

ANÁLISIS DE ÍNDICES DE CONFORT TÉRMICO PARA LAS CONDICIONES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA, COMENZANDO POR C. A. B. A. Y LA PCIA. DE BUENOS AIRES

J. C. Borhi¹, L. H. Hernández², P. R. Juárez³, J. Loguercio⁴, C. Balderrama⁵

e-mail: geese@frgp.utn.edu.ar

Grupo de Estudios Sobre Energía (G. E. S. E.)

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Gral. Pacheco.

Buenos Aires, República Argentina.

Resumen. El objetivo de este trabajo es analizar distintos índices de confort térmico, entre ellos, los métodos fisiológicos de confort de Fanger, el índice de nueva temperatura efectiva, la temperatura efectiva estándar, así como los métodos adaptativos de Humphreys, Auluciems, De Dear y Brager, de manera tal, contribuir a la eficiencia energética y aprovechar mejor los recursos energéticos en un contexto de calentamiento global y cambio climático, esto permitirá establecer el confort térmico para proyectos de edificaciones y plantas industriales a partir de datos climatológicos. A través de un análisis comparativo de los distintos índices y, mediante la confección de mapas temáticos determinados por interpolación, usando los datos climáticos de los observatorios y estaciones del Servicio Meteorológico Nacional y, además, disponer de las condiciones de confort y psicométricas que establecen las normas para el bienestar humano, se podrá elaborar mapas que identifiquen las condiciones de confort de frío y calor, lo que permitirá establecer estrategias bioclimáticas de climatización para ejecutar proyectos de máxima eficiencia energética. En una primera etapa, se confeccionará un mapa bioclimático de CABA y la provincia de Buenos Aires.

Palabras clave: Uso Eficiente de la Energía, confort térmico, mapa bioclimático.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la información que figuran en las bibliografías y, en el contexto del calentamiento global y el cambio climático, no están actualizadas. Por lo tanto, se requiere obtener información climatológica para ciertas localidades de forma tal de

¹ J. C. Borhi, GESE, UTN Fac. Reg. Gral. Pacheco, Bs. As. e-mail: juancborhi@hotmail.com

² L. H. Hernández, GESE, UTN Fac. Reg. Gral. Pacheco, Bs. As. e-mail: luishuherandez@hotmail.com

³ P. R. Juárez, GESE, UTN Fac. Reg. Gral. Pacheco, Bs. As. e-mail: pedrojuarez@arnet.com.ar

⁴ J. Loguercio, GESE, UTN Fac. Reg. Gral. Pacheco, Bs. As. e-mail: joseloguercio@yahoo.com.ar

⁵ C. Balderrama, GESE, UTN Fac. Reg. Gral. Pacheco, Bs. As. e-mail: sebacriss20@yahoo.com.ar

proveer información general por medio de mapas que presenten información específica sobre índices de confort térmico para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y la Provincia de Buenos Aires.

Aprovechando las ventajas de la superposición de mapas, es que en este proyecto se utilizará este método para realizar el análisis de las variables climatológicas, ambientales y particularmente aquellas de interés bioclimático.

Hoy en día la demanda de sistemas de aire acondicionado por parte de diferentes industrias, como así también las edificaciones para áreas comerciales, tanto oficinas como residenciales, necesitan definir rangos de temperaturas y humedad, adecuados para sus procesos productivos y para confort de sus ocupantes. Por tal motivo, el desarrollo de los índices de confort se ha venido desarrollando a lo largo del siglo XX hasta nuestros días principalmente de tres maneras: los índices empíricos, los racionales y los híbridos.

Los índices empíricos se basan en fórmulas obtenidas estadísticamente con base en la aplicación de encuestas de sensación térmica en sujetos en ambiente libre. Los índices racionales se basan en ecuaciones obtenidas con base en el comportamiento fisiológico y el estrés térmico de sujetos evaluados en laboratorios o cámaras de ambiente controlado.

Los índices híbridos se generan a partir de ecuaciones empíricas que incorporan algunos cálculos fisiológicos o a la inversa a partir de ecuaciones fisiológicas que incorporan algunas variables empíricas.

Las temperaturas de confort obtenidas por estos distintos índices pueden variar notablemente y generalmente es difícil conciliar los datos obtenidos por ecuaciones racionales con aquellas del tipo empírico.

En la actualidad existen básicamente dos tendencias. El modelo fisiológico de Fanger y los modelos Adaptativos (de adaptación). Este último reconoce que las personas no son receptores pasivos de las impresiones sensoriales sino que es un participante activo en el equilibrio dinámico con el ambiente térmico. Por lo tanto las personas junto con su ambiente físico y social pueden ser consideradas como un sistema dinámico.

