

08-002

METHODOLOGY FOR THE ANALYSIS OF INDUSTRIAL THERMAL COMFORT LEVELS AND ITS APPLICATION TO THE SOUTHERN ZONE OF ARGENTINA.

Benito, Patricia Inés (1); González Gaya, Cristina (1); Sebastián Pérez, Miguel Angel (1)

(1) UNED

Given the results obtained from the studies carried out by Benito and Agnoli (2011) in the eastern and western areas of Argentina in relation to hygrothermal comfort in industrial activity and given the need to have recommended comfort parameters for any geographical region of the country, data collection and analysis is carried out in the southern region. The proposed methodology consists of surveying and selecting industries, recording data from an interview on thermal comfort at different times and activities. Data mining is applied using Weka and Elvira software to obtain a Bayesian network that provides the level of thermal comfort as the only calculated probability. The results obtained allow finding the predictive value of comfort for values of indoor temperature, indoor relative humidity, activity, time, and season of the year determined in the workplace. Achieving the best levels of thermal comfort using the air conditioning equipment of the industry aims to optimize the work environment of the staff. It leads to the reduction of occupational risks, increases performance, saves energy, and contributes to environmental sustainability.

Keywords: Thermal comfort; data mining; occupational risk; sustainability; energy saving.

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE CONFORT TÉRMICO INDUSTRIAL Y SU APLICACIÓN A LA ZONA SUR DE ARGENTINA.

Dados los resultados obtenidos a partir de los estudios realizados por Benito y Agnoli (2011) en las zonas este y oeste de Argentina con relación a la comodidad higrotérmica en la actividad industrial y ante la necesidad de contar con parámetros de confort recomendables para cualquier región geográfica del país, se lleva a cabo la recolección y análisis de datos en la región sur. La metodología propuesta consiste en el relevamiento y selección de industrias, registro de datos a partir de una encuesta de confort térmico en diferentes horarios y actividades. Se aplica minería de datos utilizando los softwares Weka y Elvira con el objetivo de obtener una red bayesiana que brinde como única probabilidad calculada, el confort térmico. Los resultados obtenidos permiten encontrar el valor predictivo de dicho confort para valores de temperatura interior, humedad relativa interior, actividad, horario y temporada del año determinados en el área industrial. Lograr los mejores niveles de confort térmico utilizando los equipos de acondicionamiento del aire propios de la industria tiene por finalidad optimizar el clima del ambiente de trabajo para el personal. Esto conlleva a la reducción de los riesgos laborales, aumenta el rendimiento, ahorra energía y colabora en la sostenibilidad ambiental.

Palabras claves: Confort térmico; minería de datos; riesgo laboral; sostenibilidad ambiental; ahorro de energía.

Correspondencia: Patricia Inés Benito benito.patricia@gmail.com

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Escuela Internacional de Doctorado de la UNED (EIDUNED), especialmente al Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación. Además, se agradece a la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Morón (Argentina) por su apoyo a través del proyecto 2016-PID01-002.



©2021 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

El abordaje de la temática referida al confort térmico nos invita al encuentro con un concepto cargado de valor subjetivo y es, en este sentido, que representa un desafío para quienes tienen la tarea de proyectar las instalaciones de acondicionamiento del aire. Sabemos que éstas deben responder a la demanda de proporcionar temperatura y humedad relativa de manera uniforme en todo el ambiente, más allá de las condiciones externas. Y de acuerdo con los conceptos vertidos por Nestor Quadri (2008), el sistema debe ser regulable, controlable automáticamente, que reduzca la contaminación ambiental y con un funcionamiento eficiente que optimice el consumo de energía. Para ello, es fundamental contar con parámetros de confort térmico que sean válidos para la utilización en el cálculo de las instalaciones de acondicionamiento de calefacción, refrigeración y ventilación.

Es sabido que la mejora de los ambientes laborales propicia un impacto significativo en la vida de los trabajadores, en la prevención de daños a su salud y la reducción de los riesgos que puedan presentarse en sus puestos.

Clara Guillén Subirán (2014) expone que:

“Según las estimaciones de la OIT, en el mundo se producen al año más de 2,3 millones de accidentes mortales relacionados con el trabajo. La gran mayoría de estas muertes (más del 80 por ciento) están causadas por enfermedades profesionales. Pese a que, en las últimas décadas, los sistemas de seguro de contingencias profesionales han contribuido con éxito a la reducción de los accidentes de trabajo, la prevalencia de las enfermedades profesionales sigue aumentando y, por ello, es necesario intensificar los esfuerzos para reducir su incidencia mediante medidas específicamente destinadas a prevenirlas.”

En este marco, determinar los niveles adecuados de confort térmico, para cada contexto, resulta un instrumento fundamental que tendrá fuerte impacto no sólo en la prevención de enfermedades sino también en el rendimiento y la productividad. Alineado con estas metas se espera una contribución al ahorro de energía y un aporte a la sostenibilidad ambiental.

