5
38 - 44	6.0
45 - 51	6.5
más de 51	7.0

(WAKELY, P. 1.978)

temperatura media anual) la extensión de la zona de "confort", cifra que al ser dividida en dos (2) partes iguales, será lo que se añade por defecto y por exceso a la Tcc antes estimada, obteniéndose de esta manera los valores extremos de la zona de "confort".

8.3.3.- Comparación entre las zonas de "confort":

Estableciendo una comparación entre las zonas de "confort" antes analizadas, se infiere que la planteada por Wakely es más aplicable al trópico ya que se adapta a la situación geográfica.

A diferencia de la zona de "confort" según ASHRAE, la de Wakely puede estimarse en forma muy rápida y mediante cálculos muy sencillos, con solo conocer la información meteorológica (temperaturas medias anuales) suministrada por la estación climática más representativa del lugar.

En base a todo lo expuesto, consideramos que para un estudio fundamentalmente práctico la teoría de definición de la zona de "confort" según Wakely, resulta lo suficientemente completa, razón por la cual nuestro estudio se enfocará en los principios de la misma; sometiéndola a las modificaciones que estimemos convenientes.

8.3.4.- Modificaciones de la zona de "confort" de Wakely:

(Zona de "Confort" Modificada)

En vista de que la temperatura del aire ha ido variando (el efecto invernadero trata de explicar este hecho según dos (2) teorías distintas) con el paso del tiempo, proponemos que la zona de "confort" ya seleccionada para nuestro estudio sea sometida a las siguientes modificaciones:

1.- El cálculo de la temperatura media anual, se hará como ya se mencionó en el punto (1) de la estimación de la zona de "confort".

2.- Para el cálculo del centro de la zona de "confort" se introducen las siguientes modificaciones:

2.1.- Si la temperatura media anual es inferior a los 10 °C, se considera que la temperatura del centro de la zona de "confort" será 20 ° de temperatura efectiva, que es lo que originalmente propuso el autor. No se propondrán cambios para esta condición ya que este caso se presenta muy poco en climas tropicales.

2.2.- Si la temperatura media anual es superior a los 10 °C, la temperatura del centro de la zona de "confort" que originalmente se calculaba mediante la ecuación :

$$T_{cc} = T_{ma}/4 + 17.2 \quad (\text{ec. A})$$

tendrá que sufrir algunas modificaciones en los dos (2) términos que la configuran.

En lo que se refiere al primer miembro de la ecuación A, ($T_{ma}/4$), este será estudiado de acuerdo a los dos elementos que lo constituyen.

Inicialmente analizaremos el efecto de la temperatura media anual (T_{ma}); la cual representa la influencia de la situación geográfica de la localidad, en la estimación de la zona de "confort" que es propia de cada región, por lo que si se trabaja con datos vigentes de la estación ya se están considerando las condiciones a las que se encuentra el área en cuestión, razón que conlleva a no hacer modificaciones en dicho término.

El tomar en cuenta la cuarta parte ($1/4$) de la temperatura media anual introduce el efecto que según Wakely pueda tener el hecho de que por cada $^{\circ}\text{C}$ que aumente la temperatura media, el nivel de la zona de confort deberá hacerlo en una temperatura efectiva de 0.25°C según resultados arrojados por pruebas empíricas.

Con respecto al segundo miembro de la ecuación A, (17.2°C de temperatura efectiva), tal como propusiera Wakely,

esta era para la época en que el hizo sus evaluaciones la temperatura del aire más baja aceptable para personas vestidas con ropas normales sin importar el nivel de humedad relativa. No obstante y según se dijo con anterioridad, los niveles de temperatura se han ido modificando. Los cambios en la temperatura media en las regiones tropicales en los períodos de 30 años comprendidos entre 1.890 - 1.919 y 1.920 - 1.949, fueron aproximadamente de + 0.2 °C (BARRY, R. 1.972) (lo que refleja un aumento de la temperatura), teoría que tomaremos como base para nuestro estudio ya que es común observar en los trópicos la preocupación de los especialistas en la materia (acondicionamiento ambiental) en tratar de disminuir las temperaturas dentro de locales como: oficinas, salas de cines, etc., en la búsqueda de los adecuados niveles de "comfort", lo cual podemos tomar como un indicativo de que la tendencia de la temperatura es a incrementarse en esta región.

Según lo ya planteado, cada 30 años la temperatura media en las regiones tropicales aumenta en 0.2 °C y suponiendo que por cada año el incremento será de 0.0067 °C (lo equivalente a suponer como una primera aproximación, que el comportamiento es lineal, $(0.2 \text{ °C} \cdot \text{año}) / (30 \text{ años})$), valor que debe ser traducido a temperatura efectiva, según los datos correspondientes de humedad relativa y velocidad del aire. Este valor será añadido al segundo miembro de la ecuación A, tantas veces como años existan desde 1.979, es decir un año después de que Wakely diera a conocer su teoría en Venezuela.

Aún con todo lo práctico que pueda resultar todo lo propuesto y para garantizar la confiabilidad de los resultados sugerimos que para establecer el valor apropiado del segundo término de la ecuación en cuestión ; se realicen pruebas similares a las que originalmente se llevaron a cabo. Sin embargo para validar en la región tropical lo antes expuesto se propone realizar evaluaciones a largo plazo que consistirán en:

1.- Obtener la temperatura media anual, de la estación más representativa del lugar, a partir del año en el cual se va a realizar el estudio.

2.- Evaluar dentro del local, mediante variaciones adecuadas de temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del aire, la temperatura efectiva mínima a la cual la mayoría de las personas, según sus respuestas manifiesten sentirse confortables . Teóricamente, dicha temperatura podría sustituir al segundo miembro de la ecuación A, para el año correspondiente.

3.- Repetir los pasos (1) y (2), durante el tiempo que se estime necesario (mínimo 5 años) para observar en cuanto se incrementa la temperatura efectiva por cada grado que varía la temperatura media anual en cada año.

4.- Representar gráficamente los valores de las temperaturas media y efectiva, para cada año durante el período escogido.

5.- Escoger a partir de la gráfica anterior y entre años consecutivos, las respectivas diferencias que existen de temperaturas efectiva y media anual y puesto que las variaciones de esta última no serán necesariamente de un °C se deberá establecer en forma lineal, los valores del factor que afectan el primer término de la ecuación, que Wakely definió para un °C de variación de temperatura media anual.

6.- Graficar el factor antes mencionado (entre los años en estudio) para obtener una curva que muestre el comportamiento que este tendrá teóricamente. La importancia de la gráfica radica en que según su forma podrán obtenerse mediante extrapolación los valores que en los años siguientes tendrá dicho factor.

En cuanto a la extensión media anual de la temperatura del aire (Ema), esta se obtiene a partir de datos provenientes de la estación climática por medio de la ecuación:

$$Ema = Tmaa - Tmab$$

como la misma se utiliza para determinar según la tabla 14, la extensión de la zona de "confort", se infiere que las modificaciones a la amplitud de esta última dependerán de los valores introducidos.

Finalmente y luego de las modificaciones sugeridas, la ecuación para determinar el centro de la zona de "confort" "Tcc"

en el caso de que la temperatura media anual sea mayor de 10 °C, puede escribirse de la siguiente manera:

$$T_{cc} = K_1 * T_{ma} + (17.2 + \sum_{i=1}^n Z_i) \quad (\text{PROPUESTA})$$

Donde:

K_1 : Incremento de temperatura efectiva por cada grado que aumenta la temperatura media anual (su valor original era de 1/4).

Z_i : Son las temperaturas efectivas equivalentes a un incremento de temperatura media anual por encima de 17.2 °C de 0.0067 °C para unas condiciones dadas de humedad relativa y velocidad del aire.

i : Número de años que se cuentan desde 1.979 hasta el momento de estudio.

No se utilizará la zona de "confort" modificada, en las siguientes situaciones:

- Para cuando solo se tiene referencia del tipo climático a que se ajusta la localidad.

- Si no se posee información para cada año, de las variables involucradas.

Posteriormente y con la finalidad de aclarar la importancia que puede tener todo lo propuesto hasta ahora, serán esbozados algunos ejemplos prácticos donde se plantean todos los casos que generalmente suelen presentarse cuando se desea realizar un estudio de "confort".

8.4.- RELACION ENTRE LAS ZONAS DE "CONFORT" Y LAS CONDICIONES IMPERANTES:

Una vez establecida la zona de "confort" (situación deseada) y las condiciones imperantes (situación real), estimamos que la manera más práctica de relacionarlas es mediante una representación gráfica y en forma solapada, que permita la observación simultánea de los comportamientos (real y deseado) de las variables (a través de temperaturas efectivas) presentes en el lugar de estudio. Para llevar a cabo todas las correcciones que sean requeridas.

El estudio de comparativo, puede hacerse según los dos (2) casos que se pueden presentar:

- 1.- No es posible medir en ambientes interiores .
- 2.- Es posible medir en ambientes interiores .

El primer caso está relacionado con la situación que se presenta cuando para llevar a cabo (dentro de un recinto) un estudio de bienestar no se dispone ni de instrumentación y/o tiempo suficiente para la evaluación de las variables interiores. En este caso se procederá de la siguiente forma:

a.- Se representarán la zona de "confort" y las temperaturas efectivas exteriores máximas y mínimas a lo largo del año en cuestión.

b.- Se determinarán el o los meses más críticos, es decir, aquellos que estén más alejados de las condiciones de bienestar por exceso o por defecto (temperaturas efectivas extremas que se encuentran fuera de la zona de "confort").

c.- Más importante aún: se podrá definir en que meses será necesario un aporte adicional de calor o un aumento en la velocidad del aire, en el interior del local.

El segundo caso se relaciona con aquellas condiciones según las cuales es posible medir dentro del local las variables (para esto se recomienda seguir el procedimiento propuesto anteriormente en "medición de variables interiores"). Los pasos a seguir serán los siguientes:

a.- Repetir los pasos a y b del caso anterior.

b.- Se recomienda realizar las mediciones de las variables interiores durante las semanas correspondientes a los meses más críticos , previamente establecidos.

c.- Se representará la zona de "confort"(al igual que en el primer caso) pero ahora esta sera comparada con las temperaturas efectivas promedios interiores semanales.

d.- De la representación anterior podrán determinarse el o los días críticos de cada semana.

e.- Según los resultados arrojados por (d), el encargado de hacer el estudio podrá tomar decisiones con respecto a las posibles modificaciones a que hubiese lugar en cuanto a la vestimenta, la actividad, etc. de los ocupantes del recinto, con el fin de crearles un ambiente que les proporcione las condiciones adecuadas para su normal desenvolvimiento a la vez que garantiza un incremento de los niveles de productividad del grupo.

f.- Conociendo el régimen diario de las variables interiores (temperaturas efectivas) imperantes en el local de estudio, sera posible establecer en forma gráfica temperaturas efectivas en función de los días de la semana.

Cualquiera sea el caso que se presente, es posible crear a "bajo costo" (mediante el ahorro de energía) un ambiente térmicamente confortable, si se tiene un control adecuado de las variables presentes, evitando de esta forma los consumos excesivos de energía a los que usualmente estamos acostumbrados.

8.5.- EVALUACION DE LA SENSACION DE "CONFORT" DEL GRUPO.

Debido a que la sensación de bienestar, varía de una persona a otra sin atender a una regla general, es imposible lograr que para unas mismas condiciones todo un grupo de individuos se sienta de igual forma, lo que si es factible es obtener los valores de las variables: temperatura, humedad, velocidad del aire, etc. que hagan que la mayoría de las personas se sientan bien. Una forma de determinar cuales son las combinaciones adecuadas de las variables para tal fin, es a través de la evaluación de la conducta humana, cuando es sometida a ciertos regímenes de las mismas.

Puesto que la sensación generalmente atiende a las subjetividades propias de cada individuo, para su evaluación deben diseñarse sistemas lo suficientemente amplios y capaces de cubrir las exigencias de todos, en cuanto a los siguientes aspectos: vestimenta, actividad, edad, sexo, entre otros.

A continuación proponemos evaluar la sensación del grupo en los siguientes casos:

1.- Cuando se realizan las mediciones de las variables interiores.

1.1.- Para tener una caracterización adecuada del grupo para el cual se está haciendo el estudio de "confort", recomendamos el uso de una hoja o planilla de anotaciones, como la mostrada en la tabla 15, que deberá tomar en cuenta lo siguiente:

1) DATOS PERSONALES:

- Nombre, edad, sexo.

2) ACTIVIDAD:

- Para lo cual, como se sugirió anteriormente se establecen dos (2) categorías: De pie o sentado, con sus respectivos niveles de esfuerzo físico: ligero, medio y pesado.

3) ESCALA DE EVALUACION:

- Que refleje la sensación térmica a que está expuesto el sujeto, para ello nos basamos en la escala psico-fisiológica de siete (7) puntos propuesta por ASHRAE y que fue reseñada al momento de definir el índice de "confort": Voto medio pronosticado. Salvo que dicha escala estaría compuesta solo por números positivos para evitar posibles predisposiciones a la hora de ser llenada la encuesta, comenzando por el número "1" para la sensación de frío. No obstante creemos conveniente remitir a la Escuela de Psicología de la Facultad de Humanidades de la U.C.V., un estudio más detallado sobre aquellas condiciones que pueden influir en las respuestas de los individuos.

TABLA 15

EVALUACION DE LA SENSACION DE "COMFORT" DEL GRUPO.

1) DATOS PERSONALES:

NOMBRE: _____

EDAD: _____

SEXO: F M

SENTADO

2) ACTIVIDAD:

DE PIE

LIVIANA

MEDIA

PESADA

3) ESCALA DE EVALUACION:

En la escala que a continuacion se presenta (1= FRIO al 7= CALIENTE), marque con una "x" segun la sensacion que este experimentando para el momento de la evaluacion.

- 1 FRIO
- 2 FRESCO
- 3 LIGERAMENTE FRESCO
- 4 BIENESTAR
- 5 LIGERAMENTE CALIDO
- 6 CALIDO
- 7 CALIENTE

OBSERVACIONES: _____

4) VESTIMENTA "CLO": + + + + + + + + + = ^M → TOTAL= ~~M=~~ 0.82= CLO

(Solo para ser llenado por el encargado del estudio).

4) VESTIMENTA:

- Otro aspecto que deberá incluirse en la evaluación, es la vestimenta para lo cual el encargado del estudio determinará según la tabla 1, el "CLO" aproximado de cada individuo.

1.2.- La opinión de las personas (a través de la planilla) será sondeada simultáneamente cuando se realicen las mediciones interiores lo que permitirá determinar con mayor exactitud las sensaciones del grupo para cada combinación de las variables.

1.3.- Al final de cada jornada se podrá establecer en términos porcentuales la sensación predominante dentro del grupo, por medio de la cuantificación de sus opiniones para cada una de las horas en que se hizo la evaluación, con esta información y conociendo el día crítico podrá determinarse en que horas del mismo el grupo se siente en mayor o menor grado satisfecho dentro del ambiente en que se desenvuelve.

2.- Cuando son expuestos a las condiciones de temperaturas efectivas que rigen los límites máximo y mínimo de la zona de "comfort".

2.1.- Debido a la rigidez con que ha sido definida la zona de "comfort", hemos considerado la conveniencia de estimar si realmente las temperaturas máxima y mínima de la

misma se corresponden con la sensación para las cuales la mayoría de las personas se sienten bien. Por lo que se propone:

a) Previamente debe determinarse el o los períodos más críticos, así como los más confortables presentes en el local en estudio para realizar las mediciones en el transcurso de los mismos, ya que la zona de "confort" debe ser válida en cualquier época del año.

b) Que en el local en estudio se modifiquen natural o artificialmente las condiciones imperantes al punto de obtener una de las temperaturas efectivas (la máxima o la mínima) que delimita la zona de "confort" del lugar.

c) Las evaluaciones según las modificaciones propuestas en el punto anterior deberán hacerse en los siguientes casos: en los períodos de mayor y menor productividad del grupo, el cual está determinado por las horas críticas de la jornada. Después de lo cual se plasmarán sus opiniones en una planilla como la mostrada en la TABLA 15.

d) Los pasos b y c también deberán seguirse para evaluar la sensación en la otra temperatura extrema de la zona de "confort".

e) A continuación deberá determinarse si la mayoría de los individuos manifiestan sentirse confortables a las

condiciones límites de la zona, lo que según ASHRAE está representado por un 90% del grupo en cuestión.

f) Para aquellos casos en que no se alcance la satisfacción de la mayoría del grupo, deberán repetirse los pasos b y c para lo cual recomendamos las mínimas variaciones apreciables en ábacos de temperatura efectiva, por encima o por debajo de los límites de la zona de "confort" según sea el caso.

g) Todo lo anterior se llevará a cabo hasta obtener el mayor número de personas que se sientan confortables, una forma práctica sería mediante la estimación de la satisfacción en términos porcentuales.

La importancia de estudiar los dos (2) casos anteriores, radica en que a partir de lo reflejado en las planillas de evaluación pueden determinarse las curvas de comportamiento de la sensación del grupo en función de la vestimenta, actividad, edad y sexo.

9.- APLICACION PRACTICA DEL PROCEDIMIENTO PLANTEADO.

A modo de aplicación, a continuación mostraremos algunos ejemplos a través de los cuales se intentará ilustrar en forma práctica la utilidad del procedimiento planteado.

A grandes rasgos existen tres (3) casos que se pueden presentar, según los cuales se dispone de los datos siguientes:

- 1.- Solo se conoce el tipo climático de la localidad.
- 2.- Si se conoce el comportamiento de las variables exteriores de la región.
- 3.- Cuando se conocen las variables exteriores e interiores del local.

Primer caso:

El primer caso que se analizará, será ejemplificado a través de las tres (3) situaciones climáticas extremas que pueden presentarse en Venezuela, según estudios realizados por Curiel, E. en 1982, para los cuales se basó en las clasificaciones climáticas planteadas por Holdrige, Thornthwaite y Köppen entre otras y en sus observaciones del comportamiento climático de 20 localidades del país, obteniendo los siguientes resultados:

a) **Clima tropical seco**, cuya temperatura media anual oscila entre 24 °C y 28 °C para una velocidad del aire de 5 m/s y una humedad relativa entre 60% y 90% . Ejemplos: Maiquetía, Maracaibo, Morón, Cumaná, Puerto Cabello, Güiria, Coro, etc.

b) **Clima tropical húmedo**, cuya temperatura media anual oscila entre los 24 °C y 28 °C, con una velocidad del aire de 2 m/s y una humedad relativa entre 60% y 100% . Ejemplos: Sur del Lago de Maracaibo, algunas zonas del Territorio Federal Amazonas, Cabeceras del río Arauca, etc.

c) **Clima montano**, para el cual la temperatura media anual está entre 12 °C y 19 °C para una velocidad del aire de 1.3 m/s y una humedad relativa entre 80% y 90% . Ejemplos: Cordillera de los Andes, Cordillera Central, la Sierra de Perijá, etc.

Para los tres (3) tipos climáticos antes mencionados se procederá a determinar las respectivas zonas de "confort", no así las condiciones exteriores imperantes puesto que cuando se establece una clasificación climática no se tiene información de las oscilaciones anuales de las variables involucradas.

EJEMPLO No 1:

1.1.- Zona de "confort" de Wakely (original):

Tipo climático: Tropical seco.

CALCULOS: (Según las ecuaciones estudiadas en el punto "zonas de confort").

a.- Temperatura media anual (Tma):

$$T_{ma} = (24 + 28) \text{ } ^\circ\text{C} / 2 = 26 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b.- Como la temperatura media anual es mayor de $10 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($T_{ma} > 10 \text{ } ^\circ\text{C}$) el centro de la zona de "confort" (T_{cc}) será:

$$T_{cc} = 26/4 + 17.2 = 23.7 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ de temp. efectiva.}$$

c.- La extensión media anual (E_{ma}):

$$E_{ma} = (28 - 24) \text{ } ^\circ\text{C} = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

d.- Con ayuda de la tabla 14 se tiene que la extensión de la zona de "confort" es de $2.5 \text{ } ^\circ\text{C}$ de temperatura efectiva, por lo tanto los límites máximos y mínimos de temperatura efectiva son: $24.95 \text{ } ^\circ\text{C}$ y $22.45 \text{ } ^\circ\text{C}$. Ver fig. 24.

