

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño
Doctorado en Arquitectura, Urbanismo y Diseño



Modelo de Confort Ambiental para Espacios Públicos Abiertos a Partir de la Estimación de Indicadores Ambientales.

T E S I S

que para obtener el grado de

DOCTOR EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

Presenta

ARMANDO NÚÑEZ DE ANDA

Director de Tesis:

DR. JULIO CÉSAR RINCÓN MARTÍNEZ

Co-Director de Tesis:

DR. GONZALO BOJÓRQUEZ MORALES

Ensenada, Baja California, noviembre de 2024.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño
Facultad de Ingeniería,
Arquitectura y Diseño



DOCTORADO EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

Modelo de Confort Ambiental para Espacios Públicos Abiertos
a Partir de la Estimación de Indicadores Ambientales.

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO
DE DOCTOR EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

ARMANDO NÚÑEZ DE ANDA

Correo electrónico: nunez.armando@uabc.edu.mx
Identificador ORCID: 0000-0002-9712-1014

Director de tesis: Dr. Julio César Rincón Martínez
Identificador ORCID: 0000-0002-1946-3609

Co-Director de tesis: Dr. Gonzalo Bojórquez Morales
Identificador ORCID: 0000-0001-9303-9278

Asesor de tesis: Dr. Marcos Eduardo González Trevizo
Identificador ORCID: 0000-0002-7382-2641

Asesor de tesis: Dr. Francisco Fernández Melchor
Identificador ORCID: 0000-0003-1669-7327

Asesor de tesis: Dr. Francisco Martín del Campo Saray
Identificador ORCID: 0000-0001-7211-5366

Ensenada, Baja California, noviembre de 2024.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO

DOCTORADO EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

**Modelo de Confort Ambiental para Espacios Públicos Abiertos a Partir de
la Estimación de Indicadores Ambientales.**

TESIS

Que para obtener el grado de DoctoradoDoctorado en Arquitectura, Urbanismo y Diseño presenta:

Armando Núñez de Anda

Aprobada por:

Dr. Julio César Rincón Martínez

DirectorDirector de tesis

Dr. Gonzalo Bojórquez Morales

Co-directorCo-director de tesis

Dr. Francisco Fernández Melchor

Miembro del comité tutorial

Dr. Marcos Eduardo González Trevizo

Miembro del comité tutorial

Dr. Francisco Martín del Campo Saray

Miembro del comité tutorial

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Declaro que la tesis que se presenta contiene material original que no ha sido presentado para la obtención de un grado académico o diploma en esta u otra institución de educación superior. Asimismo, declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de las citas.

Ensenada, B.C., noviembre de 2024

Armando Núñez de Anda

AVAL DE TERMINACIÓN DE TESIS

Fecha: noviembre de 2024

DR. JULIAN ISRAEL AGUILAR DUQUE
Director de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
Presente. -

Para dar cumplimiento al artículo 106 del ESTATUTO ESCOLAR DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA, en su TÍTULO CUARTO DE LOS TÍTULOS PROFESIONALES, GRADOS ACADÉMICOS Y DIPLOMAS, CAPÍTULO ÚNICO, sobre los requisitos para la obtención del grado de **Doctorado en Arquitectura, Urbanismo y Diseño**, como director de tesis en la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento de Arquitectura y Medio Ambiente de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño Se emite la presente acta que avala que el estudiante:

ARMANDO NÚÑEZ DE ANDA

ha concluido su tesis de grado titulada:

Modelo de Confort Ambiental para Espacios Públicos Abiertos

a Partir de la Estimación de Indicadores Ambientales.

Lo anterior en virtud de que se realizaron las correcciones y recomendaciones del comité tutorial, por lo que ha sido aprobada para el proceso de presentación de examen de grado.

DIRECTOR DE TESIS

DR. JULIO CÉSAR RINCÓN MARTÍNEZ

FIRMA

Dedicatoria

A mi esposa e hijo, Fabiola Arguelles Núñez, Mateo Núñez Arguelles.

A mis padres, Leticia de Anda Muruato y Armando Núñez Sánchez.

A mi hermano y familia, Diego, Danny y Valentina.

† Homero de Anda de la Garza, Miguel Núñez Valdez, Clara Sánchez Rodríguez, Clara Gabriela Núñez Sánchez, Socorro Muruato Montes, Jorge Alberto Estrada Álvarez, Raúl de Anda Muruato, Maricruz Núñez Sánchez.

A las familias Nuñez, de Anda, Argüelles y Nuñez.