DESARROLLO

Con motivo de contribuir a la eficiencia energética de forma tal aprovechar mejor los recursos energéticos en un contexto de calentamiento global y cambio climático, poder establecer el confort térmico para proyectos de edificaciones y plantas industriales a partir de datos climatológicos contribuye a un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos renovables. Dado que la biotecnología es la ciencia que estudia la vida en relación al clima y la influencia que éste ejerce en los seres vivos, se pretende a través de los diferentes índices térmicos, utilizar los elementos favorables del clima con el objeto de satisfacer las necesidades mínimas de confort, de manera tal establecer mejoras, dado que el mayor consumo energético, se produce en la época cálida, que además de prolongarse hasta el otoño, se intercala en los meses invernales, donde los factores determinantes del confort dependerán en gran

medida, de la velocidad con que se desprenda de calor el cuerpo humano, lo que está supeditado a:

- a) Temperatura ambiente del aire.
- b) Humedad del aire.
- c) Velocidad del aire.
- d) Temperatura radiante media.

Con respecto al último punto, hay que considerar que un edificio y/o vivienda, que ha acumulado calor, tiene capacidad radiante, y su incidencia sobre el confort es más importante que la temperatura ambiente y capaz de modificar de manera fundamental la sensación de bienestar de sus ocupantes.

De todos estos elementos, depende que el calor que constantemente produce el ser humano, se disipe, desprendiéndose el exceso mediante las cuatro formas conocidas, convección, radiación, conducción y evaporación.

Por lo tanto antes de iniciar un proyecto, es fundamental conocer los elementos del clima y las estadísticas meteorológicas del lugar, como ser:

1. Viento (frecuencia, dirección, velocidad).
2. Temperatura y humedad (variaciones diarias y estacionales).
3. Radiación solar (Régimen horario diario y estacional).

Todos estos elementos, tanto de confort como del clima en si, deben considerarse simultáneamente de manera de reducir el consumo de energía debido a una climatización artificial, y plantear una alternativa para un acondicionamiento natural.

Por tal motivo, como resultado del análisis de la información climática de nuestro país y las condiciones de confort y psicométricas que establecen las normas para el bienestar humano, se elaborarán mapas que identifiquen las condiciones de confort, de frío y calor lo que permitirá establecer estrategias bioclimática de climatización para ejecutar proyectos de máxima eficiencia energética, es decir que dichos mapas serán las herramientas con las cuales se podrán establecer si el ambiente externo permite climatizar en forma pasiva y en un determinado lugar geográfico, donde no existan condiciones climatológicas extremas, o sea, que un sistema de aire acondicionado no es indispensable si se logra un buen diseño bioclimático, como ser, concretar una construcción edilicia aprovechando los recursos materiales disponibles, como por ejemplo, la orientación, el tamaño y ubicación de las ventanas, sombras externas o internas, aislamientos adecuados, ventilación natural, etc.

Por otro lado, se podría verificar el funcionamiento de distintos edificios o conjuntos habitacionales existentes e implementar un estudio para la posible refuncionalización energética.

2.1. Objetivo

El objetivo de este proyecto es analizar distintos índices de confort térmico para la República Argentina. Entre ellos se incluyen los métodos fisiológicos de confort de Fanger, el índice de nueva temperatura efectiva. La temperatura efectiva estándar, así como los métodos adaptativos de Humphreys y Nicol, Auluciems, De Dear y Brager.

Se realizará un análisis comparativo de los distintos índices a través de mapas temáticos determinados por interpolación, usando una base de datos climáticos obtenidos de los observatorios y estaciones del Servicio Meteorológico Nacional.

En una primera etapa se confeccionará un mapa bioclimático de CABA y la Provincia de Buenos Aires y luego se pretende culminar en la elaboración de un Atlas Bioclimático de la República Argentina

2.2. Metodología

Se seleccionarán variables dependientes o incógnitas las que son necesarias calcular en función de las variables independientes o datos. Estos últimos son los parámetros necesarios para caracterizar un medioambiente desde el punto de vista térmico o sea parámetros primarios los cuales se describen a continuación:

1. Temperatura del aire t_a (°C)
2. Temperatura media de radiación t_r (°C)
3. Humedad absoluta del aire P_a (en Kilopascales KPa)
4. Velocidad del aire V_a (m/seg)
5. Metabolismo (Watt o Watt/m² de superficie corporal)
6. Aislación de la vestimenta (unidades Clo).

Las cuatro primeras variables (t_a , t_r v_a y H) son dependientes del ambiente de trabajo. El metabolismo y el aislamiento de la vestimenta, dependientes de la tarea a desarrollar y de la persona que la ejecuta.