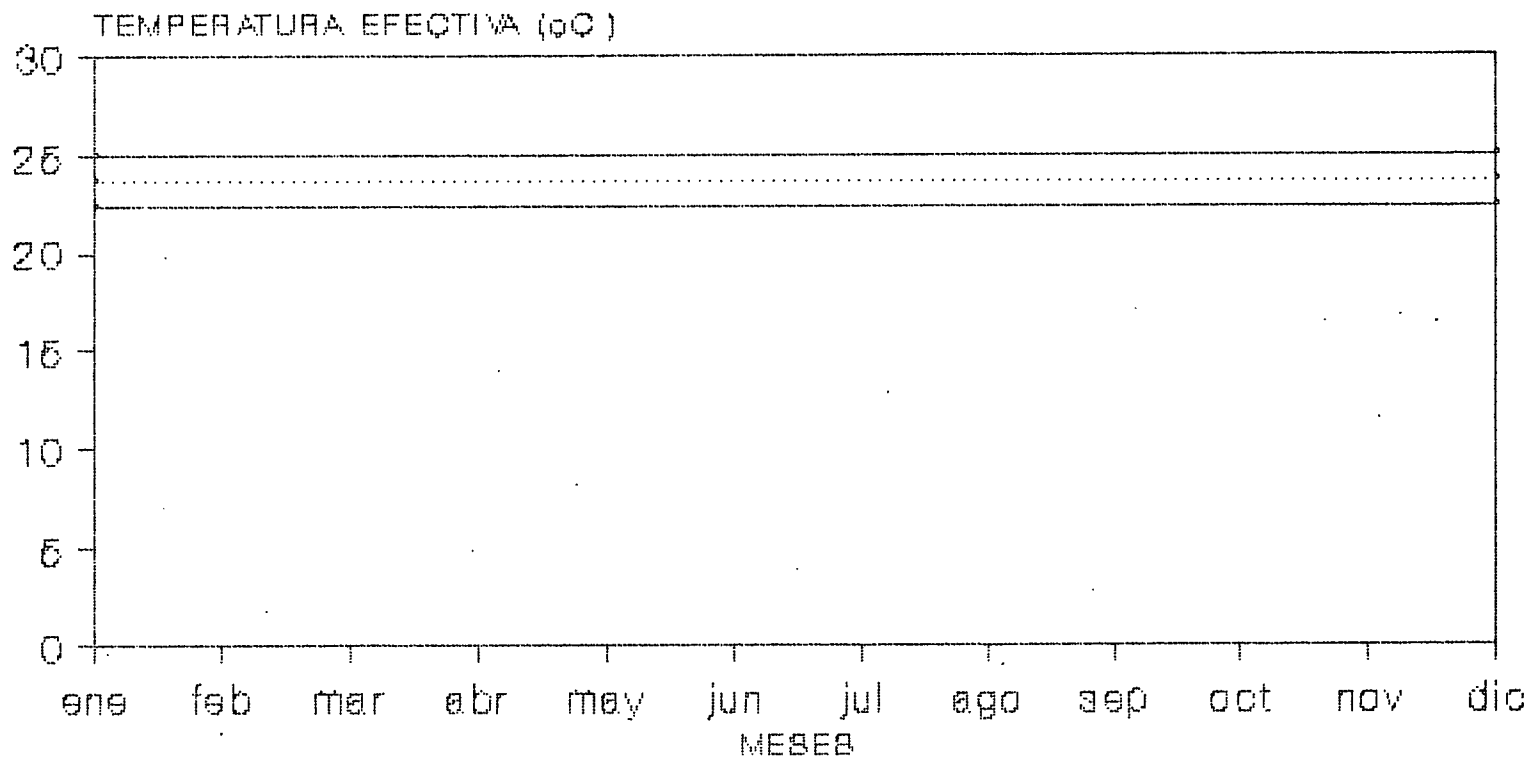
Por razones de simplificación solo se mostraran los cálculos para un tipo climático en particular. Las respectivas representaciones gráficas de la zona de "confort" de Wakely (de los tres climas), son mostrados en las figs. 25 y 26.

1.2.- Zona de "confort" modificada:

Tipo climático: Todos.

Una clasificación climática es producto de un planteamiento teórico, en la cual las variables que la

ZONA DE "CONFORT" PARA EL TIPO CLIMATICO: TROPICAL SECO



— LIM. Z.C. TOC - 23.7 °C

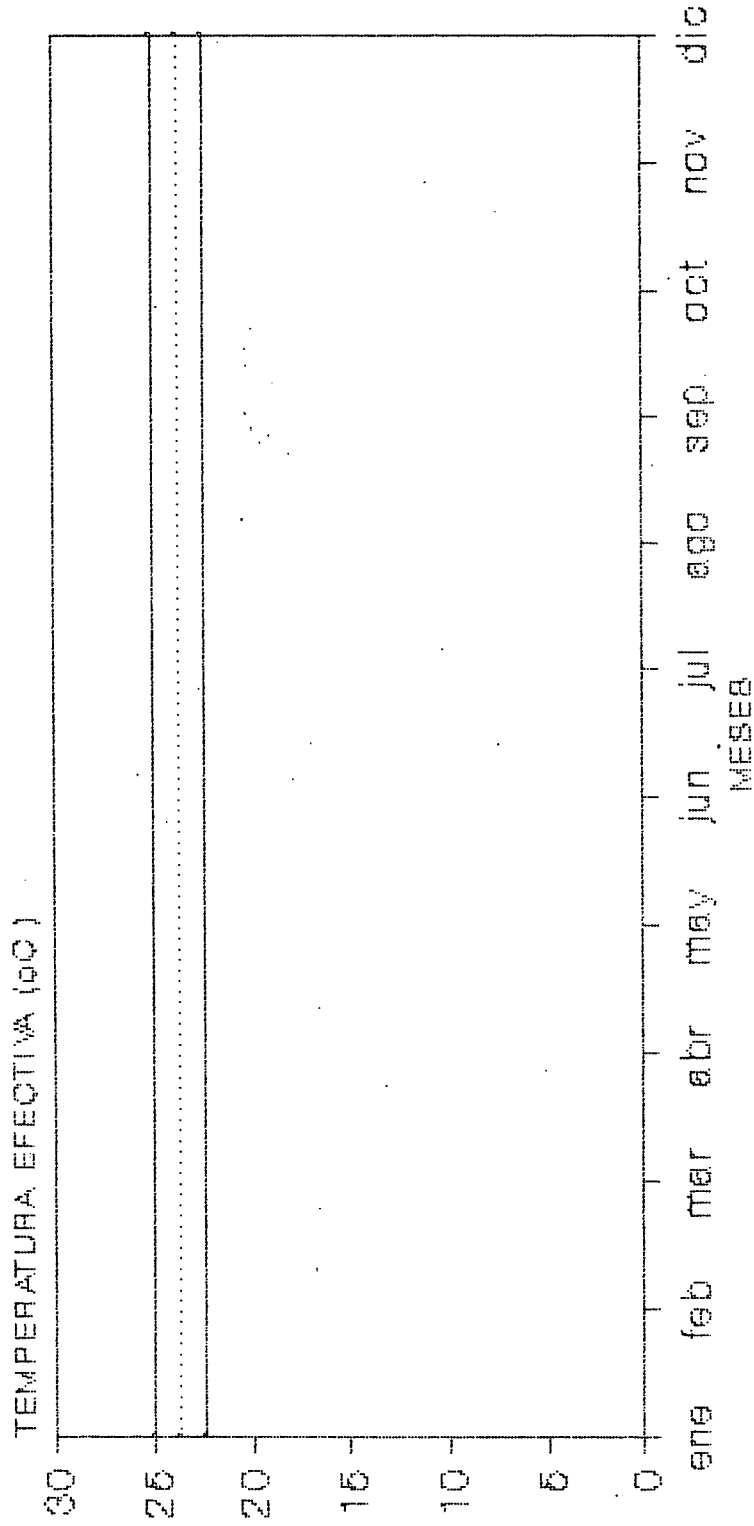
TOC = CENTRO DE LA ZONA DE CONFORT

LIM. Z.C. = LIMITE DE LA ZONA DE CONFORT

V = 5 m/s

Fig- 24

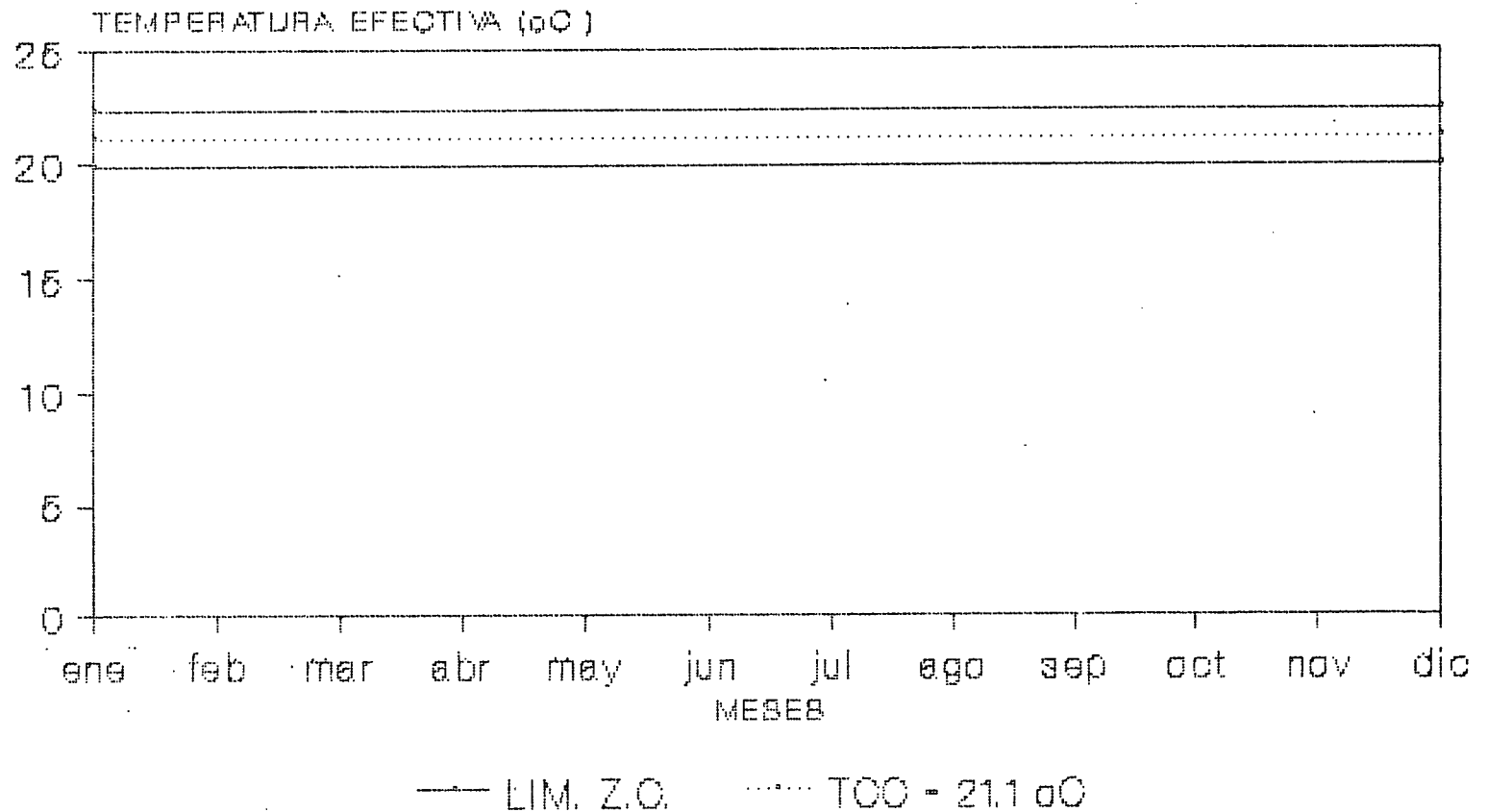
ZONA DE "CONFORT" PARA EL TIPO CLIMATICO: TROPICAL HUMEDO



TCC = CENTRO DE LA ZONA DE CONFORT
 LIM. Z.O. = LIMITE DE LA ZONA DE CONFORT
 $V = 2 \text{ m/s}$

Fig-25

ZONA DE "CONFORT" PARA EL TIPO CLIMATICO: MONTANO



TOC = CENTRO DE LA ZONA DE CONFORT
 LIM. Z.C. = LIMITE DE LA ZONA DE CONFORT
 V = 1.0 m/s

Fig-26

determinan siempre van a tener un rango bien definido, (según el autor) por lo que no puede hablarse de modificaciones en la temperatura media anual propia de un tipo climático en particular; lo mismo no puede decirse de las variables predominantes en una localidad, las cuales pueden oscilar al punto de que dicha región pueda adaptarse a una nueva clasificación climática. Por lo antes expuesto la zona de "confort" de Wakely modificada no puede establecerse para tipos climáticos.

Segundo caso:

Este se relaciona con aquellas condiciones para las cuales el estudio de bienestar desea hacerse conociendo las variables propias de la localidad, lo que hace posible el estudio comparativo entre las condiciones imperantes y la zona de "confort", sin considerar la clasificación climática a que la localidad se ajusta, ya que esto no es necesario.

EJEMPLO No 1:

A modo ilustrativo trabajaremos con los datos provenientes de la estación meteorológica U.C.V. para el período comprendido entre los años 73-88, según la tabla 10 . Aunque podría trabajarse con datos de un solo año.

1.1.- Zona de "confort" de Wakely (original):

Localidad: U.C.V.

CALCULOS:

a.- Temperatura media anual (Tma):

$$Tma = (35.2 + 8.4)/2 = 21.8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b.- Como: $Tma > 10 \text{ } ^\circ\text{C}$, el centro de la zona de "confort" (Tcc) será:

$$Tcc = 21.8/4 + 17.2 = 22.65 \text{ } ^\circ\text{C de temperatura efectiva.}$$

c.- La extensión media anual (Ema):

$$Ema = (35.2 - 8.4) \text{ } ^\circ\text{C} = 26.8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

d.- Con ayuda de la tabla 14, y haciendo uso de la extensión media anual, se obtiene que la extensión de la zona de "confort" es: $4.5 \text{ } ^\circ\text{C}$ de temperatura efectiva, de donde los límites de temperaturas efectivas de la zona de "confort" serán:

Máxima = $24.9 \text{ } ^\circ\text{C}$ temperatura efectiva.

Mínima = $20.4 \text{ } ^\circ\text{C}$ temperatura efectiva.

La fig.27 muestra la representación gráfica de la zona de "confort" de la U.C.V. para el período comprendido entre los años 73-88.

1.2.- Cálculo y representación gráfica de las condiciones exteriores imperantes, en términos de temperaturas efectivas, para cada mes según el período en estudio, por ejemplo según muestra la tabla 16, "Cuadro Resumen de las Condiciones Exteriores Imperantes", para el mes de Junio se tiene la siguiente información:

Velocidad promedio del aire = 2.7 m/s.

Temperatura bulbo seco max. = 32.5 °C.

Humedad relativa min. = 27 %.

Temperatura bulbo seco min. = 16 °C.

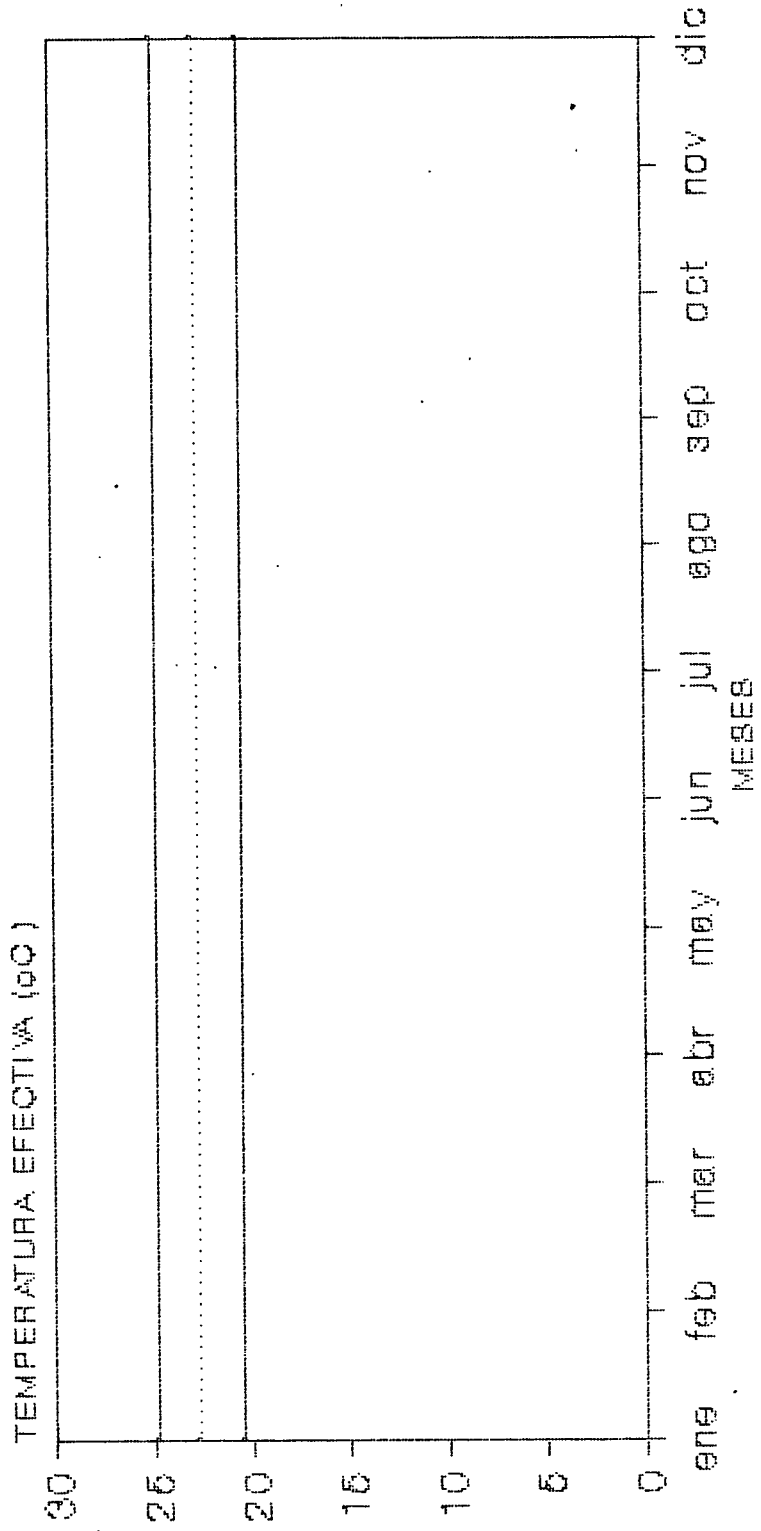
Humedad relativa max. = 100%.

A partir de los datos anteriores y siguiendo los pasos de lo planteado en el punto "establecimiento de las condiciones imperantes, (condiciones interiores)", se obtiene que para el mes de Junio, entre los años 73-88, en la U.C.V. se produjo lo siguiente:

Temperatura efectiva max. promedio mensual = 28.6 °C

Temperatura efectiva min. promedio mensual = 9.3 °C

ZONA DE "CONFORT" DE LA U.C.V. (1973-1988)



— LIM. Z.O. (73-88) T.C.O. (73-88) = 22.7 pC

T.C.O. = CENTRO DE LA ZONA DE CONFORT
LIM. Z.O. = LIMITE DE LA ZONA DE CONFORT
WAKELY, P. 1078

Fig. 27

TABLA 16. CUADRO RESUMEN DE LAS CONDICIONES EXTERIORES IMPERANTES.