A partir de los estudios realizados sobre la comodidad higrotérmica en la actividad industrial y los resultados que fueron obtenidos en las investigaciones llevadas a cabo en las zonas este y oeste de Argentina, surge como necesidad establecer parámetros de confort recomendables, válidos y extensibles a cualquier región geográfica del país. Esto motiva e inicia un recorrido orientado a la recolección y el análisis de datos en la región sur del país para hallar valores predictivos de confort térmico referidos a temperatura interior, humedad relativa interior, actividad, horario y temporada del año determinados en ambientes industriales y/o puestos de trabajo.

2. Antecedentes del tema

A continuación, se destacan las principales investigaciones, realizadas a nivel internacional, que han aportado datos parciales obtenidos en diversos contextos.

La Revista Británica de Medicina Industrial (1973) publica el método Fanger, también denominado modelo fisiológico. Este fue desarrollado en cámaras controladas con personas jóvenes en reposo y de origen europeo o norteamericano y permite determinar el porcentaje de personas insatisfechas con el ambiente. De esta manera valora el confort térmico en función del Voto Medio Estimado (PMV) y el Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD). La estimación del Voto Medio se realiza en función del aislamiento de la ropa, la Tasa Metabólica

y las características del ambiente (temperatura, temperatura radiante, humedad relativa y velocidad del aire), método que toma de base la Norma ISO 7730: 2005.

Tomando en cuenta el clima exterior, los modelos adaptativos: Nicol y Humphreys (2002), Brager y De Dear (1998) determinan las preferencias de confort interior, en un sistema dinámico conformado por la persona y su ambiente. Estos dos enfoques teóricos (Gómez-Azpeitia, L. et al., 2007) ofrecen respuestas parciales, ya que no han podido establecer los parámetros de diseño de las instalaciones de acondicionamiento del aire y se utilizan en general, tablas y/o gráficos de temperatura de bulbo seco, humedad relativa y velocidad del aire obtenidos por métodos y experiencias realizados en países cuyos climas, formas de trabajo y tiempos laborales son diferentes.

En los estudios de Atmaca y Koçak (2013) se utilizó un modelo de balance energético para determinar la zona de confort térmico. Destacaron que las condiciones ambientales térmicas son uno de los factores más importantes en la industria desde el punto de vista de la productividad, la seguridad laboral y la salud humana.

Lograron resaltar que la temperatura operativa óptima decrece a medida que se incrementan los niveles de la actividad metabólica. En este trabajo se tuvo en cuenta la velocidad del aire, pero no se ofrecieron evidencias sobre la influencia de la humedad relativa.

La experiencia presentada por Sun et al. (2013) constituye otro antecedente relevante, su trabajo hace foco en la combinación entre la temperatura del ambiente y la temperatura del local acondicionado en modo ventilación, por el equipo de acondicionamiento del aire. Participaron dieciocho sujetos de prueba y se usaron tres combinaciones de temperaturas, con una baja velocidad del aire para reducir una variable.

En Argentina, la revisión de normas y reglamentos que regulan el confort térmico industrial ha dejado en evidencia la carencia de normativa para las instalaciones en edificios industriales, donde resulta fundamental la consideración de los parámetros de diseño, la clase de actividad, el horario de trabajo, la época del año, y la región geográfica, como así también su valor subjetivo, que como exponen Kralikova y Wessely (2018) “la comprensión de lo que hace que un espacio sea cómodo aún está evolucionando, y estos componentes, estamos descubriendo, representan solo una parte del rompecabezas del confort térmico.”

Benito y Agnoli (2011) realizaron un estudio de caso en la región de Buenos Aires y Ciudad Autónoma (C.A.B.A.). Fueron relevadas y seleccionadas industrias del área. En dos etapas: verano/invierno, se registraron los datos obtenidos a través de una encuesta de confort térmico. Se confeccionaron tablas y gráficos de temperatura de bulbo seco y humedad relativa en función del tipo de trabajo, porcentaje de confort, rango horario y época del año.

Este estudio permitió realizar la contrastación en un entorno real al reproducirse los resultados obtenidos utilizando los equipos de acondicionamiento del aire existentes en el lugar de trabajo. Se obtuvieron los valores recomendados de humedad y temperatura, de acuerdo con la actividad y época del año.

Estas experiencias fueron replicadas en distintas regiones de la Argentina registrando datos de las zonas este y oeste. Se aplicó la minería de datos con la utilización de los softwares WEKA y Elvira para la obtención de árboles de decisión y de redes de inferencia en la zona oeste (Benito, 2018) y luego, se hizo la evaluación mediante algoritmos en la zona este del país (Benito, González Gaya, Sebastián Pérez, 2020). Fue posible establecer los valores recomendados para condiciones de comodidad higrotérmica en función de los hábitos

regionales y la consideración de la adaptación del hombre a su ambiente, actividad laboral, horario de trabajo y estaciones del año, que permitieron validar la metodología de análisis.