En principio nos interesan las variables mencionadas precedentemente, pero las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) probablemente recopilen datos para reflejar situaciones generales determinados por la normativa que regula la disposición y uso de los instrumentos de medición y quizás cuenten con datos horarios de temperaturas y humedad relativa (Hr) o temperatura de bulbo húmedo, es decir información de temperaturas extremas, precipitación pluvial y evaporación. En el caso que el SMN nos provea información de mediciones de temperaturas máximas y mínimas pero no de temperaturas horarias, se determinará la evolución horaria a partir de los datos mensuales mencionados precedentemente, mediante metodología de cálculo de acuerdo a las aplicaciones de diseño bioclimático, de forma tal de salvar la falta de información higrotérmica horaria mensual que existe en gran cantidades de localidades del país.

Para determinar las condiciones o sensaciones térmicas se realizarán los siguientes pasos:

1. Obtener los siguientes datos del SMN: Temperatura máxima media mensual más alta del año, temperatura mínima media mensual más baja del año, temperatura media anual para un sitio determinado.
2. Calcular la posición del centro de la zona de confort: T_n
3. Calcular la amplitud de la zona de confort, para lo cual será necesario determinar la oscilación media anual de la temperatura del aire a partir de hallar la diferencia entre la máxima media mensual, más alta y la mínima media mensual, más baja, de tablas obtener la amplitud de la zona de confort en ° TEC y con dicha amplitud, centrada en torno a T_n , se establecen los límites de la zona de confort.
4. Definir las condiciones de sensación térmica, para lo cual se procesarán los datos de temperatura y humedad relativa horaria.
5. Se analizarán los principales índices térmicos de modo de establecer el grado de confort o no en un ambiente.

Las temperaturas de confort obtenidas a partir de estos índices, pueden variar notablemente y generalmente es difícil conciliar los datos obtenidos por ecuaciones racionales con aquellas del tipo empírico. Entre otros índices se estudiará el modelo fisiológico de FANGER basado en el balance térmico con el cual se puede cuantificar el grado de inconfort a través del voto medio previsto (PVM) y el porcentaje de insatisfechos; el índice de HUMPHREYS, relacionado con la temperatura interior de confort en función de la temperatura media mensual; el índice de AULICIEMS que pondera la temperatura neutra en función de la temperatura media mensual y el índice de DEAR que establece la temperatura interior óptima en función de la nueva temperatura efectiva.

6. Digitalización de los mapas temáticos de los distintos índices de confort obtenidos a partir de datos climatológicos básicos de la Ciudad Autónoma de Bs. As y Provincia de Buenos Aires y, como última etapa, con datos de una determinada cantidad de ciudades del país establecer a partir de métodos de interpolación un atlas bioclimático de la República Argentina. Dichos mapas se elaborarán con el programa ARC GIS 10.

Modelo De Fanger:

Relacionó los datos de confort con variables fisiológicas. Para un dado nivel de actividad M, y cuando el cuerpo no está lejos de la neutralidad térmica, la temperatura media de la piel y la tasa de sudoración son los únicos parámetros fisiológicos que influyen sobre el balance térmico. Sin embargo, el balance térmico solo no es suficiente para establecer el confort térmico.

Teniendo en cuenta la ecuación de balance térmico y la relación de cada uno de sus componentes con la temperatura de la piel y la sudoración, y considerando los resultados experimentales Fanger encontró una simple ecuación denominada "ecuación de balance térmico". En ella se asume que todo el sudor generado es evaporado. Este último concepto es válido para ambientes con bajos o moderados niveles de actividad metabólica.

La ecuación combina las variables personales y ambientales para producir una sensación neutra, y está dada por la ecuación:

$$M - W = 3,96 \times 10^{-8} f_{cl} [(t_{cl} + 273)^4 - (t_{rm} + 273)^4] + f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a) + 3,05 [5,73 - 0,007(M - W) - \phi] + 0,42 [M - W - 58,15] + 0,0173M(5,87 - \phi) + 0,0014M(34 - t_a)$$

Donde

ϕ = es la humedad relativa.

t_a = es la temperatura del aire, en [°C];

f_{cl} = es un factor de área cubierta por la vestimenta

t_{cl} = es la temperatura superficial de la ropa, en [°C]

h_c = coeficiente de transferencia de calor por convección, en [W m²°K].

Como parte del cálculo t_{cl} , h_c y f_{cl} son determinados respectivamente por las siguientes ecuaciones.

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028(M - W) - f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a) - 3,96 \times 10^{-8} f_{cl} [(t_{cl} + 273)^4] - (t_{rm} + 273)^4]$$

Coef. de convección Valor (W/m² K), 2 Condiciones

$$h_c = 2,38 \cdot (t_{cl} - t_a)^{0,25} \quad \text{si: } 2,38 \cdot (t_{cl} - t_a)^{0,25} > 12,1 \cdot v_{ar}^{0,5}$$

$$h_c = 12,1 \cdot v_{ar}^{0,5} \quad \text{si: } 2,38 \cdot (t_{cl} - t_a)^{0,25} < 12,1 \cdot v_{ar}^{0,5}$$

Donde estas ecuaciones para t_{cl} y h_c pueden resolverse por iteraciones sucesivas.