SITUACION
 Latitud: 10 29' 41" N
 Longitud: 66 53' 12" W
 Altitud: 884,69 msnm.

Estación Climatológica: U.C.V.

Promedio: 1.973/88.

VARIABLES MESES		ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
VELOCIDAD PROM. (m/s)		2.4	2.4	2.5	2.2	2.1	2.7	2.2	1.9	1.9	1.9	1.9	2.1
TEMPERATURA SECA (°C)	MAX.	32.0	33.7	35.2	34.0	32.8	32.5	30.2	33.2	33.0	32.5	31.7	30.5
HUMEDAD RELATIVA (%)	MIN.	12	12	03	04	18	27	29	27	20	30	27	27
TEMPERATURA EFECTIVA (°C)	MAX.	22.85	23.85	23.25	23.0	23.4	23.6	22.4	25.9	23.8	24.3	23.1	22.4
TEMPERATURA SECA (°C)	MIN.	8.4	9.9	11.8	11.2	14.0	16.0	13.9	13.6	14	13.4	12.6	9.8
HUMEDAD RELATIVA (%)	MAX.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TEMPERATURA EFECTIVA (°C)	MIN.	-0.6	1.5	4.5	4.1	8.0	9.3	7.8	7.5	8.1	7.4	6.7	2.0

NOTA: Para la estimación de las temperaturas efectivas máximas y mínimas se utilizó la misma velocidad.

De forma análoga se procede para los demás meses del año, en la tabla 16, se muestran los valores de temperatura efectiva desde Enero hasta Diciembre. Posteriormente se procederá a representar dichos valores según se observa en la fig.28 .

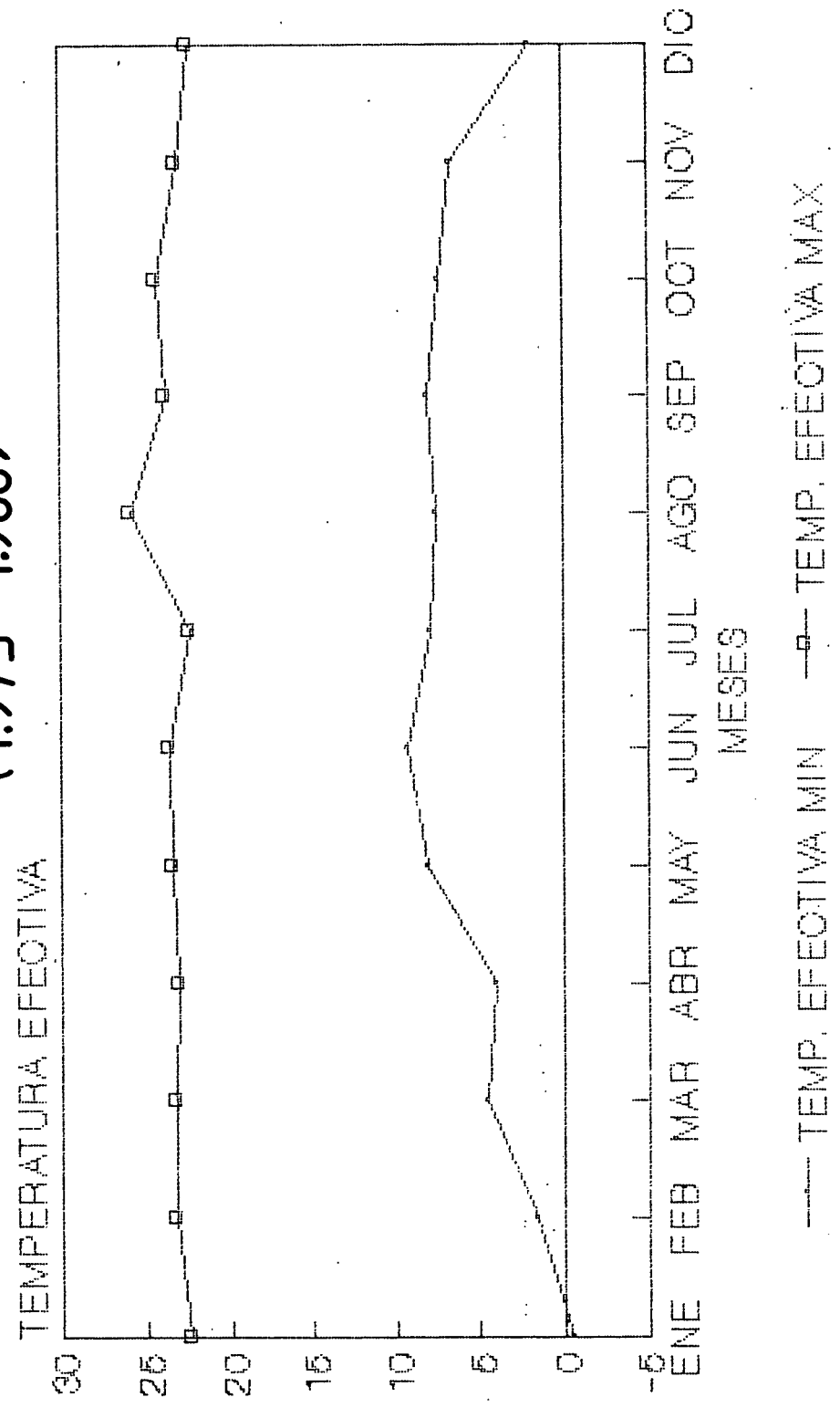
1.3.- El paso siguiente es establecer la relación (mediante representación solapada) que existe entre las condiciones reinantes (situación real) y las condiciones "ideales" (zona de "confort" de Wakely). Ver fig.29 .

1.4.- Según el análisis de la fig.29. A partir de los datos del resumen climatológico de la estación U.C.V., para el periodo comprendido entre los años 73-88, se concluye lo siguiente:

- Todos los valores promedios de las temperaturas efectivas mínimas mensuales se encuentran muy alejados del límite inferior de la zona de "confort", por lo que se infiere que para aquellas horas del día donde las temperaturas fueron bajas, las personas debieron haberse sentido mal.

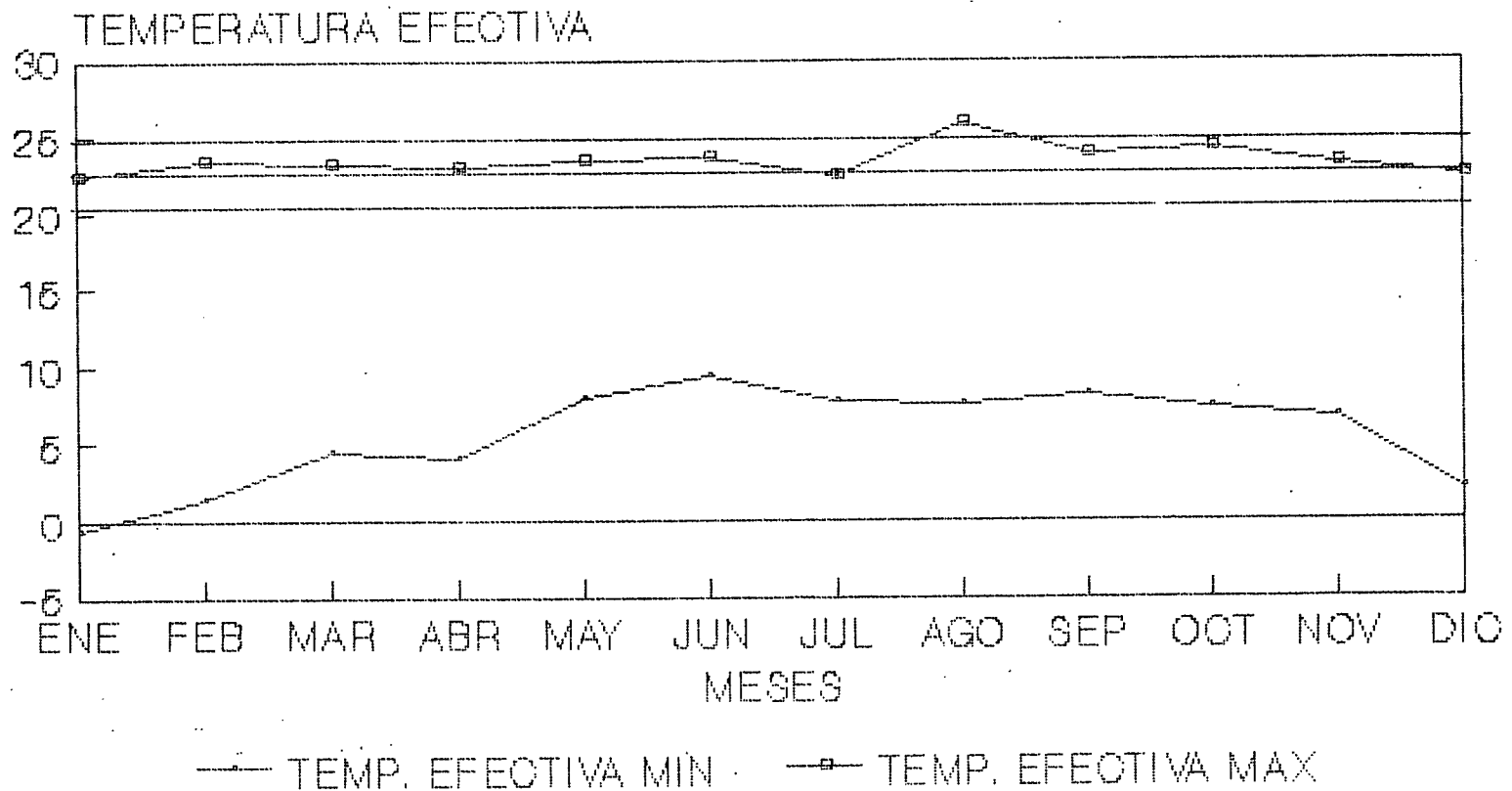
- Las temperaturas efectivas máximas provenientes de los promedios mensuales, en su totalidad excepto en el mes de Agosto, se encuentran dentro de la zona de "confort", por lo que para aquellas horas del día donde las temperaturas alcanzaron su máximo valor, se estima que las personas se encontraban en un ambiente confortable.

CONDICIONES EXTERIORES IMPERANTES EN LA U.C.V. (1973 -1988)



P. WAKELY

RELACION ENTRE LAS CONDICIONES EXTERIORES Y LA ZONA DE "CONFORT" IMPERANTE EN LA U.C.V. (1973 - 1988)



P. WAKELY

Fig-29

- Los valores promedios de las temperaturas efectivas máxima y mínima de Agosto, se encontraban por fuera de la zona de "confort" lo que indica que este mes puede considerarse como el más crítico, así que para hacer un estudio de confort más profundo (como lo es la evaluación de las condiciones en espacios interiores), era recomendable realizarlas en este mes.

- Debe tenerse cuidado con la aplicabilidad que a largo plazo se le dé a los resultados arrojados por el estudio anterior puesto que nada garantiza su cumplimiento a futuro, por una parte generalmente las condiciones exteriores varían y por otra debe considerarse el error que se comete al trabajar con los valores promedios de las variables.

1.5.- Zona de "confort" modificada:

Localidad: Cualquiera.

Cuando se tiene un resumen de datos climatológicos para periodos mayores de un año, resulta imposible definir los deltas de temperaturas efectivas que habrán de añadirse al segundo término de la ecuación "A", de la pág. 175 (para considerar la variación de la temperatura en el tiempo). Tal como ocurre en este ejemplo donde no se dispone de información sobre el comportamiento por año de las variables.

EJEMPLO No 2:

2.1.- A través de este ejemplo se esbozaran los respectivos cálculos de la zona de "confort", para la U.C.V., pero ahora conociendo el comportamiento de las variables requeridas para un año en particular, en esta ocasión trabajaremos con los datos medidos en 1.991 (información más reciente de que disponemos, y cuyas hojas originales de anotaciones se encuentran incluidas en el apéndice). En la tabla 17, se muestran los valores máximos y mínimos medios para cada mes, según lo cual se tiene que:

$$T_{maa} = 29.3 \text{ } ^\circ\text{C (Mayo).}$$

$$T_{mab} = 17.2 \text{ } ^\circ\text{C (Diciembre).}$$

La zona de "confort" de Wakely (original) será:

Localidad: U.C.V. (Datos: 1.991)

CALCULOS:

a) Temperatura media anual (T_{ma}):

$$T_{ma} = (29.3 + 17.2)/2 = 23.25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b) Como $T_{ma} > 10 \text{ } ^\circ\text{C}$, el centro de la zona de "confort" (T_{cc}) es:

TABLA 17

TEMPERATURAS PROMEDIOS SEGUN LA ESTACION U.C.V PARA EL AÑO 1.991

TEMPERATURA(°C) MESES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
--------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

MAXIMA.	27.30	28.10	26.8	28.1	29.3*	27.4	27.3	28.1	27.5	27.6	28.2	25.4
MINIMA.	17.30	18.40	19.5	20.7	21.3	20.3	23.4	23.6	19.0	18.4	18.2	17.2*

* Estas se corresponden con las temperaturas: medio anual más alto (T_{mao}) y medio anual más bajo (T_{mob}), registrados en 1.991.

$$T_{cc} = 23,25/4 + 17.2 = 23.01 \text{ } ^\circ\text{C temperatura efectiva.}$$

c) La extensión media anual (Ema):

$$Ema = 29.3 - 17.2 = 12.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

d) Según la tabla 14 , se tiene que la extensión de la zona de "confort" es 2.5 °C temperatura efectiva. Finalmente se tiene que los límites superior e inferior de la zona para la U.C.V. en el año 1.991 eran (según muestra la figura 30):

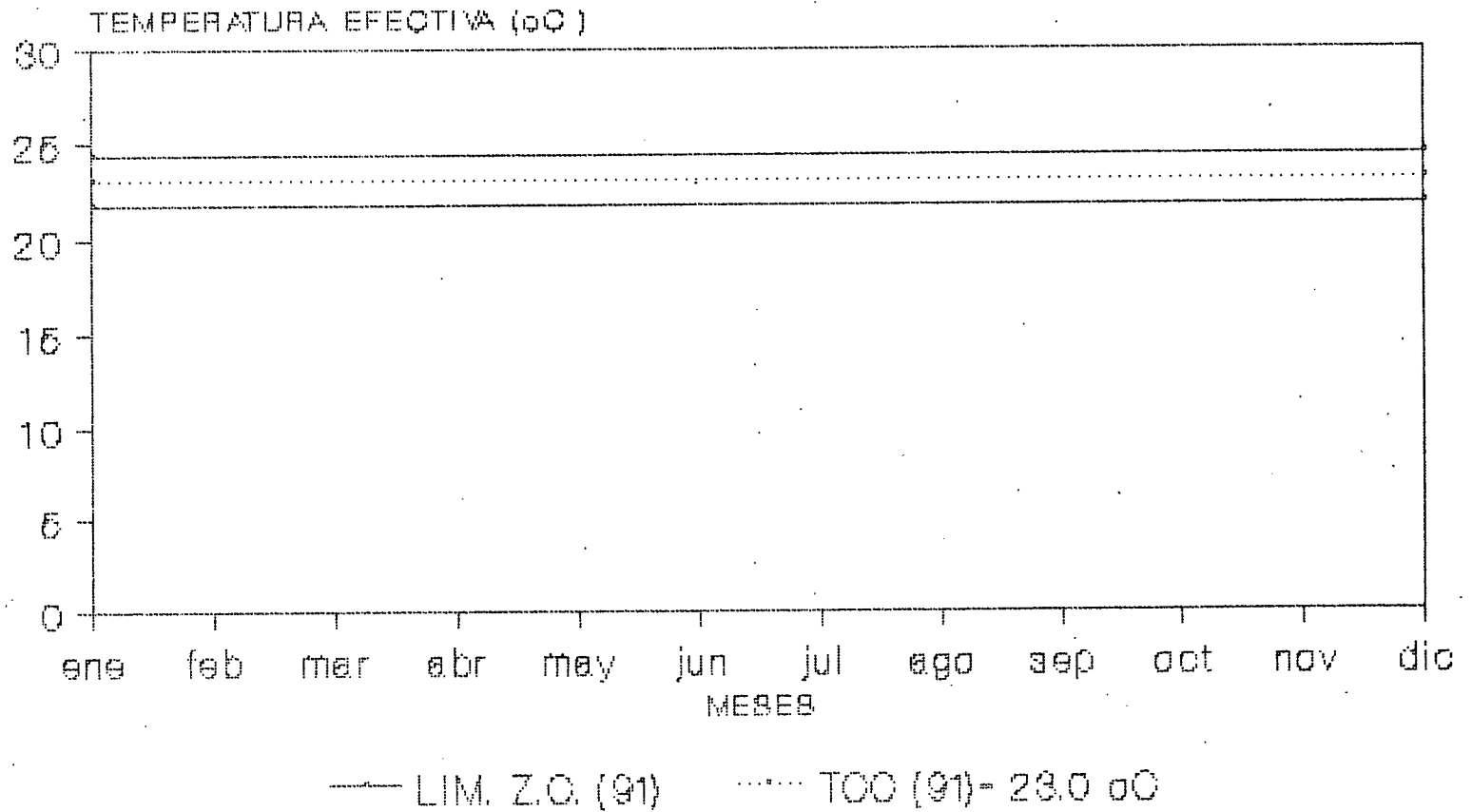
$$\text{Máxima} = 24.3 \text{ } ^\circ\text{C temperatura efectiva.}$$

$$\text{Mínima} = 21.8 \text{ } ^\circ\text{C temperatura efectiva.}$$

2.2.- La importancia de este ejemplo radica en que permite hacer un análisis comparativo entre las zonas de "confort" de Wakely para la U.C.V. en el año 1.991 y la del período comprendido entre los años 73-88, cumpliéndose la hipótesis a partir de la cual se sustentó el desarrollo de la ecuación que modifica la zona original.

En cuanto a los rangos de temperatura, se observa según la fig.31, un incremento en la del centro (T_{cc}) y la mínima, no así en la máxima, del año 1.991 con respecto al período 73-88. Lo esperado era un desplazamiento en todos los niveles de la zona hacia temperaturas más elevadas.