Actualmente se hace necesario contar con parámetros de confort que puedan ser recomendables para cualquier región geográfica del país, por tal motivo, en este estudio se avanza en la recolección y análisis de datos correspondientes a la región sur de Argentina.

Los objetivos de esta etapa de la investigación son:

- Determinar los parámetros recomendados de temperatura y humedad relativa interiores de confort térmico, en locales industriales.
- Validar la metodología de análisis para los datos relevados de la zona Sur de Argentina.

Si se logran verificar los parámetros de confort térmico en la zona Sur, se puede inferir la validación de la metodología al obtenerse un algoritmo de aplicabilidad en cualquier área del país.

3. Metodología

La zona sur del país es una región de clima árido y semidesértico predominantemente frío. En verano, los días son despejados con temperaturas no tan bajas, pero en invierno los fríos son intensos. La inmediatez de los Océanos Atlántico y Pacífico actúa como regulador de la temperatura. (Ministerio del Interior, Argentina, 2021).

Se replica la metodología de análisis utilizada en los estudios de casos anteriormente mencionados:

- Relevamiento de industrias en la región sur del país, teniendo que en cuenta la variación de la temperatura con la altura. Se opta por aquellas empresas que puedan brindar información sobre el confort térmico en diferentes horarios y actividades, en verano e invierno.
- Encuesta sobre confort térmico en el lugar de trabajo. Se hace notar que previo a la entrevista, se brinda una breve capacitación en la que se explica al personal que los datos recabados son anónimos y confidenciales, y que solo representan un aporte al proceso de investigación que se lleva a cabo. Esta actividad requiere de un tiempo mínimo por lo que no interfiere en las tareas específicas del personal.
- Se utiliza un modelo de planilla como la indicada en la tabla 1, donde se registran la región, los datos de la empresa, el tipo de actividad, día y horario de la entrevista, temperatura y humedad relativa interiores y el estado de confort (interpretando ropas similares para los trabajadores encuestados), donde el número 1 es totalmente inconfortable y el número 10 totalmente confortable, tanto para verano como para invierno.
- Con los datos obtenidos se realiza el análisis estadístico y el tratamiento de los errores (valores atípicos y faltantes) para determinar los parámetros de confort recomendados.
- Se construyen los gráficos de confort térmico en función de la temperatura interior, humedad relativa interior, horario, tipo de actividad, estación del año y región.
- Con el objetivo de determinar un algoritmo, se aplica la técnica de minería de datos, que es definida por Pérez López, C. y Santín González, D. (2007) como “un proceso de descubrimiento de nuevas y significativas relaciones, patrones y tendencias al examinar una gran cantidad de datos.”
- Se aplica WEKA para obtener los árboles de decisión para confort térmico en verano e invierno para la zona en estudio. Este software fue desarrollado en la Universidad de

Waikato en Nueva Zelanda y es de código abierto emitido bajo la GNU (General Public License). Está definido como “una colección de algoritmos de aprendizaje automático y preprocesamiento de datos.” (Frank, E., Hall, M. y Witten, I., 2016, p.7)

- A partir de los árboles de decisión, se construyen los ficheros de datos para obtener las redes de inferencia con Elvira. Este programa “está destinado a la edición y evaluación de modelos gráficos probabilistas, concretamente redes bayesianas y diagramas de influencias.” (Díez Vegas, F., 2010)
- Obtenidas las redes de inferencia, se realiza la contrastación de los resultados.

Tabla 1: Modelo de planilla para entrevista

PLANILLA DE CONFORT TÉRMICO - VERANO/INVIERNO			
Región			
Empresa/Institución			
Dirección			
Email			
Área			
Actividad			
Día/Hora			
Personal	Temp.(°C)	Hr (%)	Confort (1-10)

4. Resultados Obtenidos

Los valores recomendados de temperatura interior y humedad relativa interior para comodidad higrotérmica obtenidos a partir del estudio estadístico “Hygrothermal Parameters for Industrial Comfort. A Case Study in the Southern Area of Argentina” presentado en el 6th International Conference on Technological Innovation in Building- CITE 2021, se muestran en tabla 2 para trabajo leve, moderado y fuerte.

Tabla 2: Valores recomendados para la zona Sur de Argentina

Trabajo Físico	Verano	Invierno
Leve	25,0°C/51%	24,0°C/34,0%
Moderado	23,9°C/46%	22,0°C/28,5%
Fuerte	23,0°C/44%	20,0°C/19,4%

Además, se confeccionaron los gráficos de confort térmico para las estaciones de invierno (figura 1) y verano (figura 2), en los cuales se puede obtener radialmente el estado de confort en función de cuatro variables: actividad, temperatura, humedad relativa y horario.