Agradecimientos

Agradecer primordialmente, el valioso apoyo Gubernamental, a través del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCyT), por el soporte de beca nacional para proyectos de investigación y en este caso formación doctoral, mediante la cual me permitió sostener a la familia de un servidor, durante la travesía de investigación.

Al Programa de Doctorado en Arquitectura, Urbanismo y Diseño (DAUD) que oferta la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) campus de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño (FIAD), en Ensenada Baja California, adscrito al Sistema Nacional de Posgrados (SNP) y todos los integrantes administrativos que tienen a bien la gestión y apoyo, en los diversos ámbitos involucrados al posgrado.

A mi Director de Tesis, el Dr. Julio César Rincón Martínez, por haberme instruido en nuevos abordajes de investigación, así como en la disciplina del trabajo y sobre todo en la visión de apoyo personal durante el trayecto del programa doctoral.

A mi Co-Director y asesores de Tesis, al Dr. Gonzalo Bojórquez Morales, Dr. Francisco Fernández Melchor, Dr. Marcos Eduardo González Trevizo, Dr. Francisco Martín del Campo Saray, inicialmente por incentivar me a ingresar al programa de posgrado UABC y posteriormente al expresar siempre su valioso apoyo durante el trayecto de la investigación, además de involucrarme a incursionar en nuevas fronteras académicas.

A los profesores del MyDAUD, Dra. Aurora García García de León, Dra. Karen Estrella Martínez Torres, Dra. Claudia Rivera Torres, Dra. Mariel Organista Camacho, Dr. Aníbal Luna León; a mis compañeros UABC, Dra. María Fernanda Arriaga Osuna, Dra. Wendi Violeta Rocha Salcedo, Dra. Sofía Morales Insunza, Dra. Lizeth Félix, MC. Gabriela Bacelis, MC. Marisol Montiel, Dr. Luis Guillermo Pereira, MC. Carlos Guillermo Cervantes, Arq. Ana Paula Serna, Arq. Raúl Campos, Arq. Eriel Ulises Hernández, a los maestros del pasillo, Prof. Víctor, Charly y Alfredo.

A la valiosa oportunidad que me brindó la Universidad Autónoma de Sinaloa y la Facultad de Arquitectura, Culiacán, a través de la Dra. Armida Estrada Llamas, así como a todos los prestadores de Servicio Social, que participaron de alguna manera en esta investigación a lo largo del transcurso, y previo al posgrado, hasta su delimitación, Adela Sarahí Pérez Medina, Josué Valdez Meza, Uriel Alejandro Yee Moreno, Cristian Ivan Romero Sánchez, Charli Neftali Lizárraga Torres, Vanessa López, Nicole Hernández, Claudia Ramírez, Cristel Sicairos, Nalally Rocha, Cristopher Soto, Dulce Rocha, Eduardo Valdez, María Elena Ramírez, Edgardo Cebaleros, Luis Carlos Pérez Angulo, Aldos Domínguez, Johana, Guicho Valdez, con una destacada mención a la colaboración de la Ing. María de Jesús Martínez Landeros y muy especialmente a Don Jesús Murillo, por permitirme el alojamiento de los instrumentos de medición ambiental, en las instalaciones de Tecnidiseño, a lo largo de la campaña de estudio.

Resumen

En un marco de emergencia climática global, en el cual las zonas urbanas demandan y alteran las condiciones medio ambientales, aspecto que se replica en Culiacán Rosales, Sinaloa, México, donde igualmente se advierten incrementos en los registros históricos de promedios por temperatura y calidad del aire, el objetivo radica en la conformación de un modelo gráfico de confort ambiental, que correlaciona las percepciones subjetivas de los ocupantes y las características físico-ambientales en espacios públicos abiertos.

Fundamentado en el método estadístico Medias por Intervalos de Sensación Térmica (MIST), se obtienen los indicadores ambientales durante cuatro periodos representativos anuales (julio 2023-abril 2024), por medio de una campaña de estudio en sitio y el empleo de instrumentos de registro ambiental, los cuales condujeron a la convergencia entre valoraciones neutrales de las variables, y en forma consecutiva, la apreciación de una zona de confort integral anual con valores entre 23.8 °C – 31.4 °C (TBS), 25.8 °C - 33.4 °C (Ts), 33.8 °C – 41.4 °C (TGg), 36.8 % - 47.0 % (HR), 19.8 °C – 27.3 °C (TBH), 0.5 m/s – 1.4 m/s (Vv), 453.0 ppm – 605.0 ppm (CA CO₂), 0.0 ppm – 2.0 ppm (CA COV), 58.0 dBA – 84.3 dBA (IA), y 0.0 lux – 18,850.0 lux (IL), valoraciones cotejadas respecto a la objetividad del modelo de confort ambiental, convergentes entre los criterios que brindan los modelos de Auliciems, Givoni, PMV y PPD, UTCI y el estudio RUROS. Así la conformación del Modelo de Confort Ambiental para Espacios Públicos Abiertos (Modelo CAEPA), evidencia una zona de confort extensa y específica para espacios públicos de clima cálido semiseco.