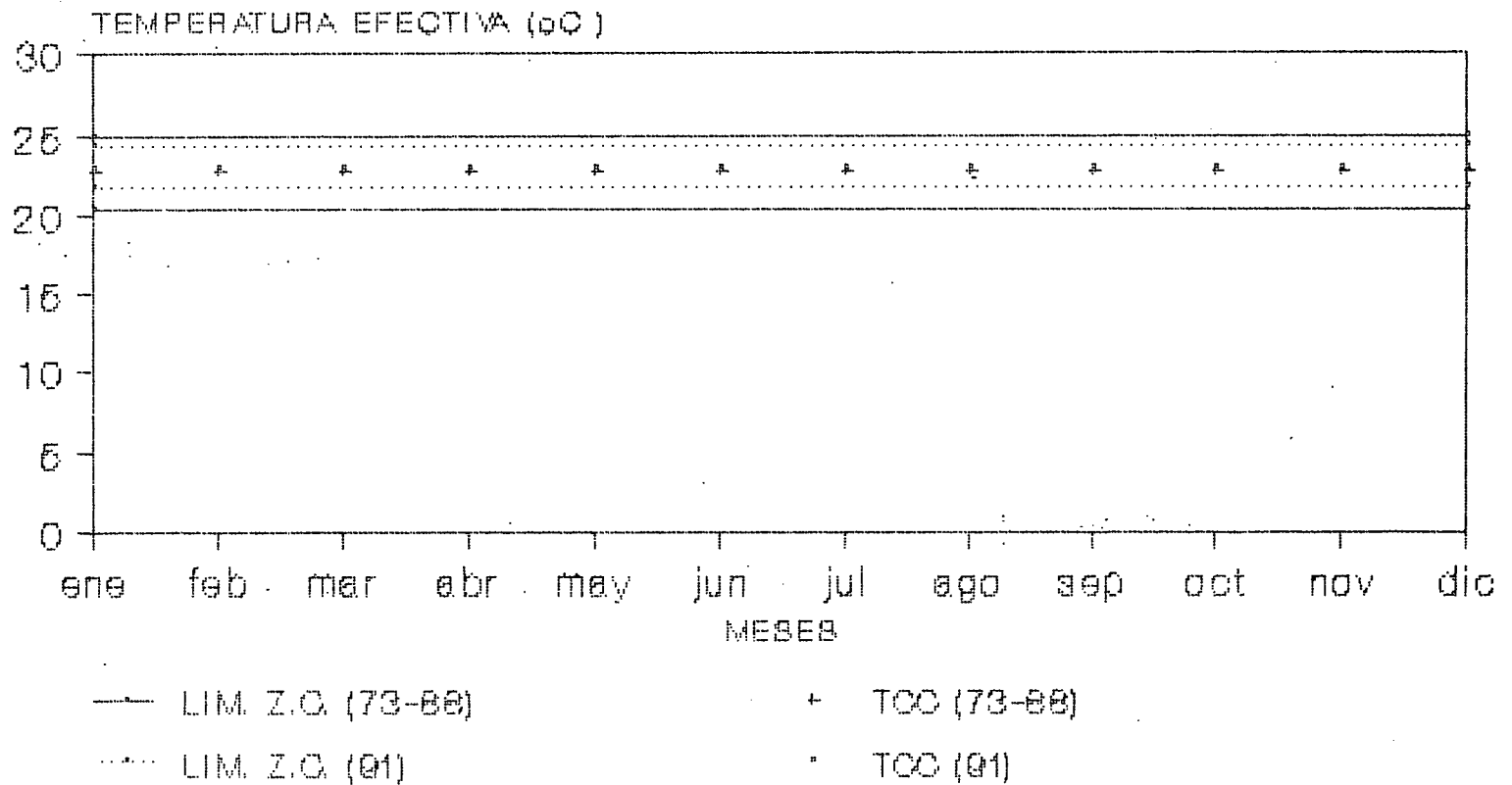
ZONA DE "CONFORT" DE LA U.C.V. (1991)



TOC = CENTRO DE LA ZONA DE CONFORT
 LIM. Z.O. = LIMITE DE LA ZONA DE CONFORT
 WAKELY, P. 1978

FIG. 30

COMPARACION DE LAS ZONAS DE "CONFORT" DE LA U.C.V. (1973-1988) Y (1991)



TCC = CENTRO DE LA ZONA DE CONFORT
 LIM. Z.C. = LIMITE DE LA ZONA DE CONFORT
 WAKELY, P. 1976

FIG 31

Finalmente se recomienda hacer un estudio comparativo de las zonas de "confort" (según Wakely) para cada dos años consecutivos, según el cual se verifique si realmente la tendencia de los niveles de las temperaturas de bienestar es la de incrementarse, lo cual podría hacerse través de un tratamiento estadístico de la variable en cuestión, bien sea con los datos de la U.C.V. o más generalizado, para diversas regiones del país.

Tercer caso:

Siempre que se desee hacer un estudio de bienestar dentro de un local, lo más recomendable es conocer el comportamiento de las variables dentro del mismo, ya que con estas y las exteriores más recientes (por ejemplo las del año anterior) es posible establecer en forma más adecuada los niveles de "confort" deseados por la mayoría de los usuarios.

Los pasos a seguir serán los siguientes:

a) A partir de la información proveniente de la estación climatológica se procederá a determinar como ya se ilustró con anterioridad, el o los meses más críticos.

b) Según el procedimiento planteado se recomienda hacer las mediciones de variables interiores para aquellos meses en que

lo indiquen los resultados arrojados por el punto anterior.

c) Puesto que la zona de "confort", según la definición de Wakely, es una constante para cualquier época del año, el paso siguiente será establecer la relación que existe entre la misma y el comportamiento de las variables interiores medidas, de cuyo análisis podrán conocerse el o los días más críticos del mes.

Debe tomarse en cuenta el error que se comete al considerar que la zona de "confort" y las condiciones exteriores estimadas según datos de por lo menos un año anterior al del momento del estudio son válidas para este, puesto que los meses críticos pueden variar de un año a otro.

Como hasta el momento no se han realizado mediciones de las variables en espacios interiores, de acuerdo con el procedimiento propuesto en este trabajo, recomendamos para futuros estudios de "confort" evaluar la aplicabilidad y veracidad de todo lo antes planteado.

EJEMPLO No 1

1.1.- A continuación se ilustrará a manera de ejemplo y mediante el uso de datos ficticios, la aplicación práctica que tendría el método propuesto para el establecimiento de las condiciones de bienestar en el caso de que se hubiesen realizado

mediciones de variables interiores, para lo cual se han seleccionado los siguientes valores, que pudieron haberse alcanzado en un determinado recinto dentro de la U.C.V., durante el periodo comprendido entre los años 1.973-1.988 en uno de los días del mes crítico de un año posterior al periodo ya mencionado. (Agosto, según se dedujo anteriormente)

Velocidad promedio del aire = 0.5 m/s.

Humedad relativa promedio = 60 %.

Temperatura de bulbo seco promedio = 21 °C.

A partir de los datos anteriores y siguiendo lo planteado en el punto "establecimiento de las condiciones imperantes (condiciones interiores)" se obtiene:

Temperatura efectiva promedio diaria = 18.4 °C.

1.2.- De igual forma deberá procederse para los demás días del mes en estudio, después de lo cual deberá establecerse si dicho valor se encuentra dentro de los límites de la zona de "confort" mostrada en la fig. 27 .

Si los 18.4°C de temperatura efectiva promedio diaria fuesen representados en la fig. 27 . se deduciría lo siguiente:

-Para ese día el valor promedio de la temperatura efectiva diaria se habría encontrado por debajo de la zona de

"confort", por lo que las personas pudieron haber sentido malestar dentro del local en estudio.

1.3.- Todo lo anterior podría repetirse pero considerando la definición de zona de "confort" modificada, para verificar la veracidad de lo expuesto en el punto 1.2 (ya que podría darse el caso de que los límites de la zona de "confort" se modificaran).

CONCLUSIONES.

Después del estudio realizado entorno a las condiciones climáticas del trópico y a las diversas escalas que intentan explicar el bienestar podemos concluir lo siguiente:

1.- No se ha establecido ninguna escala o índice de "confort" que realmente represente las condiciones en que todas las personas se desenvuelven cómodamente. No obstante algunos de los ya existentes pueden aplicarse en mayor o menor grado a los requerimientos del trópico.

2.- El índice de Temperatura Efectiva Corregida, es el más representativo para hacer un estudio de las condiciones de bienestar en el trópico, puesto que en su definición se consideran las variables que tienen mayor influencia en esta región, además de la significación que le da el hecho de ser una escala de derivación empírica.

3.- Las sensaciones de bienestar están influenciadas por un conjunto de factores entre los que se destacan las variables exteriores e interiores predominantes en el lugar, los aspectos psicológicos y fisiológicos (propios de cada persona),

además de la vestimenta y la actividad desempeñada.

4.- Debido a que a partir de las zonas de "confort" se pueden reflejar las condiciones de bienestar de las personas, estas deben definirse tomando en cuenta las opiniones de los individuos cuando se encuentran expuestos a diversas condiciones dentro del medio que los rodea.

5.- Es imposible hablar de zonas de "confort" constantes en el tiempo, ya que estas son la representación de las sensaciones de los individuos, las cuales se mueven dentro de rangos muy amplios y en ocasiones responden a los caprichos de cada persona.

6.- Es muy importante establecer el procedimiento para la definición de las zonas de "confort" en climas tropicales, debido a que muchos de los métodos ya existentes para su determinación han surgido a partir de estudios llevados a cabo en E.E.U.U. y Europa, regiones que difieren mucho del trópico en cuanto a los tipos climáticos y la tipología de sus habitantes.

7.- Finalmente queremos resaltar que como resultado del presente trabajo queda establecida una solución de tipo empírico para el establecimiento de zonas de "confort" en climas tropicales, a partir de un enfoque racionalmente derivado de la teoría planteada por Wakely.

RECOMENDACIONES.

Por las características propias de este trabajo, a lo largo del mismo fueron presentadas un conjunto de propuestas para determinar los adecuados niveles de bienestar en la región tropical por lo que a continuación se esbozará un compendio de las mismas.

1.- En el establecimiento de las escalas o índices de "confort", deben considerarse las variables exteriores e interiores predominantes en la región en estudio, las primeras a través de los datos provenientes de las estaciones climatológicas y las segundas según mediciones dentro de los recintos, lo cual se hará mediante la utilización de instrumentación de lectura directa dispuesto de forma tal que no afecte la actividad en el local.

2.- La escogencia de el o los lugares de medición, en los recintos, se hará tomando en cuenta el número de personas (para considerar los procesos de transferencia de calor) y la actividad (sentado o de pie) de las mismas de forma tal de tener presente el comportamiento de las variables a las alturas más representativas a las que se encuentra expuesto el

cuerpo humano.

3.- En cuanto a la consideración que se haga de las variables, deberán evaluarse sus valores máximos, mínimos y promedios, (según se hizo en este trabajo). Sin embargo se recomienda hacer un análisis exhaustivo de otros parámetros estadísticos como la media, la mediana y la moda, para estimar cuales de ellos se ajustan más a las condiciones reales del medio en que se desenvuelve el individuo.

4.- Al estimar las condiciones de bienestar de los individuos, se deben evaluar, además de las variables ya mencionadas, aspectos psicológicos y fisiológicos, para lo que se recomienda el uso de planillas que consideren: la edad, el sexo, la vestimenta; además de una escala cuya ponderación permita reflejar las sensaciones térmicas de los mismos. No obstante es aconsejable la consulta con especialistas en el área de psicología y fisiología.

5.- Para diagnosticar las condiciones a las cuales los individuos oriundos de la región tropical se sienten confortables, lo más adecuado es definirles sus respectivas zonas de "confort", para lo cual sugerimos el seguimiento de la teoría ya establecida por Wakely, salvo por la modificaciones a que esta se ajusta.

6.- A la par del establecimiento de la zona de "confort" se deberán determinar las condiciones que realmente están presentes en el lugar con lo cual podrán conocerse los periodos críticos (meses y/o días) en los cuales deberá haber un control de la energía presente en el ambiente.

7.- Si la zona de "confort", es definida a partir de los planteamientos de Wakely, se deberá hacer un estudio de las respuestas de los individuos cuando son expuestos a las condiciones límites de la misma, con lo cual se podrá establecer con exactitud el porcentaje de personas que se sienten confortables dentro del rango que dichos valores establecen.

INDICE DE FIGURAS.

Fig.		pág.
1.-	Representación en tres (3) dimensiones de varios factores que pueden ser importantes en la búsqueda del confort térmico.....	22
2.-	Carta de Confort.....	36
3.-	Influencia de la Humedad del aire en el bienestar (según Fanger).....	38
4.-	Curva de bochorno y curva límite de trabajo en el diagrama i, x	39
5.-	Gráficos para el cálculo del índice de tensión térmica.....	53
6.-	Abaco para calcular la temperatura efectiva.....	62
7.-	Zonas de confort en base a la temperatura equivalente.....	69
8.-	Nomograma para determinar la temperatura equivalente.....	72

9.-	Comparación entre el índice de discomfort y la temperatura equivalente.....	75
10.-	Índice de confort y salud - respuestas humanas.....	83
11.-	Porcentaje de insatisfacción vs la temperatura efectiva corregida.....	90
12.-	Temperaturas WBGT para diferentes regímenes de trabajo- descanso.....	94
13.-	Termómetro de bulbo seco o normal.....	100
14.-	Termómetro de bulbo húmedo.....	102
15.-	Abaco para calcular la velocidad del aire. cata-termómetro (130-125 °F).....	107
16.-	Higrómetro de cabello.....	111
17.-	Psicrómetro de rotación o giratorio.....	114
18.-	Psicrómetro de AUGUST, ventilado.....	116
19.-	Psicrómetro de AUGUST, sin ventilación.....	118
20.-	Actinógrafo.....	120
21.-	Pirómetro.....	123
22.1-	Temperaturas efectivas. Velocidad del viento 0.1 m/seg.....	159

22.2-	Temperaturas efectivas. Velocidad del viento 1.5 m/seg.....	160
22.3-	Temperaturas efectivas. Velocidad del viento 5.0 m/seg.....	161
23.-	Variación anual de la temperatura.....	170
24.-	Zona de "comfort" para el tipo climático: tropical seco.....	192
25.-	Zona de "comfort" para el tipo climático: tropical húmedo.....	193
26.-	Zona de "comfort" para el tipo climático: montano.....	194
27.-	Zona de "comfort" de la U.C.V. (1973-1988).....	198
28.-	Condiciones Exteriores Imperantes en la U.C.V. (1973-1988).....	201
29.-	Relación entre las Condiciones Exteriores Imperantes y la Zona de confort en la U.C.V.....	202
30.-	Zona de "comfort" de la U.C.V. (1991).....	207
31.-	Comparación de las zonas de "comfort" de la U.C.V. (1973-1988) y (1991).....	208

INDICE DE TABLAS.

tabla		pág.
1.-	Unidades detalladas de los "CLO" para la vestimenta de individuos, y fórmula para la estimación intrínseca de la insolación total.....	24
2.-	Ecuaciones que relacionan el "hc" con la velocidad.....	33
3.-	Comparación del coeficiente convectivo de transferencia de calor para un movimiento normal de aire de 1 atmósfera.....	33
4.-	Significación de los valores del índice de "stress" térmico (IST).....	54
5.-	Predicción del porcentaje de incomodidad de personas, para diversos valores de temperatura y humedad relativa.....	78
6.-	Predicción del grado de confortabilidad según I.T.H.V.....	82
7.-	Índice de sensaciones térmicas (WCI).....	86

8.-	Valores de las temperaturas W.B.G.T. admisibles.....	95
9.-	Valores umbrales de WGTH en °C	95
10.-	Resumen Climatológico.....	147
11.-	Hoja de Anotaciones de Condiciones Interiores.....	154
12.-	Cuadro Resumen de las Condiciones Exteriores Imperantes.....	157
13.-	Cuadro Resumen de las Condiciones Interiores Imperantes	164
14.-	Extensión de la zona de confort.....	172
15.-	Evaluaciones de la Sensación de "Confort" del Grupo.....	185
16.-	Cuadro Resumen de las Condiciones Exteriores Imperantes (U.C.V.).....	199
17.-	Temperaturas Promedios según la Estación U.C.V. para el año 1991.....	205

BIBLIOGRAFIA.

- ACOSTA, Waldimiro. Vivienda y Clima. Ediciones Nueva Visión. Buenos Aires. Argentina. 1.976.
- ALVAREZ , Fernando. Atlas Climático de Venezuela. Dpto. de Hidrometeorología. Facultad de Ingeniería. U.C.V. Caracas. 1.983.
- AUSTIN, A. Climatología. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. España. 1.964. Traducción Ismael Antich y Luis Jordá.
- BARRY, R. y CHORLEY, R. Atmosfera Tiempo y Clima. Ediciones Omega, S.A. Barcelona España. 1.972. traducción Ana María Guilló.
- COHEN, Miguel. Apuntes de Aire Acondicionado. Dpto. de Energética. Escuela de Mecánica. Facultad de Ingeniería. U.C.V. Caracas. 1.992. 6^{ta} Edición. Tomo I y II.
- FINCH, V. y TREWARTHA, G. Geografía Física. Fondo de Cultura Económica. México. 1.954. 1^{ra} Edición en español. Traducción Francisco Rived.
- GOL, A. W. Meteorología General. Servicio de Meteorología. Comandancia de las Fuerzas Aereas. Caracas. Venezuela. S/f.
- GOL, A. W. Instrumentos Meteorológicos. Servicio de Meteorología y comunicaciones. Ministerio de la Defensa. Caracas. Venezuela. 1.964. 2^{da} Edición.
- GROSSKE, Ferdinand. Climatología para Estudiantes. Dpto. de Hidrometeorología. Facultad de Ingeniería. U.C.V. Caracas. S/F.
- GUEVARA, J. M. Meteorología para Geógrafos. Escuela de Geografía. Facultad de Humanidades y Educación. U.C.V. Caracas. 1.970.
- GUTIERREZ, A. Curso de Higiene y Seguridad Industrial. Fundación Mapfre. Madrid. España. S/f.

- GUYOT, Alain. El viento y la Ventilación en la Arquitectura. S/r.
- HERNANDEZ, Eduardo. Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración. Editorial Limusa. México. 1.975.
- JENNINGS, B. y LEWIS, S. Aire Acondicionado y Refrigeración. Editorial Continental. México. 1.971. 2^{da} Edición. Traducción Armando Garza Cárdenas.
- JOHNSON, W. H. Calefacción y Aislamiento. Editorial Alhambra, S.A. 1.986.
- JONES, W. P. Air conditioning Engineering. Eduard Arnold. London. 1.973. 2^{da} Edición.
- LORENTE, J. H. Meteorología. Editorial Labor, S.A. Barcelona España. 1.961. 4^{ta} Edición.
- PIZZETI, Carlo. Acondicionamiento del Aire y Refrigeración. Editorial Interciencia. Madrid. España. 1.971.
- POLER, Mauricio. clima y Arquitectura. Banco Obrero. Caracas. S/F.
- PUPPO, E. y PUPPO, G. A. Acondicionamiento Natural y Arquitectura : Ecología en Arquitectura. Editorial Marcombo. Barcelona. España. 1.972.
- RECKNAGEL, Herman. Manual de Calefacción y Climatización. Editorial Blume. Madrid. España. 1.974.
- RIVAS LOPEZ, Alfredo. La Red de Estaciones Hidrometeorológicas y el Instrumental Básico de la Estación. Dpto. de Hidrometeorología. Facultad de Ingeniería. U.C.V. Caracas. 1.979.
- VAN WYLEN, G. y SONNTAG, R. Fundamentos de Termodinámica. Editorial Limusa. Mexico. 1.978.
- WAKELY, Path. Clima y Arquitectura. Maracaibo. 1.978. (Inédito).

Diccionarios y Enciclopedias:

- ACTA 2000. Ediciones Rialp, S.A. Madrid, 1.975. Tomo VII.
- DICCIONARIO ENCICLOPEDICO QUILLET. Editorial Quillet, S.A. Buenos Aires. 1.967. Tomo I y VII.

Instituciones:

- AIR - CONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE.
Refrigeration and Air Conditioning. Editorial Prentice
Hall International (PHI). Englewood Cliffs . 1.979.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR -
CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE) . Handbook of
Fundamental. Atlanta. U.S.A. 1.985.
- CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY. Manual de Aire
Acondicionado. Marcombo, S.A. de Boixaren Editores.
Barcelona España. 1.970.
- COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN 2254-90).
Calor y frio. Limites Máximos Permisibles. Ministerio
de Fomento. Caracas. 1.990.
- COVENIN 2250-90. Ventilación de los Lugares de Trabajo.
Ministerio de Fomento. Caracas. 1.990.
- DEPTO. DE HIDROMETEOROLOGIA. Resumen Climatologico. U.C.V.
1.973 - 1.988.
- ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL (OMM). A Survey of Human
Biometeorology. Technical Note no 65. Edited by
Frederick Sargent, II, And Sóleo W. Tromp. Geneva.
Switzerland. 1.964.

Revistas:

- ALVAREZ, Fernando. "Observaciones Sobre Algunos de los
Coeficientes Utilizados Como Indices de
Bienestar". El Hidrometeorologista. Revista del
Colegio de Ingenieros de Venezuela. Año 1. Sep. 1.970.
No 1.
- BENDELINES, A. y METSCH, W. "Environmental Control for the
Caracas Metro". Revista Ashrae Journal. Sep. 1.973.
- BIANKENBAKER, John. "Ventilating Systems For Hot Industries".
Revista Heating/ Piping/ Air Conditioning. Feb. 1.982.
- BRANGER, Gail. "Using Laboratory - Based Models to Predict
Comfort in Office Buildings". Revista Ashrae Journal.
Abr. 1.992.