Figura 1: Confort térmico en función de la actividad, temperatura, humedad relativa y horario en invierno- Zona Sur de Argentina.

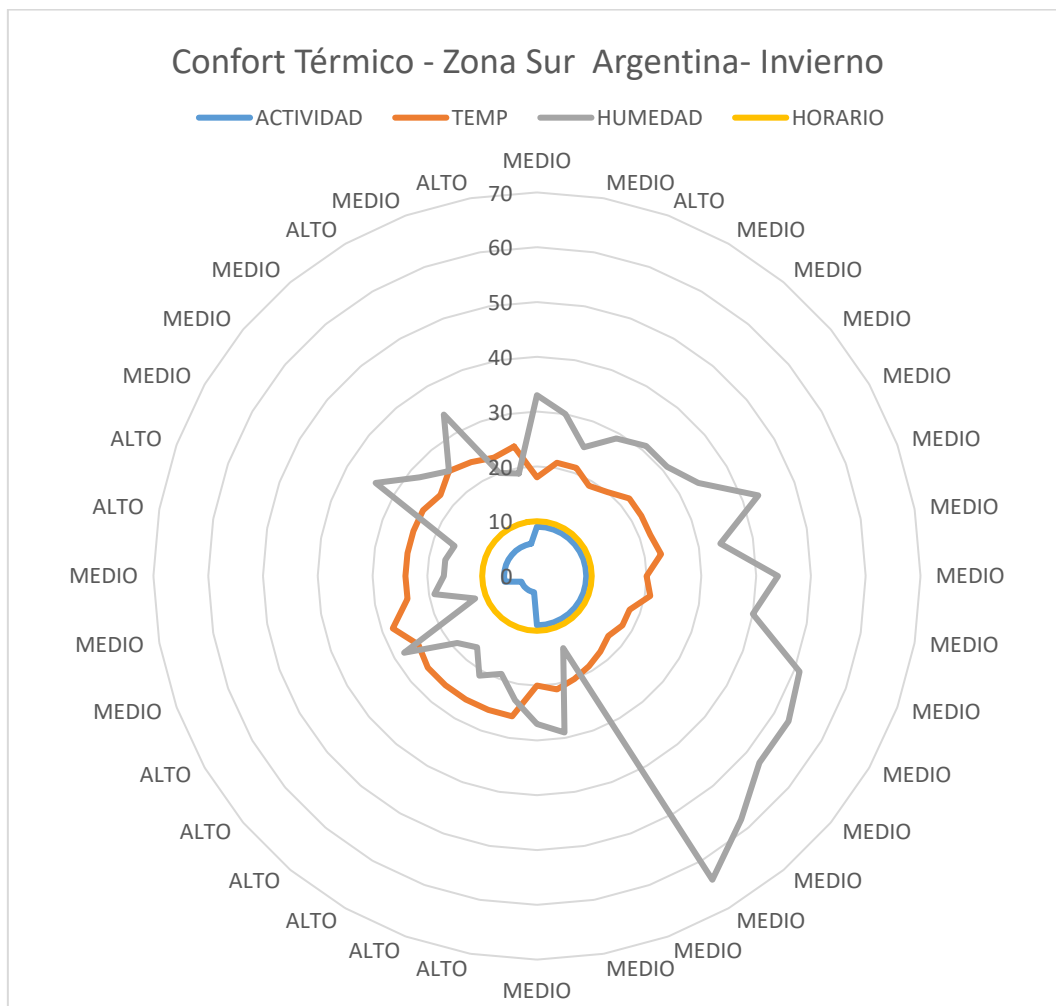
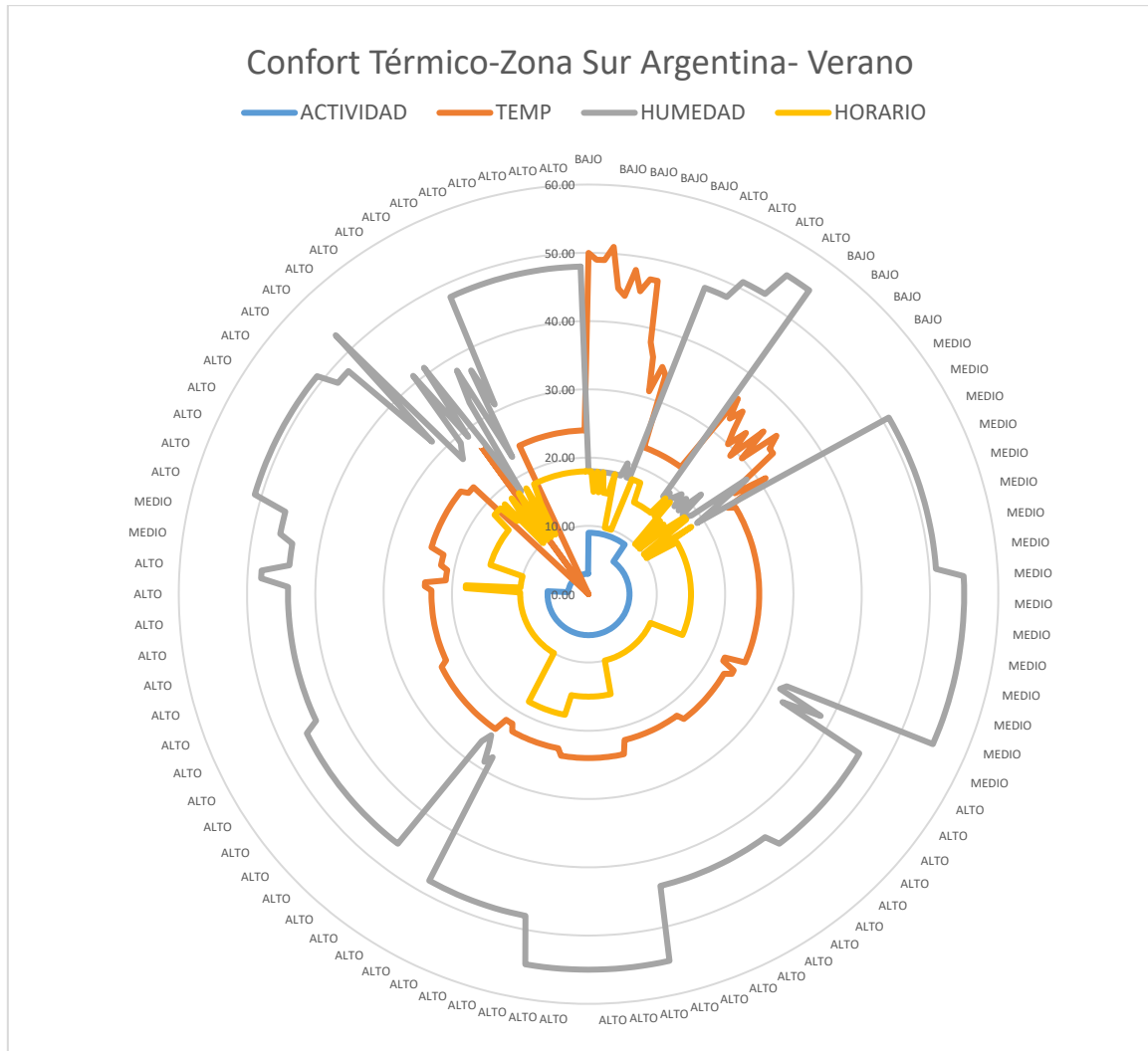