Palabras clave: Confort ambiental; Espacios públicos abiertos; Indicadores ambientales; Modelo de confort.

Abstract

In a global framework of climate emergency, in which urban areas demand and modify environmental conditions, an aspect that is replicated in Culiacan Rosales, Sinaloa, Mexico, where increases are also noted in historical records of averages for temperature and air quality, the main purpose of the study is to attempt the development for a graphic model of environmental comfort, which correlates the subjective perceptions of occupants and the physical-environmental characteristics in open public spaces. Based on the statistical method Averages for Thermal Sensation Intervals (ATSI), environmental indicators were obtained by four representative annual periods (July 2023-April 2024), through an on-site study campaign by the use of environmental recording instruments, which led to the convergence between neutral assessments of the variables, and consecutively, the appreciation of an annual integral comfort zone, with values between 23.8 °C – 31.4 °C (DBT), 25.8 °C – 33.4 °C (Ts), 33.8 °C – 41.4 °C (GGT), 36.8 % - 47.0 % (RH), 19.8 °C – 27.3 °C of (WBT), 0.5 m/s - 1.4 m/s (Wv), 453.0 ppm – 605.0 ppm (AQ CO₂), 0.0 ppm – 2.0 ppm (AQ VOCs), 58.0 dBA – 84.3 dBA (AI), and 0.0 lux – 18,850.0 lux (LI), valuations compared with a high range convergence between values provided by the Auliciems model, Givoni's psychrometric chart, PMV and PPD models, UTCI and RUROS environmental indicators. Thus the conformation of this graphical Model of Environmental Comfort for Open Public Spaces (Model ECOPS), provides an extensive and specific comfort zone for public spaces with warm semi-dry climate.

Key words: Environmental comfort; Open public space; Environmental indicators; Comfort model.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo I. Planteamiento de la Investigación	4
1.1. Panorama General	6
1.2. Planteamiento del Problema.....	7
1.3. Justificación	10
1.4. Preguntas de Investigación	13
1.5. Hipótesis	14
1.6. Objetivos.....	16
1.7. Alcances, Limitaciones y Aportaciones	17
Capítulo II. Antecedentes.....	22
2.1. Marco Conceptual.....	23
2.2. Marco Teórico.....	69
2.2.1. Enfoques de Confort	69
2.2.2. Modelos de Confort	72
2.2.3. Índices Ambientales	86
2.3. Marco Normativo	90
2.3.1. Normatividad por Criterios Ambientales	91
2.3.2. Normatividad por Calidad del Aire.....	93
2.3.3. Normatividad por Variable Térmica	96
2.3.4. Normatividad por Variable Acústica	101

2.3.5. Normatividad por Variable de Viento.....	106
2.3.6. Normatividad en Espacios Públicos	106
2.4. Marco Referencial.....	110
Capítulo III. Diseño de Investigación.....	121
3.1. Caso de Estudio	123
3.1.1. Características a Nivel Nacional.....	123
3.1.2. Características a Nivel Estatal.....	125
3.1.3. Condiciones a Nivel Municipal	128
3.2. Objeto de Estudio	132
3.2.1. Aspectos Sociales	139
3.2.2. Medio Físico Edificado	141
3.2.3. Medio Físico Natural	142
3.2.4. Aspectos Climáticos y Ambientales.....	143
3.2.5. Selección del Objeto de Estudio	159
3.3. Enfoques de Estudio.....	161
3.4. Periodos de Estudio.....	163
3.5. Instrumentos y Equipos de Medición	165
3.6. Diseño de la Muestra Poblacional	168
3.7. Diseño de Cuestionario	173
3.7.1. Cédula de Registro Ambiental.....	177
3.8. Metodología del Registro	179