- CAMPAJOLA, V. y otros. Exposición de Arquitectura Bioclimática. Auspiciada por la Embajada de Italia en Venezuela, el Instituto Venezolano-Italiano de Cultura y por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela. Caracas. Nov.-Dic. 1.986. (Folleto).
- FIELD, A. A. "Temperature Measurement: The State of the Art". Revista Heating/ Piping/ Air Conditioning. May. 1.975.
- , "New Ideas on Thermal Comfort". Revista Heating/ Piping/ Air Conditioning. Ene. 1.973.
- FINN, Charles. "Total Heat Sensing Vs. Dry-Bulb / Relative Humidity Sensing. Revista Ashrae Journal. Feb. 1.971.
- GAGGE, A. y NISHI, Y. "Physical Indices of the Thermal Environment". Revista Ashrae Journal. Ene. 1.976.
- HARDY, James. "Thermal Comfort and Health". Revista Ashrae Journal. Feb. 1.971.
- KJERULF, P. y otros. "Investigation on Man's Thermal Comfort & Physiological Response". Revista Ashrae Journal. Ene. 1.975.
- NEVINS, R. y PHARO, G. "The New Ashrae Comfort Chart". Revista Ashrae Journal. Mayo. 1.972.
- ROHLES, Frederick. "Psychological Aspects of Thermal Comfort". Revista Ashrae Journal. Ene. 1.971.
- RHOLES, F. y KONZ, S. "A New Psychrometric Chart For Thermal Comfort". Revista Ashrae Journal. Ene. 1.982.
- SISSON, Bill. "Nomograph determines wind chill temperature". Revista Heating/Piping/Air Conditioning. Mar. 1.981

Talleres:

- CURIEL, Ernesto. "Indices Térmicos en el Establecimiento de Criterios de Diseño". Taller: Criterios y Técnicas de Acondicionamiento Climático en las Edificaciones del Trópico. Facultad de Ingeniería. U.C.V. Caracas. 1.992.
- HERNANDEZ, Nelson. "El Clima en el Area Tropical. Caso Venezuela". Taller: Criterios y Técnicas de Acondicionamiento Climático en las Edificaciones del Trópico. Facultad de Ingeniería. U.C.V. Caracas. 1.992.

HOBICA, M.E. "Verificación Experimental de un Modelo de Técnica de Edificaciones en Clima Tropical Húmedo". Taller: Criterios y Técnicas de Acondicionamiento Climático en las Edificaciones del Trópico. Facultad de Ingeniería. U.C.V. Caracas. 1.992.

Tesis:

ALMEYDA, R. y GARCIA, L. Obtención de Condiciones Optimas en el Acondicionamiento de Aire Para Ambiente Industrial. Escuela de Mecánica. Facultad de Ingeniería. U.C.V. Caracas. 1.987.

ALVAREZ, Fernando. Entalpía y Coeficientes de Bienestar. Dpto. de Hidrometeorología. Facultad de Ingeniería. U.C.V. Caracas. S/f.

Investigación Sobre Condiciones Climáticas (Bienestar) en las Oficinas de la División de Hidrología del Instituto de Obras Sanitarias (INOS), La Mariposa. Dpto. de Hidrometeorología. Facultad de Ingeniería. U.C.V. Caracas. 1.971. (Especialización Meteorología).

Investigación Sobre el Aclimatamiento Humano como Respuesta a las Sensaciones Climáticas de Calor, Bienestar, Fresco y Frío. Dpto. de Hidrometeorología. Facultad de Ingeniería. U.C.V. Caracas. 1.972 (Especialización en Bioclimatología).

CURIEL, Ernesto . La Arquitectura en Regiones de Venezuela. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. U.C.V. Caracas. 1.982.

MORTIMER, G. y RIERA, A. Soluciones Gráficas para el Cálculo del Confort. Escuela de Mecánica. Facultad de Ingeniería. U.C.V. Caracas. 1.967.

MUJICA, Jesús y otros. Estudio Experimental del Confort. Escuela de Mecánica. Facultad de Ingeniería. U.C.V. Caracas. 1.970.

RODRIGUEZ, A. y MILLAN, R. Zonificación Climática de Venezuela. Escuela de Mecánica. Facultad de Ingeniería. U.C.V. Caracas. 1.970.

APENDICE

A continuación se muestran:

1.- Las hojas de registros mensuales, medidos en la estación climatológica U.C.V. de las siguientes variables:

- Insolación (horas).
- Temperatura del aire (°C).
- Humedad (%).
- Temperatura (°C) (psicrometro) {
 - Termómetro seco.
 - Termómetro Húmedo.
- Dirección y velocidad del viento (m/s).
- Evaporación (m/m).
- Radiación (cal/cm²).
- Precipitación (mm)
- Recorrido del viento a nivel de la tina (K/m).

(durante el año 1.991).

2.- Carta psicrométrica de Caracas, la cual puede ser utilizada, entre otras cosas, para el cálculo de la humedad relativa, si se desea hacer un estudio de bienestar en dicha zona.

3.- Abacos de temperaturas efectivas según Wakely para las siguientes velocidades de viento:

0.5 m/s.

1.0 m/s.

2.0 m/s.

3.0 m/s.

7.0 m/s.

ESTACION: U.C.V. (0539) / ALTITUD: 201.69 msnm
 LATITUD: 10°29'41" N / LONGITUD: 66°53'12" W
 RÍO: Río Tuy.

Registro del mes de ENERO año 1991

Días	(1)			(2)				(3)				(4)		(5)			(6)		(7)			(8)			(9)	(10)
	Hrs	Temp (H) C		Humedad %				Temp (C)		Viento (m/s)			Evap (mm)		Aerom (mm)	Radiación			Lluvia (mm)	Tem (C)						
		Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Mod	Act	Term Seco	Term Húmedo	Máx	Mod	Dircc Prev.	Sal		Somb	Máx	Med			Total					
1	22	27	17	70	80	80	100	20	20	20	0.4	SE	3.4	1.1	19	106	33	202	0	20						
2	23	27	16	70	80	80	100	20	20	20	1.0	SE	3.2	2.0	16	96	31	201	0	20						
3	26	28	17	70	80	80	100	20	20	20	1.1	SE	4.1	2.4	31	71	35	203	0	19						
4	27	28	17	70	80	80	100	22	20	20	1.9	SE	4.2	2.3	30	8.4	35	201	0	20						
5	28	28	17	70	80	80	100	13	20	20	—	—	5.0	2.1	32	10.1	33	204	2.0	19						
6	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	0.6	SE	5.2	2.3	35	9.4	31	203	0	19						
7	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	0.5	SE	4.6	2.0	25	10	33	204	0.1	19						
8	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	0.9	SE	6.3	2.3	29	10.1	34	201	0	20						
9	28	28	16	70	80	80	100	11	20	20	0.6	SE	5.1	2.0	34	10	36	201	0	19						
10	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	1.2	SE	4.9	2.0	30	10	36	201	0	19						
11	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	1.2	SE	4.9	2.0	30	10	36	201	0	19						
12	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	1.2	SE	4.9	2.0	30	10	36	201	0	19						
13	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	1.0	SE	4.7	2.0	33	10	37	201	0	19						
14	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	1.0	SE	4.7	2.0	33	10	36	201	0	19						
15	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	1.0	SE	4.6	2.0	33	10	36	201	0	19						
16	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	1.2	SE	4.6	2.0	36	10	37	201	0	19						
17	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	1.2	SE	4.6	2.0	36	10	37	201	0	19						
18	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	1.4	SE	4.4	2.0	32	10	36	201	0	19						
19	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	1.0	SE	4.1	2.0	34	10	36	201	0	19						
20	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	0.9	SE	4.0	2.5	15	10	36	201	0	19						
21	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	1.4	SE	4.4	2.3	41	10	34	201	0	19						
22	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	1.5	SE	4.3	2.0	32	10	34	201	0	19						
23	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	1.5	SE	4.3	2.0	32	10	34	201	0	19						
24	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	2.2	SE	4.0	2.1	30	10	34	201	0	19						
25	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	2.5	SE	4.3	2.4	47	10	36	201	0	19						
26	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	2.0	SE	4.2	2.4	32	10	36	201	0	19						
27	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	2.1	SE	4.3	2.0	33	10	36	201	0	19						
28	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	2.5	SE	4.0	2.2	30	10	37	201	0	19						
29	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	2.2	SE	4.1	2.0	32	10	37	201	0	19						
30	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	2.2	SE	4.1	2.0	32	10	37	201	0	19						
31	28	28	16	70	80	80	100	12	20	20	2.0	SE	4.0	2.0	40	10	36	201	0	19						

ESTACION : U.C.V. (0539) / ALTITUD : 884,69 msnm
LATITUD : 10°29'41" N / LONGITUD : 66°53'12" W
HOYA : Río Tuy .

Registro del mes de FEBRERO año 1991

Días	①	②			③				④		⑤			⑥		⑦	⑧			⑨	⑩	
	☀ Ins.	Temp. del aire °C			Humedad %				Temp.°C (Psicrómetro)		W+E Viento(m/s) S (10m. de altura)			Evap(mm)		Anem. Tina	Rad.(cal/cm²)			LL	Temp. (°C)	
	Horas	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Act 8om.	Term. Seco	Term. Húmed.	Máx.	Med.	Direc. Prev.	Sol	Somb.	(Km)	Máx. diaria	Med. horaria	Total diaria	n.m.	Suelo a 2cm	
1	3,2	24,3	16,4	20,0	100	43	80	79	17,2	16,5	4,0	1,3	E/SE	4,3	2,5	28	77	34	294	.	18	
2	5,5	25,8	15,5	21,5	100	47	80	75	18,6	17,0	4,0	1,2	E/W	4,5	4,0	32	94	33	332	.	20	
3	8,2	28,2	15,0	19,5	100	35	71	68	19,2	17,1	5,7	1,5	SE/W	4,1	2,9	31	101	35	398	.	21	
4	8,5	28,8	14,7	19,5	100	25	68	75	18,3	16,5	5,9	1,7	SE/W	5,3	2,5	33	82	34	376	.	19	
5	7,8	22,5	16,5	21,7	100	38	79	99	20,4	18,8	6,0	1,6	SE/W	4,2	3,0	25	86	34	349	.	21	
6	5,1	24,1	19,0	22,3	100	32	79	95	19,5	18,7	6,1	1,3	SE/W	3,4	1,7	27	89	35	335	.	21	
7	3,4	27,7	19,3	22,4	98	38	78	90	20,3	19,2	5,0	1,2	SE/W	5,7	2,3	31	71	31	286	.	22	
8	8,3	29,3	19,8	23,5	100	26	78	93	22,0	20,8	5,6	1,6	ESE	3,0	2,0	40	86	36	347	.	24	
9	7,7	30,9	19,0	24,4	100	28	66	95	26,8	22,6	4,8	1,5	ESE	3,1	2,1	22	86	36	377	.	23	
10	7,3	31,2	20,8	25,9	100	23	63	99	25,8	23,0	6,6	1,9	SSE	5,9	2,0	21	86	35	332	.	19	
11	8,3	31,1	20,0	25,9	96	15	60	96	27,2	23,8	7,0	1,9	ESE	6,5	4,4	45	86	36	374	.	28	
12	7,6	31,2	18,9	24,0	97	18	59	97	26,1	22,8	6,6	1,9	ESE	5,5	4,9	35	82	36	381	.	26	
13	7,8	29,7	18,6	23,4	100	32	70	100	21,5	20,0	6,5	1,8	ESE	5,0	4,0	43	96	36	405	.	23	
14	8,4	28,7	18,2	23,0	100	28	68	96	21,0	19,5	6,8	1,9	ESE	5,1	3,8	34	89	37	364	.	23	
15	9,0	30,4	18,3	24,3	100	28	65	98	22,5	20,0	5,6	1,6	ESE	5,9	3,0	33	86	37	371	.	23	
16	9,1	30,1	18,8	23,2	100	43	82	98	22,2	20,5	7,7	2,0	ESE	6,0	4,0	40	82	36	388	.	26	
17	6,9	26,4	16,9	21,0	100	32	66	97	20,1	18,0	6,0	1,6	ESE	5,7	3,5	38	106	38	422	.	23	
18	6,5	27,0	15,4	21,2	95	29	70	70	21,5	18,3	5,2	1,5	ESE	5,4	3,2	35	103	42	369	.	23	
19	4,3	26,0	17,6	21,7	100	28	69	81	19,5	18,2	4,9	1,2	ESE	4,8	3,0	32	101	41	398	.	22	
20	7,4	25,7	16,1	20,8	99	42	73	66	24,0	18,0	7,2	1,9	ESE	4,9	3,2	40	110	44	388	.	22	
21	8,7	26,1	18,6	21,3	99	38	69	89	26,2	19,2	6,2	2,0	SSE	3,9	3,3	41	103	38	378	.	23	
22	3,4	24,1	18,9	21,2	100	52	84	84	24,5	19,8	6,0	2,1	SE/S	4,8	3,5	42	101	34	306	.	24	
23	7,2	26,2	19,8	22,9	100	55	82	70	23,2	19,6	6,7	1,9	SE/S	5,0	3,2	41	91	32	372	.	24	
24	6,3	27,3	20,5	23,5	100	50	83	83	23,0	19,4	6,6	1,9	SE/S	3,4	2,8	39	98	39	381	.	24	
25	6,1	25,0	21,0	25,0	100	48	81	93	22,0	21,0	6,3	2,4	ESE	3,5	2,7	38	103	46	379	.	25	
26	6,8	28,0	21,0	23,9	100	37	77	91	22,8	20,5	6,0	2,7	SE/S	4,5	2,6	45	101	40	434	1,0	22	
27	8,0	27,0	26,3	23,5	99	35	78	97	21,4	20,5	7,0	2,5	SE/S	5,2	2,3	48	96	38	371	0,0	24	
28	8,1	28,0	26,2	23,0	99	18	70	96	21,2	19,5	7,0	2,6	SE/S	5,1	4,0	50	86	26	362	.	24	
29																						
30																						
31																						

ESTACION : U.C.V. (0533) / ALTITUD : 884,69 metros

LATITUD : 10°29'41" N / LONGITUD : 66°53'12" W

HOYA : Rio Tuy

Registro del mes de MARZO año 1991

Días	①	②			③				④		⑤			⑥		⑦			⑧			⑨	⑩
	Ins. Horos	Temp. del aire °C			Humedad %				Temp °C (Psicrometro)		N + E Viento (m/s) S (10m de altura)		Exp. (mm)		Anem. Timo (Km)	Rad. total m ²			LL mm.	Temp. (°C)			
		Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Act. Som.	Term. Seco	Term. Humed.	Máx.	Med.	Dircc. Prev.	Sol		Somb.	Máx. Instant.	Med. horaria			total diaria		
1	4.0	24.9	19.6	21.3	100	49	85	100	20.4	19.0	7.0	2.1	SE/NE	5.0	4.0	45	110	37	383	0.5	24		
2	16.3	26.0	19.2	21.5	100	41	70	91	22.0	19.7	7.0	2.0	SE/SE	3.3	2.0	48	115	40	451	.	25		
3	8.1	27.9	16.0	22.1	100	32	69	77	21.7	19.2	4.8	2.0	E/SE	4.2	2.4	35	91	36	403	.	25		
4	7.0	29.3	18.4	22.8	100	28	72	94	22.2	20.2	6.1	1.9	E/SE	6.2	4.0	32	89	37	369	.	23		
5	8.0	29.6	19.6	23.8	100	32	70	52	23.0	21.5	6.4	1.7	SE/SE	4.9	2.9	37	96	37	388	.	25		
6	2.0	27.4	19.5	22.5	100	44	80	64	24.2	22.0	4.8	1.1	SE/NO	4.1	3.9	36	89	31	294	.	25		
7	3.3	28.2	19.5	22.4	92	33	72	70	22.5	19.5	4.2	1.6	SE/NO	3.1	2.2	28	94	30	284	0.5	24		
8	6.7	27.8	19.8	22.6	100	33	74	64	20.5	18.8	4.3	1.6	E/SE	4.4	1.8	35	96	35	303	.	23		
9	5.6	28.0	19.4	23.3	100	37	74	57	23.5	21.0	6.3	2.2	SE/NO	5.2	3.2	32	98	36	383	.	26		
10	3.2	27.0	19.8	22.8	100	40	83	59	24.8	22.0	9.6	1.4	E/SE	5.0	2.9	30	98	36	289	.	26		
11	0.1	22.0	18.0	20.5	100	67	91	98	20.2	20.0	3.5	1.0	E/SE	3.2	2.0	48	70	19	149	39.0	22		
12	2.1	23.2	20.0	21.5	100	53	88	84	22.0	20.6	4.8	0.8	E/SE	7.2	2.0	21	110	38	303	0.5	22		
13	5.2	24.0	20.0	22.0	100	43	78	90	21.5	20.2	6.4	1.7	E/SE	2.0	1.7	74	108	38	362	5.5	21		
14	8.5	24.8	21.0	22.9	100	33	70	85	21.2	18.0	6.4	2.4	SE/NO	2.4	2.1	48	89	36	359	0.5	21		
15	10.2	24.5	21.0	22.4	97	35	67	67	20.6	19.3	6.0	1.9	SE/SE	5.9	4.0	45	89	36	403	.	21		
16	9.5	24.3	20.0	22.2	100	28	79	63	20.8	19.7	5.7	2.0	SE/NO	0.1	3.5	31	115	38	390	.	21		
17	8.5	24.5	21.4	22.8	100	41	82	70	21.8	20.2	6.0	1.7	SE/SE	5.2	3.4	30	96	34	340	.	21		
18	7.2	29.4	20.5	25.4	93	38	71	69	21.7	20.0	6.9	1.6	E/NO	5.1	3.0	20	91	36	283	.	21		
19	10.1	27.9	21.0	23.9	100	27	67	70	21.4	19.2	4.6	1.3	E/SE	2.0	3.0	26	89	36	405	.	21		
20	8.0	28.0	19.2	23.3	100	32	71	76	21.3	20.0	5.1	1.5	E/SE	6.1	3.2	19	101	27	415	.	22		
21	4.0	25.8	20.3	22.0	98	53	76	85	20.6	19.1	6.5	1.5	E/SE	6.0	2.8	34	115	39	371	.	22		
22	5.8	27.8	20.3	23.3	98	34	75	84	21.0	19.6	5.2	1.2	E/SE	4.0	3.0	36	101	36	342	.	21		
23	8.2	22.1	18.0	22.1	100	34	75	78	21.5	20.0	5.3	1.2	SE/NO	1.5	3.0	32	98	36	393	.	22		
24	7.4	26.1	18.5	22.2	100	38	69	71	24.2	19.2	4.7	1.0	SE	5.1	3.7	20	110	41	410	.	22		
25	7.1	27.4	18.9	23.4	98	30	75	92	24.0	20.3	5.8	1.5	SE/NO	5.0	3.1	31	101	39	420	.	22		
26	6.7	27.3	19.5	23.4	98	34	80	88	25.0	22.0	6.3	1.3	SE/NO	3.2	2.7	34	101	40	354	.	22		
27	0.2	20.0	19.5	23.1	100	40	80	80	22.2	22.2	5.4	1.5	E/NO	6.2	2.8	31	91	34	349	.	22		
28	6.7	28.3	18.6	22.8	100	35	72	75	19.0	16.7	7.0	1.7	SE/NO	7.4	1.9	25	103	37	422	.	22		
29	6.4	28.3	16.6	22.7	99	38	71	74	19.6	16.2	4.6	1.1	E/NO	6.1	3.1	38	98	36	400	.	21		
30	5.7	28.0	20.3	23.3	100	35	67	75	20.6	18.4	6.9	1.5	E/SE	4.7	4.1	32	110	37	366	.	21		
31	10.1	27.5	20.3	23.5	100	32	71	78	21.2	17.4	5.2	1.2	E/SE	5.9	4.0	30	106	38	420	.	20		

ESTACION : U.C.V. (0539) / ALTITUD : 884,69 msnm
 LATITUD : 10°29'41" N / LONGITUD : 66°53'12" W
 HOYA : Río Tuy .