Figura 2: Confort térmico en función de la actividad, temperatura, humedad relativa y horario en verano- Zona Sur de Argentina.



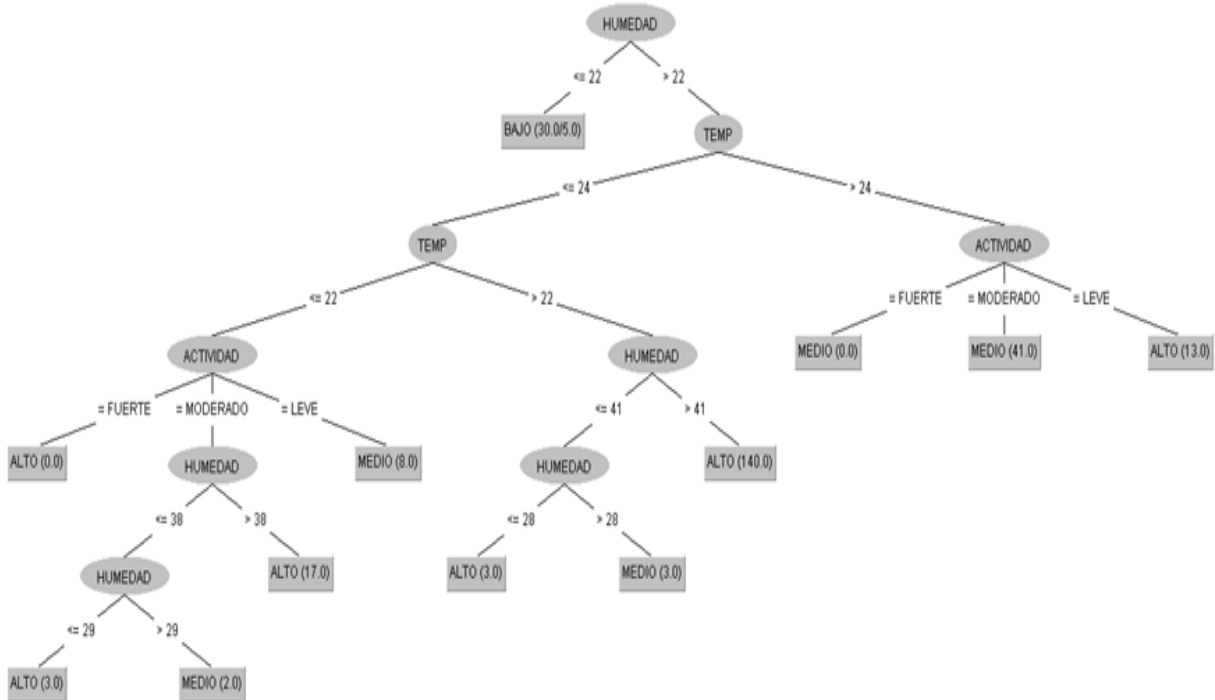
Continuando con la metodología expuesta en "Evaluation, using Algorithms, of Thermal Comfort Levels in the Industrial Area of the Region of Buenos Aires, Argentina en el 32th International Congress on Project Management and Engineering- ICPME 2020, se aplica WEKA para obtener los árboles de decisión para la zona sur del país, tanto para verano como para invierno.