Factor de vestimenta Valor (%) Condición

$$f_{cl} = 1,00 + 1,290 \cdot I_{cl} \text{ si: } I_{cl} < 0,5 \text{ clo}$$

$$f_{cl} = 1,05 + 0,645 \cdot I_{cl} \text{ si: } I_{cl} > 0,5 \text{ clo}$$

donde v_{ar} es la velocidad del flujo de aire, en [m/s] e I_{cl} es la resistencia térmica de la ropa, en [clo] ($1[\text{clo}] = 0,155[^\circ\text{K m}^2/\text{W}]$).

La resolución de esta ecuación es bastante compleja, debido a que involucra procesos de transferencia de calor relativamente complicados. La solución es muy laboriosa y requiere de procesos iterativos. Por esta razón existen diagramas que facilitan su aplicación práctica donde se pueden extraer las siguientes consideraciones:

La humedad en personas en conformidad con el ambiente térmico influye de manera relativamente moderada. Un cambio de 0 a 100% en la humedad relativa puede ser compensado por una disminución de la temperatura de entre 1.5 y 3[°C].

El efecto de la humedad es relativamente independiente de la vestimenta y el nivel de actividad.

El efecto moderado de la humedad es sólo aplicable para las condiciones de confort y estado estable.

La temperatura necesaria para el confort es independiente de la velocidad del aire cuando esta es muy pequeña.

Un incremento en la velocidad del aire de 0.1 a 0.3 [m/s] puede ser compensado con un incremento en la temperatura de 1.5 a 3[°C].

Para obtener un clima térmico uniforme dentro de la zona ocupada, se debe mantener la velocidad del aire inferior a 0.1 [m/s].

La influencia de la vestimenta sobre la temperatura de confort se incrementa con el aumento del nivel de actividad.

La ecuación enunciada en esta sección y los conceptos volcados anteriormente serán de mucha utilidad a la hora de buscar un índice que evalúe la sensación térmica de los ocupantes de un espacio dado.

Hay que tener en cuenta una recomendación de la norma UNE-EN ISO 7730, que limita el campo de actuación de las variables que intervienen en el uso de este método, para su correcto funcionamiento. Estas limitaciones se reflejan en los intervalos siguientes:

Límites recomendados s/ UNE-EN ISO 7730				
Parámetro	Unidad	Límite inferior	Límite superior	
M	met	0,8	4	
Iclo	Clo	0	2	
Ta	°C	10	30	
TRM	°C	10	40	
Var	m/s	0	1	
Pa	Pa	0	2700	
H.R.	%	30	70	
PMV		-2	+2	

PORCENTAJE ESTIMADO DE INSATISFECHOS (PPD)

Como se puede apreciar en el apartado correspondiente al índice del voto medio estimado (PMV), este no es otra cosa que el valor medio de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas expuestas al mismo ambiente. No obstante, los votos individuales presentan una dispersión alrededor de dicho valor medio, y es de gran utilidad el prever el porcentaje de personas que van a estar incómodas por frío o por calor. Esta previsión la conseguimos mediante el índice PPD, basándonos una vez más en la escala de sensación térmica.

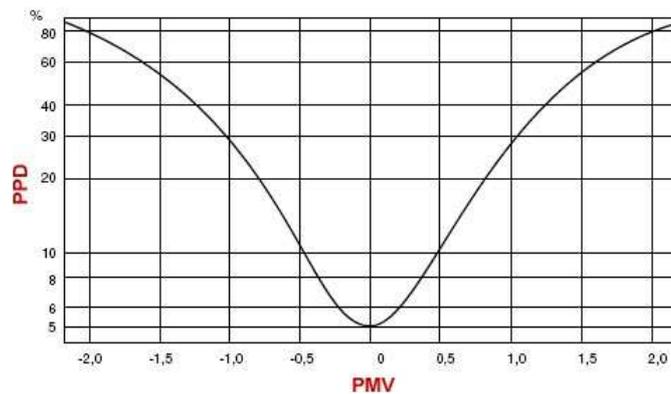
Incluimos ahora este parámetro en la anterior tabla de "escala de sensación térmica".

PMV	PPD	Escala de sensación térmica
+3	99 %	Muy caluroso
+2	77 %	Caluroso
+1	26 %	Ligeramente caluroso
0	5 %	Confort (neutro)
-1	26 %	Ligeramente frío
-2	77 %	Frío
-3	99 %	Muy frío

Una vez determinado el índice PMV, podemos obtener el porcentaje estimado de personas térmicamente insatisfechas (PPD) mediante la siguiente expresión:

<p>Porcentaje estimado de Insatisfechos</p> $\text{Valor (\%)} \text{ PPD} = 100 - 95 \cdot e^{-(0,03353 \cdot \text{PMV}^4 + 0,2179 \cdot \text{PMV}^2)}$
--

En este gráfico podemos observar la relación entre ambos índices:



Modelos Adaptativos:

Los modelos adaptativos incluyen en cierta manera las variaciones en el clima exterior para determinar las preferencias térmicas en el interior. Por el contrario el índice de confort térmico de FANGER fue establecido por medio de estudios en cámaras controladas, con persona jóvenes, en reposo y de origen norteamericano o europeo.