Registro del mes de Diciembre año 1991

Días	①	②			③				④		⑤			⑥		⑦	⑧			⑨	⑩	
	☀ Ins.	Temp. del aire °C			Humedad %				Temp. °C (Psicrómetro)		W + E Viento (m.s.) S (10 m de altura)			Evap (mm)		Anem. Time	Rad (cal/cm ²)			LL	Tem. (°C)	
	Horas	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Act. 8am	Term. Seco	Term. Húmed	Múx.	Med.	Dircc. Prev.	Sol	Somb.	(Km)	Máx. instant.	Med. horaria	Total horaria	mm	Grados	
1	49	23.2	16.2	20.2	100	37	80	62	21.2	18.2	7.5	1.4	NW	5.7	3.0	36	86	36	781	0	22	
2	7.0	26.2	14.1	21.3	93	18	60	50	21.0	17.2	6.1	1.4	E/W	4.8	4.0	24	89	38	400	0.5	20	
3	7.6	28.0	18.2	23.4	96	23	70	70	21.0	19.2	4.7	1.1	SE/C	6.7	3.5	32	94	41	400	0	21	
4	7.3	24.2	19.5	21.7	98	42	77	68	23.5	21.6	6.0	1.3	C/SE	3.7	3.5	40	96	41	379	0	21	
5	5.0	30.1	18.0	23.8	100	40	84	85	24.2	18.9	5.1	1.5	4SE	3.6	3.0	32	96	35	313	0	25	
6	7.8	29.7	23.0	24.8	100	40	84	84	24.1	20.1	5.8	1.4	SE/C	3.1	2.1	26	98	33	349	0	24	
7	1.9	26.3	22.5	24.3	99	58	81	89	23.0	22.5	3.8	1.4	SE/C	3.4	2.0	25	84	24	781	0	23	
8	1.0	25.7	20.3	22.2	100	58	74	83	22.4	20.5	6.5	0.8	SE/C	6.0	2.5	26	91	19	184	0	21	
9	1.3	25.0	20.3	22.4	98	66	86	93	20.5	19.2	6.2	0.9	SE/C	5.7	2.6	23	84	29	264	21.0	21	
10	5.3	27.1	21.3	23.6	100	53	81	82	22.0	20.0	5.8	1.5	SE/SE	7.7	2.2	31	110	39	398	0.3	21	
11	5.5	28.1	21.2	23.8	98	43	81	85	21.5	20.0	5.7	1.6	SE/W	4.4	3.0	54	108	38	396	0	22	
12	7.3	28.6	21.5	24.1	100	43	81	77	21.6	20.8	5.0	1.6	SE	4.6	2.5	35	101	39	343	0	22	
13	1.0	30.5	20.9	24.4	100	38	83	64	22.7	21.0	4.7	0.8	SE/C	4.0	2.5	30	101	37	357	0	21	
14	6.2	28.3	21.2	24.4	100	41	73	66	23.0	20.2	6.6	1.5	SE	3.5	2.0	31	96	39	427	40.2	21	
15	7.9	28.4	21.5	24.0	100	29	71	87	21.9	19.2	5.6	1.7	SE	5.0	3.5	40	103	40	354	0	23	
16	7.8	28.2	20.5	24.1	98	32	64	56	23.2	19.4	4.1	2.5	4SE	5.1	4.2	49	96	39	393	0	24	
17	6.4	28.9	20.3	23.9	94	38	76	70	21.6	20.4	5.1	1.5	SE/C	5.2	4.0	55	91	38	369	0	26	
18	4.8	27.4	20.5	23.4	97	48	77	94	21.5	20.2	5.4	1.5	SE/W	5.2	3.0	37	94	36	357	0	24	
19	3.5	29.5	26.0	24.5	100	42	76	94	25.5	22.6	5.3	1.5	SE	4.2	4.0	34	103	38	371	0	23	
20	2.3	27.3	21.9	24.5	100	58	82	97	23.0	21.5	5.2	1.5	SE/C	7.4	2.0	37	94	35	281	7.0	22	
21	0.1	25.0	22.9	23.8	100	68	83	85	23.8	21.0	5.3	1.3	SE/C	4.2	2.7	46	34	10	114	1.0	20	
22	7.1	30.1	22.0	25.2	100	78	70	77	24.4	21.8	4.5	1.5	SE	3.1	2.0	30	91	32	386	0	23	
23	7.0	30.2	21.5	25.9	98	23	69	70	25.0	23.2	4.4	1.6	E/W	4.9	4.0	55	106	40	400	0	25	
24	4.9	29.9	21.5	25.4	99	43	71	68	25.0	22.5	4.5	1.3	SE/W	3.8	1.5	46	94	24	347	0	24	
25	5.3	29.5	21.2	24.9	95	37	70	77	24.0	22.0	4.3	1.4	SE/W	4.5	4.0	50	101	38	323	0	24	
26	9.0	29.5	21.1	25.2	100	22	71	79	23.0	20.2	5.8	1.7	E/W	4.0	3.0	36	94	39	386	0	24	
27	7.0	30.2	21.2	25.6	100	38	72	56	26.4	23.6	6.4	2.1	SE/E	3.0	1.3	43	96	37	388	0	24	
28	6.5	29.8	22.5	25.5	100	72	74	73	24.1	23.2	6.0	2.0	SE	6.0	3.3	30	78	39	396	0	25	
29	5.5	28.4	22.2	24.9	100	43	26	88	22.4	20.4	5.5	1.9	SE	5.8	4.7	25	106	40	383	0	24	
30	7.3	29.7	22.5	25.2	100	77	74	97	26.0	21.0	5.6	1.9	SE	4.7	2.0	40	91	36	369	0	24	
31																						

ESTACION : U.C.V. (0539) / ALTITUD : 684,69 msnm

LATITUD : 10°29'41" N / LONGITUD : 66°53'12" W

HOYA : Río Tuy .

Registro del mes de Mayo año 1991

Días	① Ins. Horas	② Temp. del aire °C			③ Humedad %				④ Temp. °C (Psicrómetro)		⑤ Viento (m/s) (10 m. de altura)			⑥ Evap (mm)		⑦ Anem. Tinu (Km)	⑧ Rad. (cal/cm²)			⑨ LL mm.	⑩ Temp. (°C) Suelo 2cm
		Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Act. 8am.	Term. Seco	Term. Húmed.	Máx.	Med.	Direc. Prev.	Sol	Somb.		Máx. Instant.	Med. horaria	Total durante		
1	4.1	29.7	21.1	24.6	100	32	73	92	24.2	19.2	5.6	2.1	SE/SE	6.0	4.8	4.8	91	36	352	.	26
2	7.9	30.0	21.0	25.3	100	73	64	85	21.2	19.5	6.8	2.2	SE/SE	6.4	5.2	4.6	86	36	349	.	25
3	8.3	31.0	21.1	25.2	96	19	63	92	25.8	22.0	4.8	1.4	SE/NO	5.8	3.7	3.5	82	36	362	.	30
4	4.9	31.0	20.9	25.5	93	28	67	77	24.3	21.7	4.9	1.5	SE/NO	4.2	2.0	3.0	91	36	371	.	26
5	3.8	30.8	21.6	25.7	98	28	73	86	25.2	22.8	5.4	1.6	SE/NO	4.5	1.8	3.1	89	35	386	.	25
6	4.8	29.3	22.5	24.4	97	43	75	90	21.8	20.2	4.8	1.5	SE/SE	5.8	3.7	4.7	98	38	279	.	26
7	6.5	30.0	20.5	25.1	100	37	75	94	23.5	20.6	5.4	1.5	SE/SE	3.2	3.0	3.4	91	36	381	.	26
8	1.6	29.0	21.9	24.8	98	43	75	78	13.2	24.8	5.0	1.5	SE/SE	6.6	4.0	4.0	103	35	330	.	27
9	3.1	28.2	22.3	24.5	100	42	74	89	22.2	21.2	5.1	2.0	SE/SE	5.6	3.0	4.7	96	36	315	0.5	25
10	0.7	29.1	22.3	25.1	90	55	74	75	23.3	21.2	5.0	2.0	SE/NO	3.7	2.9	4.6	89	30	294	0.5	25
11	5.2	29.4	22.2	25.0	90	40	73	70	25.4	22.4	4.8	1.2	SE	4.2	2.2	3.9	106	32	306	.	24
12	6.2	30.1	22.5	25.7	92	38	71	69	24.3	21.8	6.4	1.7	SE	6.1	5.3	3.8	96	36	349	2.0	26
13	7.8	29.2	21.8	24.9	89	33	65	70	24.8	21.7	4.7	1.3	SE/SE	4.2	2.7	2.5	98	36	376	.	26
14	7.8	30.0	22.0	24.7	92	14	58	57	24.5	22.0	6.3	1.9	SE/SE	6.7	5.5	3.7	86	36	381	.	26
15	5.1	28.0	22.0	24.7	93	43	72	85	23.2	22.5	6.2	2.3	SE/SE	6.6	5.0	4.0	106	38	362	.	27
16	4.8	29.0	22.0	24.7	90	32	66	80	23.4	22.5	5.0	1.6	SE/SE	5.1	3.8	3.8	101	37	371	.	26
17	7.3	30.7	20.0	24.7	93	17	68	78	23.4	21.8	6.1	1.3	SE/SE	4.9	3.7	3.4	86	36	357	.	25
18	8.2	28.9	20.6	25.1	90	38	69	70	22.2	20.8	4.7	1.2	SE/SE	5.4	3.4	2.9	98	39	403	.	28
19	5.4	29.0	22.0	24.9	97	37	73	80	25.5	21.6	5.7	2.0	SE/SE	5.1	2.8	3.0	108	36	400	.	27
20	3.4	28.0	21.9	24.5	95	42	72	65	24.2	21.8	4.4	1.3	SE/SE	5.4	3.2	3.2	96	36	374	.	26
21	5.2	30.3	22.1	25.8	89	18	57	53	27.0	27.0	5.0	1.4	SE/SE	5.0	3.4	3.0	91	36	381	.	26
22	7.4	30.9	20.4	25.5	72	23	67	62	25.5	22.4	5.0	1.7	SE/SE	3.5	2.4	3.7	89	36	374	.	26
23	7.7	30.3	20.6	24.6	92	33	69	47	23.9	21.5	6.4	2.0	SE/NO	5.0	4.1	3.4	86	32	352	.	26
24	2.2	27.0	20.1	23.8	78	42	78	63	25.1	24.2	4.7	1.6	SE/NO	4.0	3.8	3.2	86	32	318	.	27
25	5.3	28.3	20.9	24.1	100	33	74	81	25.5	22.0	6.2	2.3	SE/NO	3.7	2.8	4.5	96	40	374	.	26
26	6.8	29.3	20.5	24.5	96	27	67	58	24.8	21.9	5.6	2.3	SE/SE	3.5	2.5	4.2	91	39	393	3.0	25
27	7.7	28.2	21.2	23.9	98	28	71	72	23.7	21.5	6.6	2.0	SE/SE	6.0	4.7	3.7	101	37	379	.	26
28	6.0	28.3	20.2	24.0	100	27	69	60	26.2	22.0	5.7	1.6	SE/SE	5.7	3.3	2.7	91	39	376	.	27
29	8.1	29.0	20.0	24.8	97	28	69	70	27.8	22.4	5.2	1.7	SE/SE	6.0	4.0	3.9	96	36	396	.	27
30	4.5	29.3	20.8	24.5	93	33	67	75	23.4	21.0	4.3	1.8	SE/NO	6.3	3.5	3.0	98	36	391	.	26
31	0.2	27.0	21.0	23.9	99	41	68	71	23.8	21.5	5.6	1.3	SE/SE	5.1	4.0	3.2	92	73	335	.	27

ESTACION : U.C.V. (0539) / ALTITUD : 884,69 msnm
 LATITUD : 10°29'41" N / LONGITUD : 66°53'12" W
 HOYA : Rio Tuy .

Registro del mes de Junio año 1991

Días	①	②			③				④		⑤			⑥		⑦			⑧			⑨	⑩
	Ins. Horas	Temp. del aire °C			Humedad %				Temp. °C (Psicrómetro)		Viento (m/s) (10m de altura)			Evap. (mm)		Anem. Tina (Km)	Rad. (cal/cm²)			LL (mm)	Temp. (°C)		
		Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Act. 8am.	Term. Seco	Term. Húmed	Máx.	Med.	Direc. Prev.	Sol	Somb.		Instant.	Med. 12pm	Total diario				
1	7.1	30.0	19.5	24.5	92	32	72	81	24.1	22.0	4.7	1.4	SE	4.0	3.1	22	*	*	*	.	24		
2	7.2	29.4	20.1	24.5	95	28	67	68	23.0	23.0	4.2	1.5	SW	4.7	3.2	42				.	28		
3	8.8	30.3	19.0	24.5	97	19	63	70	24.5	20.6	5.5	1.7	SE	5.0	2.5	28				.	25		
4	6.7	29.8	19.2	24.1	98	29	66	69	24.5	23.6	5.1	1.8	SE	4.8	5.1	52				.	26		
5	3.1	29.2	20.0	23.3	97	42	77	87	22.4	20.8	6.0	2.4	SE	5.7	4.6	50				.	26		
6	8.9	29.4	21.0	24.7	94	13	59	74	24.0	21.2	6.0	1.9	SE	3.0	2.5	40				.	25		
7	4.6	29.7	18.9	24.0	97	33	65	70	25.8	23.4	5.2	1.8	SE	6.1	5.0	47				.	30		
8	3.6	29.8	20.2	24.2	100	43	70	62	26.2	24.5	7.5	2.8	SE	6.0	4.5	38				5.0	26		
9	1.2	25.2	20.2	22.1	97	58	78	90	22.8	21.4	7.2	2.5	SE	5.0	4.0	50				6.5	24		
10	7.2	26.5	20.9	23.0	95	28	65	88	22.2	20.3	6.3	2.5	SE	4.7	2.6	48				6.5	25		
11	1.6	25.2	20.1	23.6	97	57	87	97	23.4	22.5	5.5	2.3	SE	5.5	4.2	47				17.0	23		
12	5.6	26.3	20.7	23.6	100	45	73	93	22.0	21.0	7.4	2.6	SE	5.2	2.0	57				.	22		
13	7.5	28.3	21.5	24.8	96	38	72	84	23.8	22.2	6.1	2.6	SE	5.3	4.0	48				0.5	24		
14	5.2	28.3	21.7	24.5	98	42	77	93	23.2	22.0	6.4	1.9	SE	5.0	4.0	52				.	24		
15	0.9	27.9	21.0	23.0	100	58	84	100	23.2	21.0	6.1	2.0	SE	4.0	3.0	44				3.5	26		
16	3.5	26.3	21.2	23.5	100	54	83	96	21.5	20.4	7.7	1.9	SE	3.1	1.5	39				10.5	26		
17	0.0	26.5	20.8	23.5	100	78	93	96	21.5	20.8	4.5	1.3	SE	5.0	2.2	45				5.5	22		
18	5.2	26.0	21.8	23.5	98	37	77	90	21.5	20.4	6.5	1.7	SE	5.5	2.0	21				9.5	22		
19	7.1	27.4	21.0	24.2	97	33	70	64	22.8	20.2	7.7	2.7	SE	4.5	3.0	48				.	23		
20	3.2	27.0	20.0	22.9	97	37	71	81	22.3	21.0	5.4	2.0	SE	6.1	4.0	50				.	23		
21	7.9	28.6	19.9	23.8	96	28	68	80	21.8	20.7	5.9	1.9	SE	4.9	4.0	51				.	29		
22	8.3	29.5	21.0	23.7	100	46	79	93	23.2	22.5	6.2	1.8	SE	5.4	2.8	45				.	28		
23	6.0	27.8	21.3	22.8	100	45	78	86	21.8	20.7	7.4	2.4	SE	5.8	3.0	38				5.0	24		
24	5.1	26.3	22.1	23.6	96	47	76	72	24.2	21.5	7.6	2.1	SE	5.9	3.1	35				.	24		
25	6.5	27.8	20.3	23.4	98	33	71	82	23.0	21.2	6.0	1.9	SE	4.8	3.5	51				.	24		
26	7.0	27.6	18.0	22.8	97	28	67	65	22.5	21.7	5.3	1.4	SE	5.9	3.4	45				3.0	23		
27	5.9	27.1	18.5	22.9	97	42	73	83	22.5	21.4	6.1	1.6	SE	4.5	3.0	73				13.0	21		
28	0.5	24.1	19.8	21.1	100	58	93	97	20.6	20.3	6.3	1.4	SE	4.0	3.2	29				7.0	21		
29	5.3	26.6	19.3	23.1	100	44	75	70	24.0	22.5	6.1	1.3	SE	3.5	1.0	28				8.5	26		
30	2.4	26.1	20.8	23.0	100	48	79	65	23.5	20.8	7.0	1.5	SE	4.0	3.0	38				.	26		
31																							

* monthly average

ESTACION : U.C.V. (0539) / ALTITUD : 884,69 msnm

LATITUD : 10°29'41" N / LONGITUD : 66°53'12" W

HOYA : Rio Tuy .

Registro del mes de Julio año 1991

Días	①	②			③				④		⑤			⑥		⑦	⑧			⑨	⑩
	☀ Ins.	Temp. del aire °C			Humedad %				Temp.°C (Psicrómetro)		Viento(m/s) N E W S (10m de altura)			Evap(mm)		Anem. T(m)	Rad.(cal/cm²)			LL	Temp. (°C)
	Horas	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Act. 8 ont.	Term. Seco	Term. Húmed.	Máx.	Med.	Dirac. Prev.	Sol	Somb.	(Km)	Máx. Instant.	Med. horaria	Total Julio	mm	suelt. o con.
1	59	25	21	22.7	96	48	77	82	24	20.4	5.0	1.7	SE	4.5	3.0	28	*	*	*	9.0	22
2	4.5	25.8	19.8	22.0	95	38	76	80	21.9	20.5	6.7	2.1	SE/NE	4.4	2.7	4.0				2.0	22
3	6.7	26.0	19.2	22.3	95	38	70	72	22.4	20.0	6.0	1.8	SE	3.9	3.3	25					22
4	6.1	26.1	19.7	22.9	100	33	71	83	23.8	22.0	6.1	2.0	SE/NE	5.0	4.0	45					24
5	4.5	27.2	20.1	22.7	94	38	81	85	24.0	22.0	5.1	2.9	E/SE	4.7	2.6	29				7.5	24
6	5.2	26.9	20.8	23.1	100	43	80	84	22.2	21.4	5.4	1.3	SE	4.6	3.4	20					25
7	3.4	26.1	20.0	22.5	100	48	78	92	21.8	20.0	5.9	1.6	SE	4.4	2.9	31					24
8	5.2	26.4	20.0	23.0	100	45	74	84	21.2	19.8	5.6	1.5	SE	4.0	3.0	32				0.0	23
9	4.5	25.8	19.9	22.5	100	50	78	97	20.8	20.2	6.4	2.0	SE	5.4	2.5	35				3.0	23
10	7.5	26.2	20.5	23.0	100	47	76	87	23.0	21.5	9.6	2.3	E/SE	3.8	2.7	45					23
11	6.8	27.0	20.4	23.3	100	38	73	89	22.5	21.2	7.2	1.9	E/SE	5.4	1.4	47					24
12	4.3	27.0	20.1	23.1	100	48	76	74	25.0	22.4	6.3	1.7	E/SE	4.6	3.2	44					26
13	5.3	26.9	19.0	23.0	100	38	73	91	23.3	22.3	5.5	1.6	SE/NE	3.8	2.6	22					26
14	2.8	25.9	21.0	23.4	100	52	82	95	24.0	23.0	6.7	1.7	E/SE	7.5	4.5	44				11.5	25
15	4.0	26.7	20.1	22.3	98	47	87	92	24.0	21.5	8.0	1.3	E/SE	5.3	3.5	30					23
16	6.8	26.7	20.2	22.2	98	43	79	67	23.1	22.0	2.6	1.6	SE	-	-	-				5.0	
17	7.2	27.1	19.6	23.1	100	37	75	59	25.8	19.7	5.3	1.6	SE	-	-	-				16.0	
18	3.3	27.0	19.9	23.6	100	52	81	99	26.2	19.9	5.6	1.3	SE	-	-	-				5.0	
19	8.0	28.3	18.2	25.0	100	44	77	58	24.2	19.0	6.1	1.9	E/SE	-	-	-					
20	4.3	28.0	17.8	24.5	100	48	82	68	23.5	20.0	6.1	2.1	E/SE	-	-	-					
21	7.2	27.5	16.6	24.2	98	47	75	67	22.5	21.3	7.4	2.1	E/SE	-	-	-					
22	1.0	28.0	22.0	23.5	100	40	71	80	23.1	22.0	6.3	1.7	E/SE	-	-	-					24
23	7.2	28.8	21.0	24.1	100	28	70	96	22.5	21.3	9.9	1.6	SE	6.4	4.0	49					24
24	1.9	27.1	24.5	24.0	100	48	77	99	23.5	22.0	6.8	2.1	SE	4.8	4.0	20					26
25	7.5	27.0	21.9	24.1	100	27	74	90	23.5	22.0	7.1	2.4	SE	5.7	3.5	11					24
26	6.1	27.9	21.9	24.0	100	42	73	85	22.4	19.8	6.4	1.9	SE	6.3	3.5	31					24
27	0.5	27.8	19.5	23.6	100	47	79	68	24.8	20.1	4.0	1.1	SE	4.4	3.0	30					22
28	8.2	30.0	21.3	25.1	100	38	74	85	22.0	19.8	4.9	1.5	SE	3.0	2.9	10				3.0	24
29	6.2	29.5	22.0	25.3	100	38	74	80	23.0	20.6	5.6	1.8	SE	4.0	3.0	18					25
30	7.3	29.1	24.6	25.0	96	33	72	92	22.4	21.4	7.0	2.1	SE	6.0	3.7	25				1.0	24
31	7.2	30.0	21.2	24.5	95	28	69	80	23.5	24.8	5.1	1.5	SE	6.5	4.0	31					25

* pendiente a revisión.