Si bien WEKA soporta diferentes fuentes (García Morate, 2004), en nuestro caso se utilizaron archivos "CSV" para alimentar el software. Luego, se seleccionó el Clasificador J48 y se obtuvieron en cada caso - invierno y verano- los árboles de decisión, como pueden observarse en las figuras 3 y 4 respectivamente.

Figura 3- Árbol de Decisión- Zona Sur de Argentina. Invierno



Figura 4- Árbol de Decisión- Zona Sur de Argentina. Verano



A partir de los árboles decisión y realizada la evaluación de los atributos más importantes, se construyen los ficheros de datos para utilizarlos como insumos en el programa Elvira.

Elvira permite obtener una red de inferencia que brinda las probabilidades a priori (Díez Vegas, 2010) del confort térmico en función de las variables temperatura interior, humedad relativa interior, horario, estación del año y actividad, para la zona en estudio.

A modo de ejemplo, se muestran las redes de inferencia para el “caso inicial” en la figura 5 para invierno y en la figura 6 para verano.

Figura 5- Red de Inferencia- Elvira- Zona Sur Argentina. Invierno

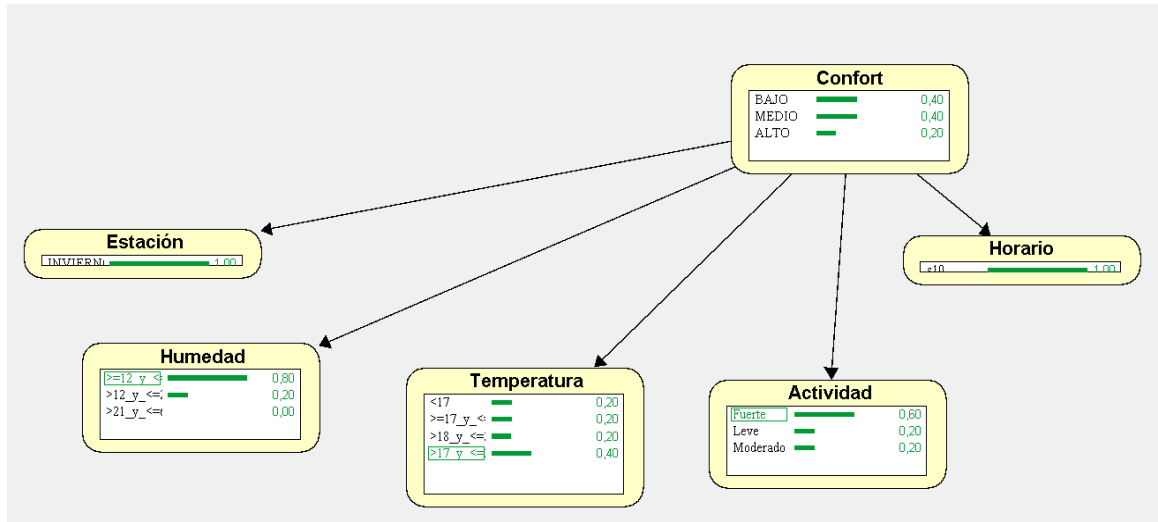
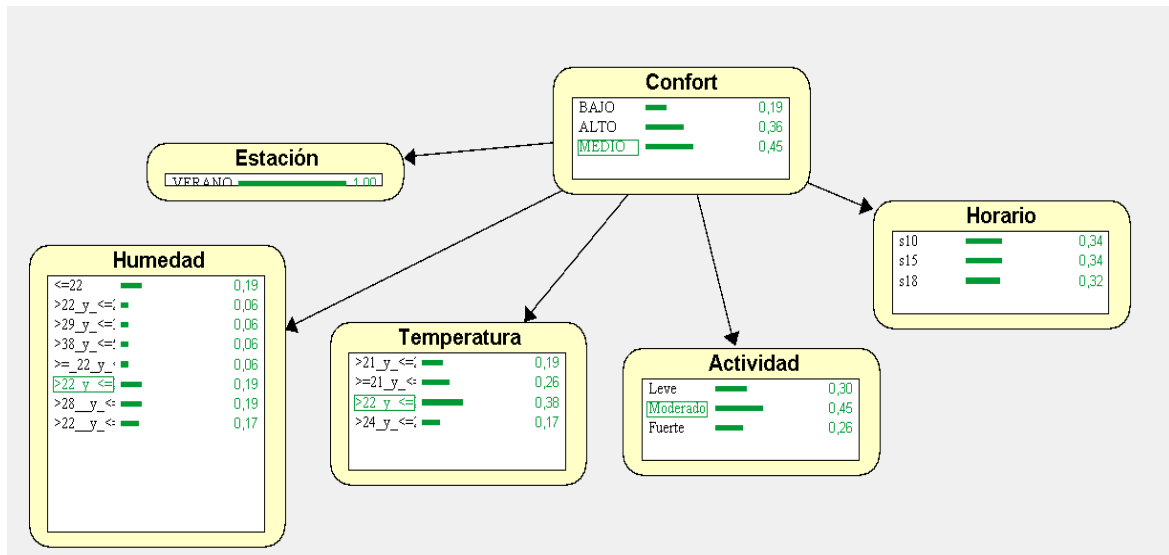