3.9. Métodos Estadísticos para el Procesamiento de Datos	183
Capítulo IV. Procesamiento de Datos	192
4.1. Preparación de la Base de Datos	193
4.2. Preparación de la Base de Datos por Procesamiento de Método MIST	195
4.3. Métodos para Ajuste de Resultados de Distintas Bases de Datos.....	198
4.4. Resumen Capítulo IV.....	199
Capítulo V. Resultados	200
5.1. Resultados Campaña de Estudio	202
5.2. Indicadores Ambientales	205
5.2.1. Indicadores de Habitabilidad – Periodo Cálido	207
5.2.2. Indicadores de Habitabilidad – Periodo de Transición Cálido – Frío	239
5.2.3. Indicadores de Habitabilidad al Periodo Frío.....	240
5.2.4. Indicadores de Habitabilidad Periodo Transición Frío - Cálido	242
5.2.5. Integración de Indicadores de Habitabilidad Anuales	243
5.3. Sistematización para la Conformación del Modelo de Confort Ambiental	255
5.3.1. Correlación Entre Variables Ambientales.....	257
5.3.2. Conformación Gráfica del Modelo de Confort Ambiental	264
5.3.3. Zonas de Confort Bivariables	285
5.3.4. Apreciación de Variables con Mayor Influencia en Votos de Confort	308
5.3.5. Integración de Modelo de Confort Ambiental	311
5.4. Validación del Modelo de Confort Ambiental.....	315

5.4.1. Validación por Cotejo a Modelos Clásicos de Confort	315
5.4.2. Validación por Cotejo a Estudio RUROS.	320
5.4.3. Validación por Cotejo a Índice UTCI y modelos PMV y PPD.	324
Discusión.....	331
Conclusiones.....	336
Referencias	342
Apéndices	i

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Contenido capítulo I.</i>	5
Figura 2. <i>Tendencia de temperaturas en Culiacán Rosales, Sin. 1991-2020.</i>	9
Figura 3. <i>Ciudades con mayores emisiones y porcentajes de CO2 por continente.</i>	11
Figura 4. <i>Reapertura vehicular “Centro Histórico”.</i>	13
Figura 5. <i>Contenido capítulo II.</i>	23
Figura 6. <i>Dimensionamiento conceptual de ambiente.</i>	26
Figura 7. <i>Capas de la atmósfera.</i>	28
Figura 8. <i>Fuentes contaminantes antropogénicas.</i>	30
Figura 9. <i>Partes del oído, externo, medio e interno.</i>	34
Figura 10. <i>Esquema de onda sonora.</i>	35
Figura 11. <i>Clasificación climática global.</i>	40
Figura 12. <i>Ruta de relación entre confort ambiental y habitabilidad.</i>	42
Figura 13. <i>Esquema de termorregulación.</i>	51
Figura 14. <i>Esquema de dimensionamiento de la infraestructura verde.</i>	62
Figura 15. <i>Atributos de la infraestructura verde, en áreas urbanas.</i>	63
Figura 16. <i>Efectos en la temperatura, de acuerdo a UHI.</i>	66
Figura 17. <i>Estimación de porcentajes de albedo, conforme a tipo de color.</i>	67
Figura 18. <i>Diagrama del entorno físico urbano.</i>	68
Figura 19. <i>Elementos de los Enfoques de Predicción y Adaptación.</i>	71
Figura 20. <i>Carta bioclimática de Olgyay.</i>	74
Figura 21. <i>Esquema descriptivo de triángulos de confort.</i>	76
Figura 22. <i>Zona de confort y corrección con elementos arquitectónicos.</i>	77
Figura 23. <i>Diagrama del procesamiento de datos por método MIST.</i>	83
Figura 24. <i>Variable neutra y rangos de confort por desviaciones estándar (DE).</i>	84
Figura 25. <i>Rangos de confort por TBS.</i>	85