ESTACION : U.C.V. (0539) / ALTITUD : 834,69 msnm

LATITUD : 10°29'41" N / LONGITUD : 66°53'12" W

HOYA : Río Tuy

Registro del mes de AGOSTO año 1991

Días	①	②			③				④		⑤			⑥		⑦	⑧			⑨	⑩
	Ins. Horas	Temp. del aire °C			Humedad %				Temp.°C (Psicrómetro)		Viento(m/s) N E S (10m. de altura)			Evap(mm)		Anem. Tina	Rad.(cal/cm²)			LL	Temp. (°C)
		Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Act. 8am.	Term. Seco	Term. Húmed	Máx.	Med.	Dirac. Prev.	Sol	Somb.	(Km)	Máx. instant.	Med. horaria	Total diaria	mm	Pres. CmHg
1	40	27.9	21.0	23.0	95	38	81	43	24.5	21.0	6.9	1.3	E/SE	5.4	3.0	22	*	*	*	.	27
2	76	27.9	21.0	23.4	97	55	82	75	23.2	21.0	5.3	1.3	SE	4.2	3.1	18				35.5	23
3	72	27.5	20.9	23.2	100	65	85	60	22.4	20.9	5.9	1.7	SE	5.2	3.0	20				25.0	23
4	79	28.5	19.2	23.9	100	35	75	42	24.0	22.1	5.0	1.3	SE	4.2	3.2	12				42.0	22
5	80	28.0	20.3	23.2	90	33	67	80	22.8	20.8	8.6	2.4	SE	3.2	1.8	18				.	22
6	70	30.0	20.5	23.4	100	53	81	96	23.7	20.8	8.5	2.0	SE	3.9	1.5	25				.	23
7	56	30.1	20.1	22.5	98	48	75	87	23.2	22.0	7.5	1.8	SE	3.4	1.7	20				2.4	21
8	60	28.0	21.0	23.6	100	48	76	95	22.0	20.0	8.1	1.5	SE	.	2.1	29				.	22
9	01	28.4	21.0	23.6	96	68	87	90	22.1	20.0	6.8	1.0	SE	3.5	2.0	18				.	22
10	58	28.2	21.3	23.5	98	43	80	93	23.0	21.6	4.6	1.3	SE	4.0	2.5	20				.	22
11	68	28.0	20.0	24.1	100	40	72	88	23.0	21.2	6.1	1.7	SE	3.2	2.0	14				0.8	21
12	35	27.0	20.0	23.5	100	52	77	90	22.6	20.6	4.7	1.4	SE	4.3	2.0	20				.	22
13	20	27.9	21.0	23.5	100	43	78	93	21.8	20.6	6.7	1.1	SE	3.0	1.2	30				1.0	22
14	45	28.0	20.5	22.3	100	33	80	94	22.4	21.0	4.9	1.3	SE	3.2	2.7	20				3.0	22
15	1.1	27.0	21.0	23.8	100	48	74	59	22.0	20.9	4.2	1.6	SE	2.5	1.9	23				4.0	22
16	6.7	-	-	-	100	57	71	78	22.1	19.8	6.0	1.6	SE	2.2	1.4	30				.	22
17	4.6	-	-	-	100	47	82	82	22.0	20.0	5.0	1.5	SE	3.3	3.0	21				.	22
18	0.2	28.0	19.0	23.3	100	59	85	85	22.1	20.2	5.9	1.6	SE	2.5	1.0	20				5.5	23
19	4.0	26.9	20.5	23.2	100	53	83	80	21.9	20.0	5.5	1.7	SE	5.0	1.8	20				12.0	21
20	2.3	28.8	20.2	23.3	100	52	88	95	21.0	20.9	6.0	1.6	SE	3.0	2.6	25				2.0	22
21	6.5	27.5	20.3	23.3	100	48	76	80	22.6	20.6	4.8	1.5	SE	3.1	1.5	26				4.0	21
22	5.3	28.0	21.0	23.5	100	52	79	88	21.6	21.2	6.4	1.9	SE	-	-	-				.	22
23	7.3	28.3	20.0	23.4	100	53	75	59	24.4	23.2	6.1	2.0	SE	3.7	2.9	34				9.4	22
24	5.2	27.5	21.0	23.7	100	49	81	70	22.0	20.3	6.8	1.7	SE	2.9	2.3	31				.	22
25	7.6	-	-	-	100	53	86	90	22.2	21.1	5.0	1.7	SE	3.6	3.0	34				2.0	22
26	3.5	28.8	21.0	23.5	100	50	82	70	22.2	19.8	5.1	1.0	SE	5.8	3.2	27				.	23
27	1.5	28.5	23.0	23.3	100	60	81	80	22.0	21.0	5.5	1.9	SE	-	1.2	35				19.0	22
28	2.9	28.0	21.0	24.0	100	53	83	98	23.0	21.0	5.5	1.8	SE	5.0	2.2	17				2.0	21
29	6.8	28.8	21.0	24.9	100	46	76	88	23.1	21.0	6.6	1.7	SE	2.4	-	28				2.0	22
30	8.5	28.0	21.0	24.5	95	43	75	77	-	-	6.4	2.1	SE	3.2	-	30				.	25
31	7.7	29.0	21.0	25.2	100	47	86	83	24.0	22.2	6.5	1.5	SE	3.1	-	25				.	21

ESTACION : U.C.V. (0539) / ALTITUD : 884,69 msnm

LATITUD : 10°29'41" N / LONGITUD : 66°53'12" W

HOYA : Rio Tuy .

Registro del mes de SEPTIEMBRE año 1991

Días	①	②			③				④		⑤			⑥		⑦	⑧			⑨	⑩	
	☀ Ins.	Temp. del aire °C			Humedad %				Temp. °C (Psicrómetro)		W+E Viento (m/s) S (10 m. de altura)			Evap (mm)		Anem. Timo	Rad. (cal/cm²)			LL	Temp. (°C)	
	Horas	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Act. 8 am.	Term. Seco	Term. Húmed	Máx.	Med.	Dirac. Prev.	Sol	Somb.	(Km)	Máx. Instant.	Med. Horaria	Total Horaria	mm	según norma	
1	7.4	27.2	20.5	23.6	98	52	86	83	22.3	21.0	4.5	1.4	SE/C	-	2.1	20	X	K	K	.	23	
2	7.7	-	-	-	98	-	-	88	21.0	24.2	7.8	1.6	SE	-	2.0	25				.	23	
3	8.2	-	-	-	-	-	-	-	24.2	24.2	5.0	1.6	SE	-	-	25				5.0	21	
4	1.0	-	-	-	-	-	-	-	24.2	24.3	11.0	1.5	SE	5.5	1.2	37				.	22	
5	4.3	-	-	-	-	-	-	-	21.0	21.0	5.9	1.4	SE/C	3.9	3.0	33				.	21	
6	4.5	-	-	-	-	-	-	-	21.4	20.0	5.7	1.4	SE/C	2.3	2.0	31				9.0	22	
7	8.2	-	-	-	-	-	-	-	22.0	20.4	6.0	1.6	SE	5.5	3.4	29				.	22	
8	8.5	-	-	-	-	-	-	-	24.2	23.0	6.3	2.1	SE/C	4.9	2.2	31				.	23	
9	9.2	28.2	22.0	23.9	92	54	78	80	23.0	22.3	5.5	2.1	SE	4.5	3.9	25				16.0	23	
10	6.7	27.0	22.0	22.8	98	54	84	80	25.1	24.3	4.5	1.3	E	3.2	-	34				.	22	
11	4.2	28.0	20.5	23.5	100	47	73	91	24.3	23.0	4.5	1.2	SE	-	-	41				.	22	
12	7.5	28.0	20.5	23.5	95	38	70	93	-	-	5.8	1.5	SE	-	-	25				.	25	
13	7.1	28.0	21.0	23.2	100	35	70	94	22.3	24.3	5.5	1.5	SE	-	-	25				.	23	
14	6.9	27.0	21.0	23.6	100	60	85	91	-	-	6.0	2.0	SE	-	-	20				.	22	
15	5.7	26.8	21.2	23.6	98	53	85	93	21.9	22.0	4.8	1.1	SE	-	-	-				3.5	22	
16	3.5	27.5	16.5	23.2	98	50	84	85	25.5	23.0	4.5	0.8	SE	4.5	2.5	28				8.0	23	
17	5.4	26.8	18.2	21.4	100	51	85	87	23.5	21.8	6.7	1.5	SE	3.0	2.5	31				25.0	22	
18	1.0	24.2	20.6	22.8	100	52	87	98	20.4	19.8	6.5	1.7	SE	4.0	2.6	21				12.5	21	
19	6.6	27.1	19.3	23.9	100	43	77	72	24.0	22.0	6.7	1.4	SE	2.0	1.4	32				.	23	
20	6.1	27.0	19.4	23.1	100	43	79	75	23.5	21.5	4.5	1.2	SE	5.4	3.0	37				.	22	
21	6.4	27.7	19.8	23.2	100	43	76	85	24.0	22.0	4.8	1.5	SE	3.0	2.2	31				.	22	
22	7.3	27.9	20.0	22.6	100	45	78	88	20.8	19.8	6.6	1.3	SE	3.5	2.1	25				.	22	
23	1.5	25.3	18.3	21.2	100	77	86	86	22.4	21.0	5.0	1.2	SE	3.1	2.3	32				.	23	
24	5.9	27.7	19.5	22.8	100	47	80	84	23.2	21.0	4.0	1.3	SE/C	2.5	1.7	33				2.5	23	
25	6.5	27.8	20.0	22.7	100	53	82	92	23.0	21.5	4.5	1.5	SE	2.0	1.3	24				0.5	23	
26	5.8	26.1	19.7	22.5	100	55	85	96	23.0	21.6	4.1	1.0	SE/C	2.3	2.0	21				7.0	23	
27	5.9	26.9	19.8	22.8	100	52	81	85	21.7	21.0	5.1	1.1	SE	3.2	2.0	26				8.0	22	
28	9.0	28.7	20.0	23.6	100	28	78	95	25.0	23.2	5.2	1.5	SE	3.0	1.3	36				3.0	22	
29	7.2	27.7	17.5	23.1	100	35	76	80	24.8	22.8	6.0	1.1	SE	3.5	1.9	29				2.0	22	
30	7.2	27.4	18.9	22.5	100	43	76	95	24.8	21.0	8.8	1.5	S	4.0	1.6	30				27.0	23	
31																						

ESTACION : U.C.V. (0539) / ALTITUD : 884,69 msnm
 LATITUD : 10°29'41" N / LONGITUD : 66°53'12" W
 HOYA : Río Tuy .

Registro del mes de Octubre año 1991

Días	①				②				③				④		⑤			⑥		⑦	⑧			⑨	⑩
	Ins.	Temp. del aire °C			Humedad %				Temp. °C (Psicrómetro)		Viento (m/s) (10m. de altura)			Evap. (mm)		Anem. Tm	Rad. (cal/cm²)			LL	mm	mm			
		Horos	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Act. 8am.	Term. Seco	Term. Húmed.	Máx.	Med.	Dir. Prev.	Sol	Somb.	(Km)	Max. instant.	Med. horaria	Total diaria	mm	mm	mm		
1	79	28.0	18.6	22.6	98	47	78	95	235	210	6.1	14	SE	5.0	2.5	35	*	*	*	.	.	23			
2	36	26.4	19.3	22.2	100	37	82	98	242	223	5.5	14	SE/E	5.1	3.2	37	.	.	.	2.5	.	22			
3	8.0	27.5	19.4	22.7	100	38	72	95	223	213	5.5	1.3	SE/E	4.9	1.3	27	.	.	.	.	.	22
4	58	28.0	17.2	21.0	100	37	80	84	228	217	6.1	1.1	SE	4.3	3.5	31	.	.	.	11.5	.	22			
5	8.7	28.5	17.6	22.0	100	38	78	80	224	210	6.9	1.4	W/C	4.0	2.0	19	.	.	.	.	.	23
6	15.0	27.4	17.2	21.7	100	43	80	80	245	225	6.0	0.9	E/C	4.1	2.1	20	.	.	.	.	.	23
7	2.5	27.9	18.6	21.9	100	48	91	90	230	214	3.6	0.6	SE/E	4.3	2.4	20	.	.	.	3.5	.	23			
8	1.5	27.3	18.7	20.7	100	53	85	65	230	218	3.4	1.0	SE/E	3.7	2.0	19	.	.	.	4.5	.	21			
9	7.0	26.9	17.8	21.8	100	48	79	76	212	200	3.5	0.9	SE/W	3.0	1.5	31	.	.	.	.	.	23
10	5.5	27.1	17.9	21.7	100	38	76	50	240	216	6.0	1.0	SE	3.1	2.5	25	.	.	.	.	.	21
11	5.1	26.0	16.5	21.8	100	42	78	56	215	202	5.2	1.1	SE/W	4.2	3.0	32	.	.	.	.	.	22
12	4.6	27.3	19.8	22.5	100	48	82	100	230	215	3.7	0.9	SE/W	3.2	2.0	21	.	.	.	3.5	.	23			
13	2.9	26.7	17.8	21.5	100	43	80	58	252	228	5.0	0.9	E	2.3	1.5	20	.	.	.	3.0	.	21			
14	5.2	27.4	17.2	20.2	100	42	86	65	233	215	7.1	0.9	W	3.0	2.0	25	.	.	.	4.0	.	21			
15	4.3	27.0	17.3	20.8	100	37	78	70	216	206	6.0	1.1	SE	5.0	2.1	23	.	.	.	.	.	22
16	7.9	26.0	17.0	21.0	98	40	75	86	228	208	5.5	1.5	SE	3.3	2.3	17	.	.	.	.	.	21
17	8.2	26.5	18.1	22.5	90	43	69	23	230	214	6.8	2.1	SE	4.5	1.8	46	.	.	.	.	.	21
18	8.2	26.8	19.6	22.9	100	37	66	54	236	211	6.7	1.7	SE	5.6	3.5	37	.	.	.	.	.	21
19	7.0	27.2	18.3	22.1	100	43	74	84	240	224	6.3	1.4	SE	3.2	2.1	15	.	.	.	.	.	21
20	6.7	28.8	18.5	23.4	100	40	74	75	237	210	5.5	1.5	SE	3.1	2.0	20	.	.	.	.	.	21
21	6.0	29.0	19.6	23.2	100	38	77	77	242	216	5.2	1.4	SE	2.9	2.3	25	.	.	.	.	.	23
22	5.6	28.2	19.5	23.4	100	43	75	85	220	204	5.7	1.1	SE	5.0	2.8	29	.	.	.	.	.	22
23	8.0	28.5	20.0	23.4	100	33	70	85	234	216	5.3	1.6	SE/E	4.0	2.6	28	.	.	.	.	.	22
24	8.0	27.3	19.8	23.0	100	29	67	60	234	214	7.2	1.9	SE/E	5.0	3.0	40	.	.	.	1.0	.	22			
25	6.3	27.2	18.2	22.0	100	35	79	80	224	204	4.3	1.2	SE	3.0	2.9	40	.	.	.	.	.	22
26	8.7	28.3	19.0	22.5	100	32	70	67	230	210	4.8	1.4	SE	5.2	2.1	34	.	.	.	.	.	22
27	7.0	28.2	18.5	23.0	100	32	68	57	228	20.1	4.3	1.4	SE	4.7	2.2	30	.	.	.	.	.	22
28	8.3	28.5	18.3	22.8	100	27	63	62	242	219	3.5	1.3	SE	3.2	2.0	28	.	.	.	.	.	25
29	6.5	28.0	17.3	22.6	100	23	66	73	257	229	3.5	1.1	SE	4.9	3.5	40	.	.	.	.	.	24
30	4.5	27.6	17.6	22.8	100	33	71	80	244	221	3.7	0.8	SE	5.8	2.7	35	.	.	.	2.0	.	22			
31	4.2	27.5	19.5	22.5	100	38	74	85	234	216	4.9	1.3	SE	3.8	3.3	30	.	.	.	.	.	22

* found only a revision.

ESTACION : U.C.V. (0539) / ALTITUD : 884,69 msnm
 LATITUD : 10°29'41" N / LONGITUD : 66°53'12" W
 HOYA : Rio Tuy .