Figura 6- Red de Inferencia- Elvira- Zona Sur Argentina. Verano



Para corroborar las redes, se verificaron como “casos de evidencia”, los valores recomendados obtenidos del análisis estadístico, como así también se probaron nuevos casos en los puestos de trabajo.

5. Conclusiones

En función del primer objetivo propuesto, se han determinado y verificado los parámetros de confort higrotérmico en locales industriales para la zona sur de Argentina.

Si se realiza una comparación entre los valores recomendados de temperatura y humedad relativa interiores, determinados por los estudios estadísticos en las zonas este y oeste de Argentina (Benito, 2018) y los obtenidos para la zona sur del país (Benito, González-Gaya, Sebatian Pérez, 2021), se infieren las siguientes premisas:

- El confort térmico depende de la actividad y la época del año en latitudes similares. En verano, al disminuir la humedad relativa se logra el mismo estado de confort con menor temperatura. Para humedades relativas y actividades similares, las temperaturas también lo son.
- Para la zona oeste se necesita mayor temperatura interior para humedades relativas similares a las de la zona este, para tener grados de confort comparables durante el período de invierno. Se puede argumentar que la necesidad de una mayor temperatura interior compensa la variación térmica entre el día y la noche.
- Las temperaturas y humedades relativas de confort en verano para la zona sur del país son menores que las correspondientes a las áreas este y oeste. Aquí se evidencia la adaptabilidad del hombre a su ambiente. En invierno, como en la zona oeste, se requiere mayor temperatura para el estado de confort debido a la variación térmica entre el día y la noche como a la variación de la temperatura con la altura, si bien son valores menores a los de la zona oeste en función del clima de la región.

En cuanto al segundo objetivo propuesto, la aplicación de esta metodología de análisis ha demostrado que los parámetros de confort térmico son específicos para cada contexto, tomando en consideración el tipo de actividad, el horario, la estación del año, los hábitos regionales y la adaptabilidad del hombre a su ambiente.

Asimismo, se han validado las redes de inferencia (al igual que en las zonas este y oeste del país) para la zona sur, utilizando los valores recomendados a partir del análisis estadístico, como así también nuevos casos de evidencia en los lugares de trabajo. Al corroborarse en las tres áreas mencionadas, se ha obtenido una validez externa de la metodología.

La importancia de este recurso radica en:

- La reducción de accidentes y enfermedades profesionales al brindar un clima de trabajo propicio, en pos de una mejor calidad de vida y mejora del rendimiento del personal, producto de su comodidad higrotérmica.
- La optimización del uso de los equipos de climatización, que produce un ahorro de energía y un mejoramiento de la eficiencia energética, objetivo compartido por el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía de la República Argentina (Decreto 140/2007)

Esta metodología de análisis para acceder a los niveles de confort térmico en locales industriales puede hacerse extensible y replicarse para cualquier región geográfica, si se alimentan los softwares utilizados con los datos y características propios del lugar, lo que permitirá continuar con la validación externa o corregir las probabilidades y/o la estructura si es necesario, para mejorar la fiabilidad de la red en un proceso dinámico.