Humphreys, hizo una revisión de los estudios de campo en la que encontró una fuerte dependencia estadística de las neutralidades térmicas (Tn) o temperaturas en las que un mínimo estrés fue reportado en escalas verbales en niveles medio de temperaturas del aire o temperatura del globo (Ti) experimentada por los encuestados en interior o exterior) en un período de aproximadamente un mes se encontró que el valor de Tn varía unos 13 ° C, esto es, entre 17 ° C y 30 ° C

$$T_n = 2.56 + 0.86 T_i$$

Un posterior análisis de Humphreys, sustituyo la temperatura interior por la temperatura media exterior

$$T_n = 11.9 + 0.534 T_{em}$$

Los modelos adaptativos, admiten en cierta manera las variaciones en el clima exterior, para determinar las preferencias térmicas en el interior.

Para definir la temperatura neutra o de confort se tomará el promedio de seis modelos bioclimáticos adaptativos encontrados en una revisión bibliográfica (Humphreys, 1978; Auliciems y de Dear, 1986; Humphreys y Nicol, 2002; Nicol y Roaf, 1996; de Dear y Brager, 2001, y Heidari y Sharples, 2002):

$$T_n = 16.17 + 0.389 T_{em}$$

Donde Tn es la temperatura neutra y Tem es la temperatura media mensual.

Los datos climáticos serán requeridos al Servicio Meteorológico Nacional, de las siguientes estaciones meteorológicas que se detallan en la siguiente planilla y sus coordenadas en el mapa de la Provincia de Buenos Aires.

TABLA DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CAP. FED. Y GRAN BS. AS. 2011.

Provincia	Nombre	N°	Ubicación	Altitud msnm	Condiciones actuales
Buenos Aires 1(SI)	Azul Aero 1	87641	36°50' S 59°50' O / -36.833, -59.833	147	Azul Aero
2(SI)	Bahía Blanca Aero 1	87750	38°44' S 62°10' O / -38.733, -62.167	83	Bahía Blanca Aero
3(SI)	1 Benito Juárez Aero	87649	37°43' S 59°50' O / -37.717, -59.833	207	Benito Juárez Aero
4(SI)	1 Bolívar Aero	87640	36°12' S 61°00' O / -36.2, -61	94	Bolívar Aero
5(SI)	1 Coronel Pringles Aero	87683	37°58' S 61°01' O / -37.967, -61.017	297	Coronel Pringles Aero
6(SI)	1 Coronel Suárez Aero	87637	37°26' S 61°50' O / -37.433, -61.833	233	Coronel Suárez Aero
7(SI)	1 Dolores Aero	87648	36°21' S 57°40' O / -36.35, -57.667	9	Dolores Aero
8(SI)	1 El Palomar Aero	87571	34°36' S 58°40' O / -34.6, -58.667	12	El Palomar Aero
9(SI)	1 Ezeiza Aero	87576	34°49' S 58°30' O / -34.817, -58.5	20	Ezeiza Aero
10(SI)	Isla Martín García	87581	34°09' S 58°15' O / -34.15, -58.25	7	Isla Martín García
Estación Automática					
11(SI)	1 Junín Aero	87548	34°33' S 60°60' O / -34.55, -61	81	Junín Aero
12(SI)	1 La Plata Aero	87593	34°58' S 57°50' O / -34.967, -57.833	23	La Plata Aero
13(SI)	1 Las Flores Aero	87563	36°02' S 59°01' O / -36.033, -59.017	36	Las Flores Aero
14(SI)	Mar del Plata Aero 1	87692	37°56' S 57°40' O / -37.933, -57.667	21	Mar del Plata Aero
15(SI)	Nueve de Julio 1	87550	35°27' S 60°50' O / -35.45, -60.833	76	Nueve de Julio
16(SI)	1 Olavarría Aero	87643	36°53' S 60°10' O / -36.883, -60.167	166	Olavarría Aero
17(SI)	1 Pehuajó Aero	87544	35°52' S 61°50' O / -35.867, -61.833	87	Pehuajó Aero
18(SI)	1 Pigüé Aero	87679	37°36' S 62°20' O / -37.6, -62.333	304	Pigüé Aero
19(SI)	Punta Indio B.A.	87596	35°22' S 57°20' O / -35.367, -57.333	22	Punta Indio B.A.
20(SI)	San Fernando	87553	34°27' S 58°40' O / -34.45, -58.667	3	San Fernando
21(SI)	1 San Miguel	87569	34°33' S 58°40' O / -34.55, -58.667	26	San Miguel
22(SI)	Tandil Aero 1	87645	37°14' S 59°20' O / -37.233, -59.333	175	Tandil Aero
23(SI)	1 Tres Arroyos	87688	38°20' S 60°20' O / -38.333, -60.333	115	Tres Arroyos
24(SI)	1 Villa Gesell Aero	87663	37°14' S 57°00' O / -37.233, -57	9	Villa Gesell Aero
25(SI)	1 Morón Aero	87574	34°40' S 58°40' O / -34.667, -58.667	24	Morón Aero
Ciudad Autónoma de Bs. As. 26(SI)	Aeroparque Bs. As. 1	87582	34°34' S 58°30' O / -34.567, -58.5	6	Aeroparque Buenos Aires
27(SI)	Buenos Aires	87585	34°35' S 58°30' O / -34.583, -58.5	25	Buenos Aires
Don Torcuato 28	Don Torcuato Aero	875680	34°28' S 58°61' O	4	Don Torcuato
Santa Teresita 29	Santa Teresita Aero	876580	36°55' S 56°68' O	4	Santa Teresita