Registro del mes de NOVIEMBRE año 1991

Días	① Ins. Horas	② Temp del aire °C			③ Humedad %				④ Temp °C (Psicrómetro)		⑤ Viento (m/s) s (10 m. de altura)			⑥ Eup (mm)		⑦ Anem. Tiro (Km)	⑧ Rod (notaf)			⑨ LL mm.	⑩ Temp (°C)	
		Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Act. Bain	Term. Seco	Term. Humed	Max.	Med.	Direc. Prev.	Sol	Somb.		Max. instant.	Med. horaria	total diario			
1	8.0	30.1	19.3	24.0	100	31	66	67	23.6	21.4	4.5	1.2	SE	3.4	2.0	33	*	*	*	2.0	24	
2	7.1	29.8	18.2	21.9	100	33	80	55	22.4	21.5	4.2	1.0	SE	4.1	2.5	35				2.0	22	
3	4.8	28.4	19.1	22.0	99	40	81	87	23.0	21.0	4.0	1.1	SE	3.8	2.2	30				1.0	22	
4	6.6	28.3	17.8	21.8	98	33	76	65	23.2	20.4	5.1	1.5	SE	3.5	2.0	27				1.0	21	
5	5.3	28.5	17.8	20.2	100	35	84	78	22.0	20.2	12.4	0.9	SE	4.0	2.6	22				5.0	20	
6	6.4	26.9	16.2	20.5	100	38	75	70	20.0	19.2	4.7	0.9	SE	3.0	2.4	24				10.4	21	
7	7.1	25.3	16.5	20.7	100	37	75	90	20.4	19.0	5.5	1.6	SE	1.5	1.0	26					21	
8	7.2	26.0	17.9	21.5	94	36	69	56	24.0	22.0	5.8	1.8	SE	3.5	2.2	43					21	
9	6.3	28.0	18.5	22.4	97	38	68	58	26.0	23.0	4.3	1.3	SE	2.8	2.0	30					20	
10	4.2	28.7	18.0	21.3	100	35	85	54	24.2	22.5	6.6	1.1	SE/W	3.0	1.4	32				0.5	21	
11	4.9	27.5	16.0	20.5	100	35	85	73	20.0	18.9	4.5	0.8	W/C	2.7	1.7	31				2.0	20	
12	4.6	26.9	16.9	20.7	100	27	77	94	20.6	19.6	4.4	0.8	W/C	6.0	1.9	18				3.0	20	
13	8.6	25.6	14.6	19.7	100	40	69	74	20.6	18.4	4.6	0.8	SE/W	2.0	2.0	25					20	
14	4.3	28.3	15.1	20.2	100	38	84	70	21.8	20.0	4.7	1.2	NW	4.0	1.5	24					21	
15	6.8	29.7	16.2	21.5	100	53	85	58	21.8	20.0	7.0	1.0	SE	2.1	0.8	29				5.5	20	
16	0.0	24.2	18.9	20.8	100	43	85	94	24.5	19.8	5.4	1.3	SE	2.4	2.0	30				14.5	21	
17	4.6	28.3	17.4	21.7	100	37	80	65	24.3	21.8	5.2	1.6	NW	2.6	1.9	34					20	
18	3.6	28.5	17.0	21.1	100	59	87	75	23.2	20.6	8.0	0.8	W/C	2.8	0.8	29				19.0	21	
19	1.8	25.8	18.8	20.6	100	68	89	92	21.2	20.2	5.3	0.8	SE/C	1.4	0.5	23				2.0	21	
20	0.0	24.0	19.2	21.8	100	62	96	90	21.3	20.6	4.2	0.5	E/C	1.5	0.6	10				12.0	21	
21	0.0	24.0	19.8	20.4	100	39	98	100	20.4	20.2	3.5	0.3	NW/C	-	0.5	-				3.0	23	
22	3.2	27.8	18.9	22.6	100	46	79	60	23.0	20.4	5.0	0.5	SE/W	4.8	2.0	12					22	
23	0.0	28.2	19.3	22.4	100	53	86	65	24.5	23.8	4.4	0.6	SE/W	4.2	3.0	29				5.0	22	
24	2.2	27.0	19.8	22.5	100	48	83	76	24.5	21.5	5.3	0.8	SE	4.5	2.5	20					21	
25	3.5	28.5	19.9	22.9	100	53	79	67	24.8	21.8	4.2	0.8	SE/C	4.0	2.2	15					21	
26	1.5	27.0	20.0	22.9	100	53	80	75	22.4	20.1	5.4	1.3	SE	1.7	1.3	20					20	
27	5.1	26.1	19.9	21.7	100	48	84	85	21.8	20.4	6.1	1.7	SE	3.0	2.2	32				37.0	20	
28	6.5	26.8	20.0	22.8	100	48	74	65	21.8	20.2	4.9	1.3	SE	3.1	0.9	30					21	
29	7.2	28.5	18.5	22.3	100	58	76	82	20.5	21.6	4.2	1.1	SE	3.7	1.9	32					20	
30	4.8	26.7	20.3	22.0	100	33	90	84	22.1	20.9	5.2	1.6	SE	3.0	2.5	30				4.5	21	
31																						

* sometidos a revision.

ESTACION : U.C.V. (0539) / ALTITUD : 884,69 msnnm
 LATITUD : 10°29'41" N / LONGITUD : 66°53'12" W
 HOYA : Rio Tuy .

Registro del mes de DICIEMBRE año 1991

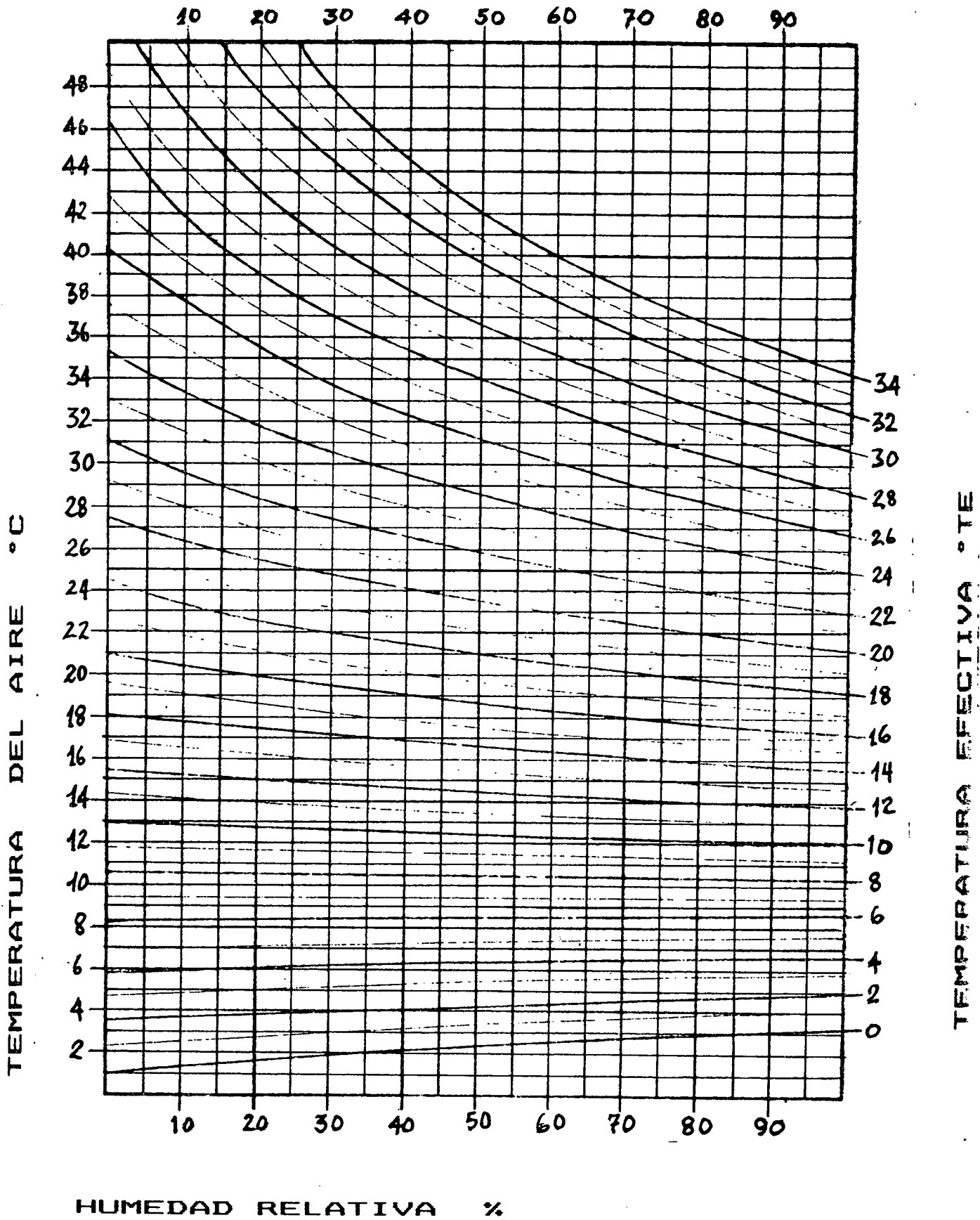
Días	(2)				(3)				(4)		(5)			(6)		(7)	(8)			(9)	(10)
	Ins. Horos	Temp. del aire °C			Humedad %				Temp.°C (Psicrómetro)		Viento(m/s) S (10m de altura)			Evap.(mm)		Anem. Tiro (Km)	Rad.(cal/cm²)			LL mm	Temp. (°C)
		Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Act. 8am	Term. Seco	Term. Húmed.	Máx.	Med.	Direc. Prev.	Sol	Somb.	• Máx. Instant.	Med. Horaria	total diaria	n.n.	suelo a 2cm	
1	42	26	19	22	100	48	85	70	27.2	21.0	47	1.5	SE	3.0	2.5	32	*	*	*	.	22
2	52	27	19	26	100	45	72	77	23.0	21.0	40	1.2	SE	2.7	1.9	35				3.0	21
3	82	26	18	20	100	37	72	60	20.8	18.8	5.8	1.5	SE	4.1	3.0	33				3.5	20
4	90	26	17	20	100	24	66	75	20.2	18.8	6.3	1.5	SE	4.4	3.0	31				.	18
5	73	26	14	19	99	43	78	57	21.4	19.8	9.6	1.0	SE	4.6	3.5	43				.	23
6	15	24	17	20	100	58	84	87	20.8	19.4	9.3	1.0	SE	2.6	2.5	25				1.7	20
7	82	26	19	22	100	47	78	50	20.4	18.0	4.2	1.1	SE	2.0	1.7	33				.	22
8	59	25	16	20	100	53	80	60	20.5	19.0	4.7	1.5	SE	4.0	1.3	36				.	19
9	70	25	20	24	100	50	80	83	18.8	17.0	4.4	1.0	SE	3.7	2.8	25				.	19
10	49	-	-	-	-	-	-	-	21.2	19.8	4.4	0.6	SE	2.9	1.5	21				.	18
11	50	28	-	-	100	40	72	-	18.8	17.5	3.8	0.9	SE	1.9	0.7	21				0.5	20
12	12	24	19	21	100	52	81	93	20.3	19.3	3.8	0.8	SE	2.7	2.3	20				.	20
13	70	26	16	21	100	43	80	90	20.4	18.6	5.0	0.9	SE	1.0	0.9	23				.	19
14	69	26	16	20	100	49	85	100	20.2	19.0	6.3	1.1	SE	4.3	3.8	47				.	20
15	45	27	14	20	100	38	81	88	21.0	19.0	5.0	1.0	SE	3.7	1.0	10				0.5	20
16	41	27	18	21	100	37	80	100	20.6	18.9	6.3	0.8	SE	2.5	1.1	16				.	20
17	0.2	23	19	20	93	62	82	84	20.8	19.4	5.4	0.8	SE	3.0	1.7	23				.	19
18	0.0	21	19	19	100	73	92	90	19.7	18.6	2.5	0.5	SE	1.0	0.7	25				1.0	21
19	53	26	15	19	100	34	75	88	20.1	18.2	3.8	0.8	NW	2.0	1.0	12				.	19
20	80	26	14	19	98	35	70	55	20.2	18.0	5.0	1.1	NW	2.0	1.2	25				.	18
21	6.0	25	14	19	100	39	75	70	-	-	5.7	1.2	NE	-	-	-				3.0	22
22	5.8	26	18	20	100	36	76	72	-	-	5.4	1.1	SE	-	-	-				1.4	20
23	8.4	21	18	18	100	60	79	82	19.2	18.4	4.6	0.5	SE	-	-	-				0.5	20
24	8.5	24	17	19	100	53	84	97	20.6	19.8	4.4	0.8	SE	-	-	-				6.0	20
25	8.0	22	17	19	97	59	86	82	-	-	4.7	0.9	SE	-	-	-				1.7	20
26	-	22	17	19	100	70	87	95	20.0	19.4	5.6	0.9	SE	-	-	-				2.5	22
27	-	24	18	20	95	45	75	88	19.6	18.6	5.0	1.0	SE	-	-	-				.	20
28	-	25	17	19	97	37	74	81	18.8	17.9	4.8	1.0	SE	-	-	-				.	18
29	-	26	12	19	97	18	63	55	20.1	17.2	4.4	1.1	SE	-	-	-				.	18
30	-	25	16	20	91	42	76	78	-	-	4.4	1.5	SE	-	-	-				.	20
31	-	28	18	20	99	37	70	65	-	-	5.4	1.1	SE	-	-	-				.	20

* some tidos a revision

TEMPERATURAS EFECTIVAS.

VELOCIDAD DEL VIENTO DE 0.5 m/s.

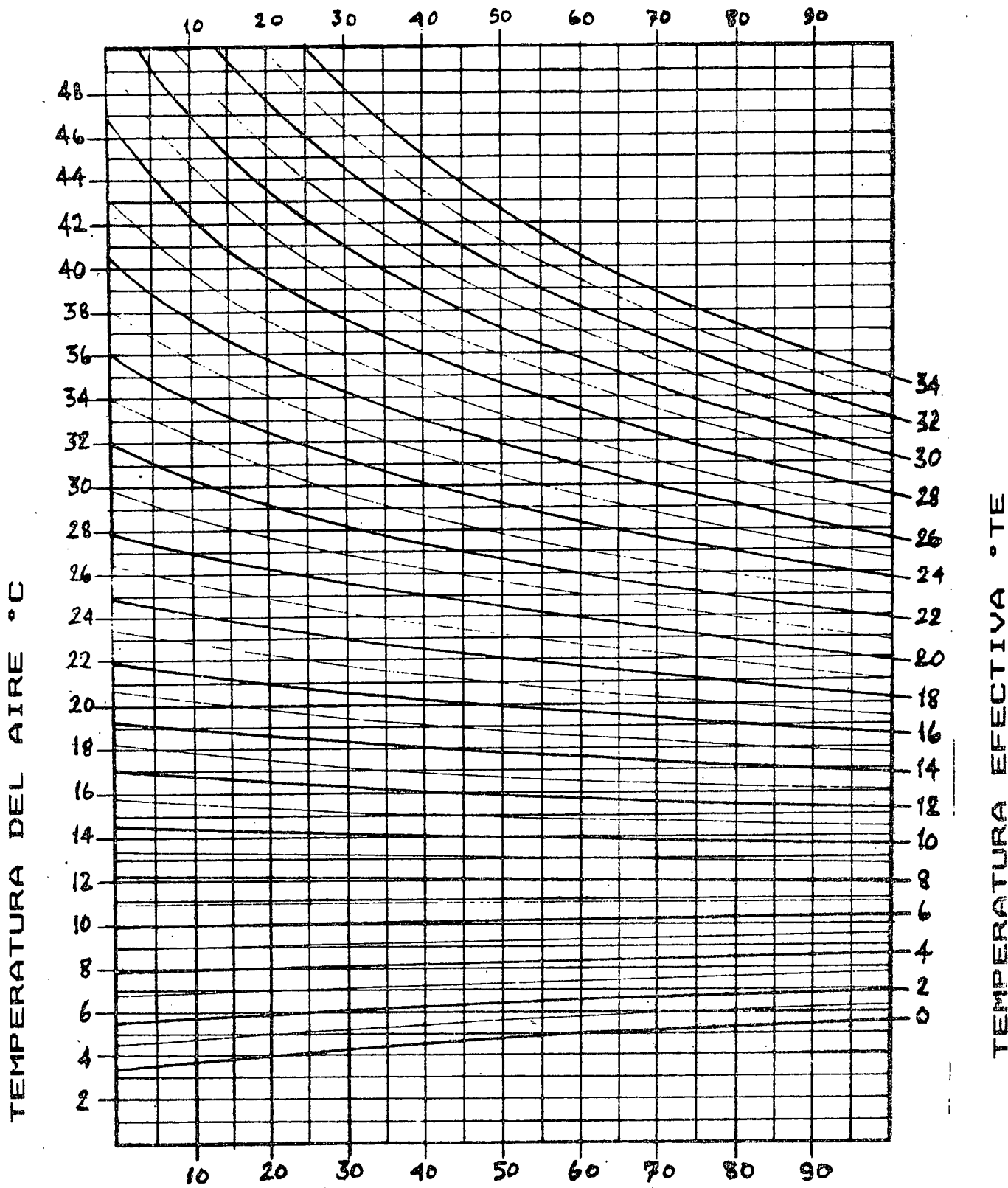
HUMEDAD RELATIVA %



TEMPERATURAS EFECTIVAS.

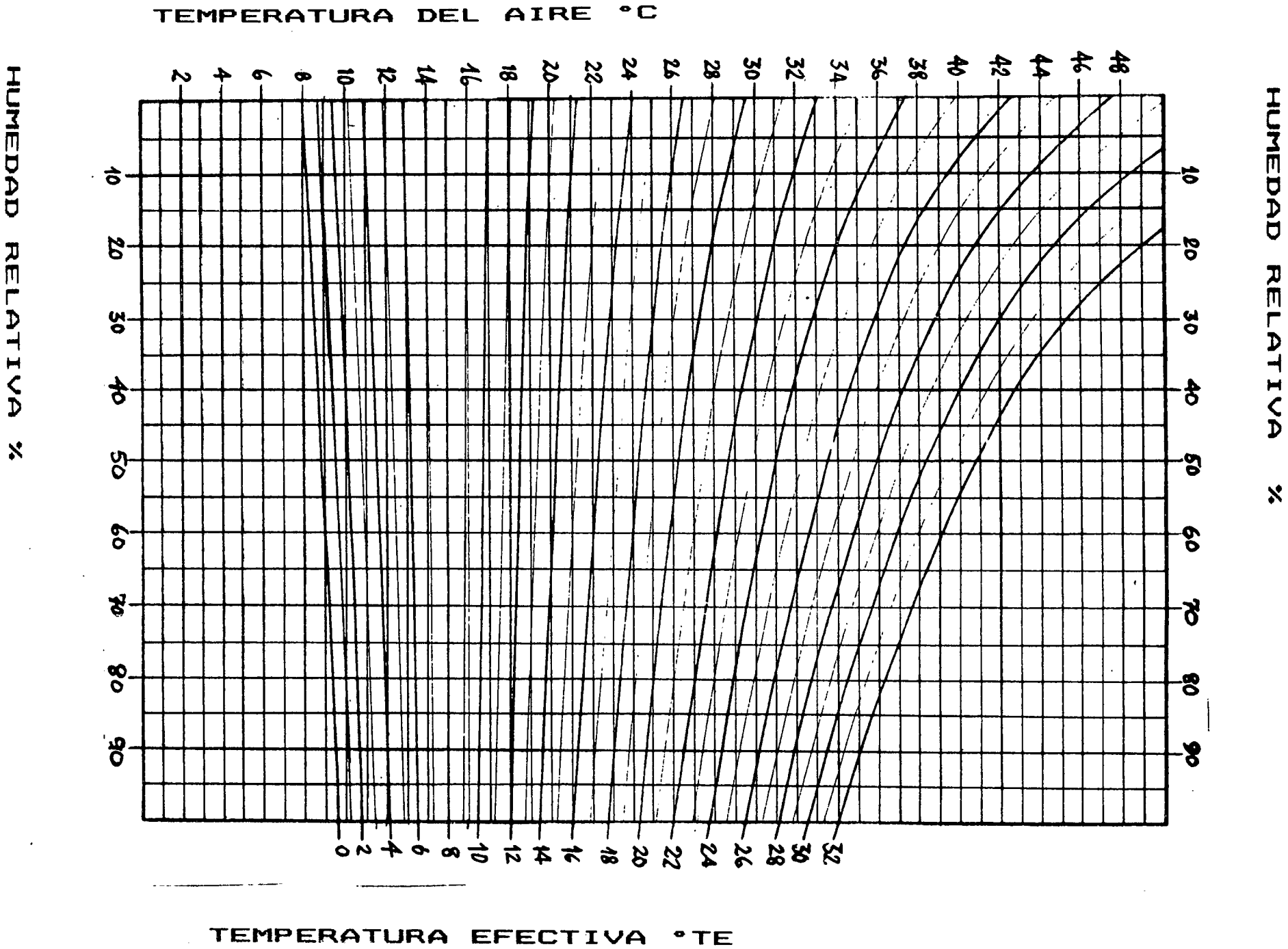
VELOCIDAD DEL VIENTO DE 1.0 m/s.

HUMEDAD RELATIVA %



TEMPERATURAS EFECTIVAS.

VELOCIDAD DEL VIENTO DE 3.0 m/s.



TEMPERATURAS EFECTIVAS.

VELOCIDAD DEL VIENTO DE 7.0 m/s.