6. Referencias

- Argentina. Decreto 140/2007. Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/135000-139999/136078/norma.htm> (Consultado el 18/01/2021).
- Argentina. Ministerio del Interior. (2021). Región de la Patagonia. https://www.mininterior.gov.ar/municipios/gestion/regiones_archivos/Patagonia.pdf. 2021 (Consultado el 14/03/2021).
- Atmaca, I. & Koçak, S. (2013). İşletmelerde Farklı Metabolik Aktivite Düzeylerinde Çalışanlar İçin Isıl Konfor Bölgelerinin Tespiti. *Mühendis y Makina*, 54 (638), 26-32.
- Benito, P. & Agnoli, D. (2011). Niveles de confort térmico regionales para distintas condiciones en el ambiente de trabajo. *Revista de Seguridad*, 70 (410), 26 - 28.
- Benito, P. et al. (2018). Cambio Climático, Ambiente y Biosfera: Niveles de Confort Térmico. *Revista de Investigaciones Científicas de la Universidad de Morón*, 2 (3),45-49. issn 2591-5444. <https://doi.org/10.34073/36>
- Benito, P.; González Gaya, C. & Sebastián Pérez, M. A. (2020). Evaluation, using Algorithms, of Thermal Comfort Levels in the Industrial Area of the Region of Buenos Aires, Argentina in *ICPME 2020 [172]- 32th International Congress on Project Management and Engineering*. Alcoi, 7th – 10th July 2020. Available in <http://dspace.aepro.com/xmlui/handle/123456789/2555>
- Benito, P., Gonzalez Gaya, C. & Sebastian, M. A. (2021). Hygrothermal Parameters for Industrial Comfort. A Case Study in the Southern Area of Argentina. In *Abstracts Book 6th International Conference on Technological Innovation in Building- CITE 2021* (pp237-238).
- Brager, G. & De Dear, R. (1998). Thermal adaptation in the built environment: a literature review- *Energy and Building*, number27, pp 83-96. ISSN 0378-7788.
- Díez Vegas, F. (2010). Elvira. Manual Introductorio. Versión 0.13. Obtenido de: <http://www.ia.uned.es/~fjdiez/bayes/elvira/manual/manual.html>
- Fanger, P. O. (1973). Assessment of man's thermal comfort in practice, *British Journal of Industrial Medicine*, 30, 313-324. <http://dx.doi.org/10.1136/oem.30.4.313>
- Frank, E. et al. (2016), *The Weka WorkBench, Online Appendix for "Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques"*, Morgan Kaufmann, Fourth Edition.
- García Morate, D. (2004). *Manual de WEKA*. Obtenido de: <https://knowledgesociety.usal.es/sites/default/files/MANUAL%20WEKA.pdf>
- Gómez-Azpeitia, I. et al. (2007). Thermal comfort: two confronted theoretical focuses. *Buildings*, núm. 31, pp. 83-96. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/285832706_El_confort_termico_Dos_enfoques_teoricos
- Guillén Subirán, C. (2014). El desafío de la gestión de las enfermedades profesionales. *Solvitas perambulorum. Medicina y Seguridad en el Trabajo*, 60,supl.1. Versión On-line ISSN 1989-7790versión impresa ISSN 0465-546X. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2014000500021
- ISO. (2005). Reference number ISO 7730: 2005 (E) © ISO 2005 INTERNATIONAL STANDARD ISO 7730 Third edition 2005-11-15. Ergonomics of the thermal environment: analytical determination and interpretation of thermal comfort by calculating the PMV and PPD indices and the local thermal comfort criteria (Vol. 2005)
- Kralikova, R. & Wessely, E. (2018). Impact of the Environmental Factors and its Effects on Productivity and Health, *Proceedings of the 29th DAAAM International Symposium*, pp.0119-0124, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-

902734-20-4, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria. DOI:
10.2507/29th.daaam.proceedings.016.

https://www.daaam.info/Downloads/Pdfs/proceedings/proceedings_2018/016.pdf

Nicol, Fergus & Humphreys, Michael. (2002). Adaptive Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standards for Buildings. *Energy and Buildings*. 34. 563-572. Elsevier Ltd. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00006-3](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00006-3)

Pérez López, C. & Santín González, D. (2007), *Data mining. Techniques and Tools*. Editorial Paraninfo. Retrieved from: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wz-D_8uPFCEC&oi=fnd&pg=PR4&dq=Miner%C3%ADa+de+Datos.+T%C3%A9cnicas+y+Herramientas,+Editorial+Paraninfo.&ots=TjUZxo6u4G&sig=GgZS1PAnoKuV2-tLXeL9mXScmEk#v=onepage&q=Miner%C3%ADa%20de%20Datos.%20T%C3%A9cnicas%20y%20Herramientas%2C%20Editorial%20Paraninfo.&f=false on January 10, 2021.

Quadri, N., (2008). *Air Conditioning and Heating Installations*, Bs.As. Ed. Alsina.8^oEd. Available in https://www.academia.edu/44494893/Instalaciones_de_Aire_Acondicionado_y_Calefacci%C3%B3n_Quadri_N%C3%A1stor_P

Sun, C., Lian, Z., Lan, L., and Zhang, H. (2013). Research on the temperature range for thermal comfort in non-uniform environments. *HVAC and R Research*, 19 (2), 103- 112. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10789669.2012.744927>

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