CONCLUSIONES

El acondicionamiento de aire en términos generales implica un control efectivo de las propiedades físicas y químicas del aire a fin de producir aire acondicionado de confort, (el mantenimiento del aire que rodea al cuerpo humano a las condiciones más apropiadas para su confort y salud) o acondicionamiento de aire industrial (el mantenimiento del aire que rodea a un material o producto en proceso de fabricación o almacenado de tal manera que conserve del mejor modo posible la estabilidad física del material, a través de su fabricación o de su período almacenamiento).

De acuerdo con las condiciones del ambiente, los factores que en orden de importancia afectan el confort humano son: temperatura, humedad, movimiento de aire y distribución y, pureza (la calidad del aire respecto a olores, polvos, gases tóxicos y bacterias). No podrá obtenerse confort a menos que estos factores estén debidamente controlados. Deben considerarse estos cuatro términos básicos en sistemas de aire acondicionado, ya que la sensación de bienestar de una persona se relaciona con las condiciones del aire ambiente en que se encuentra. Por lo tanto este proyecto de investigación pretende hacer una regionalización general y establecer las estrategias de diseño bioclimático básicas para algunas regiones, de manera tal que la información pueda ser consultada, no sólo por ingenieros, sino también por arquitectos y diseñadores que no son especialistas en el tema pero que estén interesados en hacer planificación y proyectos más acorde a las condicionantes ambientales regionales y locales.

Al disponer de mapas temáticos a partir de análisis de los índices de confort térmico, se tendrá acceso a información climatológica para algunas localidades y se podrá visualizar gráficamente, zonas homogéneas o heterogéneas, áreas de

conurrencia o divergencia, fenómenos aislados o sobrepuestos espacialmente que permitirán tener un conocimiento de todos los fenómenos ocurridos en un ámbito geográfico específico. Es decir es una potencial herramienta para el análisis y evaluación de distintos parámetros ambientales en la planificación.

En base a datos bioclimáticos actualizados se podrán ofrecer índices para realizar balances térmicos óptimos, lo que redundará en una mayor eficiencia energética, tanto como para confort habitacional y de servicios productivos y/o comerciales.

REFERENCIAS

- [1] Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica de México, Revista Energía Racional del FIDE.
- [2] Manual Ahorro de energía en la Industria de la Corporación de Fomento de la Producción de Chile.
- [4] Manual de Procedimientos para Uso Eficiente de la Energía en la Industria y El Comercio de los G. E. S. E. UTN.
- [5] Libro Seminario de Conservación de la Energía en la Industria. Subsecretaría de Combustible de la Nación.
- [6] José Luís TORRES. Climatización considerando el ahorro de energía y el confort térmico de las personas en ambientes dedicados a tareas de oficina, Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional.
- [7] Jennings y Lewis, Aire acondicionado y refrigeración; Compañía editorial Continental, S. A.
- [8] Norma española UNE-EN ISO 7730. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPV y los criterios de bienestar térmico local.

Curriculum vitae del Autor/es (abreviado)

ING. LUIS HUMBERTO HERNANDEZ

Ingeniero Mecánico egresado de la Facultad Regional General Pacheco de la Universidad Tecnológica Nacional en 1983.

Ingeniero Laboral egresado de la Facultad Regional General Pacheco de la Universidad Tecnológica Nacional en 1987.

Cursos de Especialización:

- 1994 - Curso sobre "Energy Conservation Technology in Industrial Boilers", The Energy Conservation Center, Japan (ECC).

- 1995 - Curso sobre "Uso de las Energías Alternativas", Universidad de Buenos Aires Facultad de Ingeniería.

- 1995 - Curso Tutorial sobre "Armónico en Circuitos de Potencia", Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos.

- 1998 - Curso Auditor Líder ISO 14000.

IQUES.

- 2008 – Curso “Formación de Promotores de Proyectos para el Ahorro de Energía Eléctrica”, FIDE, México.

Congresos:

- 1995 - Expositor en el XV Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines, realizado en Panamá, en el tema "Estadísticas de Uso Racional de Energía en la Industria".

- 1997 – Expositor en el XVI Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines, realizado en Santiago de Chile, en el tema “Uso Racional de la Energía”.

- 1999 – Expositor en el XVII Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines, realizado en El Salvador.

- 2001 – Expositor en el XVIII Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines, realizado en Quito, Ecuador.

- 2003 – Expositor en el XIX Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines, realizado en Santo Domingo, República Dominicana.

- 2004 – Expositor en el II Convención Internacional de Ingeniería Mecánica, Eléctrica e Industrial (CIMEI 2004) de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines, realizado en Holguín, Cuba.

- 2005 – Expositor en el XX Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines, realizado en La Habana, Cuba.

- 2005 - Disertante en el 1º Congreso Binacional de Mantenimiento Argentina Brasil / 1 y 2-11-2005 en el Centro de Convenciones Costa Salguero, Bs. As. / Comité Argentino de Mantenimiento y Expo Manutención / URE-Determinación del potencial de ahorro a partir de datos del consumo y la producción en industrias.

- 2007 – Conferencista en el XXI Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines, realizado en Lima, Perú.

- 2008 – Tallerista en las 1º Jornadas Nacionales e Internacionales “Estrategias para Gestión Eficiente de la Energía” EGEDLE, realizado en Buenos Aires.

Actividad Profesional:

- 1985 a la fecha: Ingeniero Asesor en Energía, Higiene, Seguridad y Medio Ambiente en industrias.

Actividad Docente:

- Desde 1988: Director del GRUPO DE ESTUDIO SOBRE ENERGÍA (G. E. S. E.) de la Facultad Regional Gral. Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional, llevando a cabo estudios sobre el Uso Racional de la Energía en Industrias.

- Desde 1994: Docente Investigador, Categoría III y B de la Universidad Tecnológica Nacional.

ING. PEDRO RODOLFO JUÁREZ

Ingeniero Mecánico egresado de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional General Pacheco, en 1989.

Cursos de Especialización:

- 2000 – Carrera de especialización en telefonía, Escuela Superior de Comunicaciones y Redes de Buenos Aires.

- 2004 – Curso de iluminación eficiente. Programa ELI (Efficient Lighting Initiative) Argentina y Ciencia y Tecnología de la UTN.

- 2004 – Curso de Formadores en buenas Prácticas en Refrigeración en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).

Congresos:

- 1995 – Expositor en el XV Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines, realizado en Panamá, en el tema "Estadísticas de Uso Racional de Energía en la Industria".

- 1997 – Expositor en el XVI Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines, realizado en Santiago de Chile, en el tema "Uso Racional de la Energía".

- 1999 – Expositor en el 8vo. Congreso Argentino sobre el Uso Racional de la Energía y Medio Ambiente.

- 1999 – Expositor en el XVII Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines, realizado en El Salvador.

- 2005 - Disertante en el 1º Congreso Binacional de Mantenimiento Argentina Brasil / 1 y 2-11-2005 en el Centro de Convenciones Costa Salguero, Bs. As. / Comité Argentino de Mantenimiento y Expo Manutención / URE-Determinación del potencial de ahorro a partir de datos de l consumo y la producción en industrias.

- 2006 - Expositor en el X Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. / 24 y 25-09-2006 en el Centro de Convenciones de Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Gral. Pacheco. Determinación del potencial de gases de efecto invernadero a partir del consumo de energía en industrias del Sur del Gran Bs. As.

- 2008 – Tallerista en las 1º Jornadas Nacionales e Internacionales "Estrategias para Gestión Eficiente de la Energía" EGEDLE, realizado en Buenos Aires.

Actividad Profesional:

- Gestión de obras de Ingeniería de Infraestructuras y Entorno (sistemas de alimentación eléctrica y aire acondicionado) de la Unidad Técnica de Telecom Argentina.

Actividad Docente:

- Desde 1989: Subdirector del GRUPO DE ESTUDIO SOBRE ENERGÍA (G. E. S. E.) de la Facultad Regional Gral. Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional, llevando a cabo estudios sobre el Uso Racional de la Energía en Industrias.
- Desde 1994: Investigador Categoría IV, de la U. T. N.

ING. JOSE LOGUERCIO

Carreras de Grado y Postgrados:

Maestría en Protección Ambiental, Universidad Tecnológica Nacional. 2002

Ingeniero Laboral egresado de la Universidad Tecnológica Nacional. 1998.

Especialista en Protección Ambiental Universidad de Buenos Aires en 1996

Ingeniero Mecánico Universidad Tecnológica Nacional en 1990

Cursos de especialización:

- 2007: OSHA #500 Seguridad e Higiene en la Construcción. OSHA Minneapolis.
- 2005: Seguridad en la construcción. Dto 911
- 2005: Control de Pérdidas y PSM Dupont
- 2005: Exposiciones de Polvo.
- 2004- Process Safety Management Perfeccionamiento/ Johnson & Johnson Corporate- /San Pablo-Brasil
- 2003 Aparatos Sometidos a presión, Código ASME VIII. Actualización Colegio de Ingenieros y ASME Argentina
- 2003 Industrial Hygiene competency level II/ Perfeccionamiento/ Johnson & Johnson Corporate- NATLSCO Consulting /San Pablo-Brasil
- 2002 Control de Crisis – Secuestros Express. Asaltos -/ Perfeccionamiento, dictado por especialistas grupo GEOFF (Policía Federal)
- 2000: La Gestión Integral de los Residuos Sólidos, Asociación de Res. Sólidos e International Solid Wastes Association.

Congresos:

- 2003. Expositor en el XIX Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines, realizado en Santo Domingo.
- 2001. Expositor en el XVIII Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines, realizado en Ecuador.
- 1999. Expositor en el XVII Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines, realizado en El Salvador.

Actividad Profesional:

- 2005. Ingeniero Senior en Seguridad y Medio Ambiente en Dto. Idem para Región Cono Sur de Empresa Acopiadora y Manufacturera de Granos y Aceites
- 2000 al 2004: Responsable del Área Seguridad, Higiene, Medio Ambiente e Ingeniería de Planta de Empresa Multinacional Manufacturera de Productos de Consumo Masivo.
- 1994 a la fecha: Responsable del Area Ingeniería Ambiental de Empresa Multinacional Manufacturera de Productos de Consumo Masivo.

Actividad Docente:

- 1995- Investigador, Categoría IV, de la U. T. N.
- 1994 a la fecha: Investigador, Categoría V, de la U. T. N.
- 1992 a la fecha: Asesor Técnico del GRUPO DE ESTUDIOS SOBRE ENERGIA (G.E.S.E.) de la Facultad Regional Gral. Pacheco de la Universidad Tecnológica Nacional, llevando a cabo estudios sobre el Uso Racional de la Energía en Industrias.

ING. JUAN CARLOS BORHI

Ingeniero Mecánico egresado de la Facultad Regional de General Pacheco de la Universidad Tecnológica Nacional en 1991.

Cursos de Especialización:

- 1995 – Curso sobre **”Uso de las Energías Alternativas”**, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería.
- 1996 – **Ingeniero en Calidad** en la Universidad Técnica de Colonia (Fachhochschule Köln), Alemania.
- 1997 - **Auditor Interno y Externo de Calidad** en D.G.Q. (Sociedad Alemana de Calidad).
- **Auditor Especializado en Gestión de la Calidad** en TÜV – Rheinland, Alemania.
- **Consultor Ambiental** en la Universidad de Colonia, Alemania.

Congresos:

- 1995 - Expositor en el XV Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines, realizado en Panamá, en el tema “Estadísticas de Uso Racional de Energía en la Industria”.
- 1997 – Expositor en el XVI Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Ramas Afines, realizado en Santiago de Chile, en el tema “Uso Racional de la Energía”.
- 1999 – Expositor en el 8vo. Congreso Argentino sobre el Uso Racional de la Energía y Medio Ambiente.
- 1999 – Expositor en el XVII Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines, realizado en El Salvador.
- 2001 – Expositor en el XVIII Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines, realizado en Quito, Ecuador.
- 2007 – Conferencista en el XXI Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines, realizado en Lima, Perú.
- 2008 – Tallerista en las 1° Jornadas Nacionales e Internacionales “Estrategias para Gestión Eficiente de la Energía” EGEDLE, realizado en Buenos Aires.

Actividad Profesional:

- 1987 a 1998: en Ford Motors Argentina, en áreas de Ingeniería del Producto, Ingeniería de Planta, y Capacitación.
- 1998 a la fecha: Auditor de Calidad en TÜV Rheinland Arg. S. A.

Actividad Docente:

- Desde 1989 a la fecha: Coordinador del GRUPO DE ESTUDIO SOBRE ENERGIA (G. E. S. E.) de la Facultad Regional Gral. Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional e Investigador, Categoría V.

CRISTIAN BALDERRAMA

- Estudiante de 5° año de la Carrera de Ingeniería Mecánica en la UTN Facultad Regional Gral. Pacheco.
- Becario del Grupo de Estudio Sobre Energía G. E. S. E.