Figura 26. <i>Diagrama de secuencia en abordaje por normatividad.</i>	91
Figura 27. <i>Metodología de cuestionario y registro ambiental.</i>	100
Figura 28. <i>Revisión de literatura, estudios de confort ambiental.</i>	111
Figura 29. <i>A. Meses; B. Espacios analizados; C. Horarios; D. Meses; E. Muestras.</i>	116
Figura 30. <i>A. Análisis por SVF, B. Proyección de sombras 22 junio, C. Sombras</i>	118
Figura 31. <i>Zona de confort para el sitio de Kassel, Alemania.</i>	119
Figura 32. <i>Síntesis de recursos metodológicos derivados del proyecto RUROS.</i>	120
Figura 33. <i>Esquema de Diseño de Investigación.</i>	122
Figura 34. <i>Diagrama de escala e indicadores para selección de caso y objeto de estudio.</i>	123
Figura 35. <i>Mapa y tabla de población por entidad federativa en México.</i>	124
Figura 36. <i>Mapa de proporción de población por municipio en Sinaloa.</i>	126
Figura 37. <i>Mapa de proporción de población por sindicatura en Municipio de Culiacán.</i>	129
Figura 38. <i>Mancha urbana de Culiacán Rosales, Sinaloa.</i>	133
Figura 39. <i>Espacios Públicos, parques y áreas verdes en Culiacán Rosales, Sin.</i>	134
Figura 40. <i>Mapa de crecimiento histórico en Culiacán Rosales, Sin.</i>	135
Figura 41. <i>Rutas de Transporte Público en Culiacán Rosales, Sinaloa.</i>	136
Figura 42. <i>Concentración comercial y de servicios en la ciudad de Culiacán Rosales ..</i>	137
Figura 43. <i>Zona Centro Culiacán Rosales - Puntos Comerciales.</i>	138
Figura 44. <i>Escala de población por manzana, en Culiacán Rosales, Sin.</i>	139
Figura 45. <i>Mapa de escalas de marginación social en Culiacán Rosales.</i>	140
Figura 46. <i>Temperaturas normales para Culiacán Rosales, Sin. 1991-2020.</i>	144
Figura 47. <i>Normales de precipitación pluvial, Culiacán Rosales, Sin., 1991-2020.</i>	146
Figura 48. <i>Relación de Temperatura y Precipitación Pluvial, Culiacán Rosales.</i>	147
Figura 49. <i>Humedad relativa, Culiacán Rosales, Sin. 1991-2010</i>	148
Figura 50. <i>Relación de precipitación pluvial y humedad relativa, Culiacán Rosales.</i>	149
Figura 51. <i>Relación de temperatura y humedad relativa para Culiacán Rosales.</i>	150

Figura 52. <i>Humedad relativa – Temperatura – Sensación térmica, Culiacán Rosales...</i>	151
Figura 53. <i>Velocidad de viento, en Culiacán Rosales, Sin.</i>	152
Figura 54. <i>Velocidad de Viento - Humedad Relativa, Culiacán Rosales (1991-2010)....</i>	153
Figura 55. <i>Frecuencia y dirección de vientos en Culiacán Rosales, Sin. (1990-2010)...</i>	154
Figura 56. <i>Radiación solar para Culiacán Rosales, Sinaloa (2008-2021).</i>	155
Figura 57. <i>Relación de radiación solar y precipitación solar, Culiacán Rosales, Sin.</i>	156
Figura 58. <i>Mapa por contaminación lumínica en Culiacán Rosales.</i>	157
Figura 59. <i>Monóxido de carbono (CO) media anual, Culiacán Rosales, Sin.</i>	158
Figura 60. <i>Imagen satelital de área de estudio, en relación al 1er cuadro de la ciudad.</i>	160
Figura 61. <i>Vista aérea del área de estudio, contexto urbano “Plazuela Obregón”.</i>	161
Figura 62. <i>Periodos de dinámica térmica mensual, Culiacán Rosales, Sin.</i>	164
Figura 63. <i>Estación de Registro Ambiental (ERA).</i>	167
Figura 64. <i>Estratificación de la población muestra.</i>	169
Figura 65. <i>Determinación de meses para campaña de estudio por periodo térmico.</i>	170
Figura 66. <i>Estructura de formulario CAEPA (parte 1) modalidad en línea.....</i>	175
Figura 67. <i>Estructura de formulario CAEPA (parte 2) modalidad en línea.....</i>	176
Figura 68. <i>Estructura de formulario registro ambiental (cédula), modalidad en línea.</i>	178
Figura 69. <i>Establecimiento de alturas de instrumentos, en estación ambiental CAEPA.</i>	180
Figura 70. <i>Estación de registro ambiental (ERA).</i>	181
Figura 71. <i>Criterios durante la aplicación del cuestionario y registro ambiental.</i>	182
Figura 72. <i>Nivel de relación entre las variables.</i>	185
Figura 73. <i>Análisis de datos por variable del ambiente físico y variable meteorológica.</i>	187
Figura 74. <i>Esquema de método MIST.</i>	188
Figura 75. <i>Ejemplo de grafica de Sensación Térmica por método MIST.....</i>	189
Figura 76. <i>Síntesis metodológica del diseño de investigación.....</i>	191
Figura 77. <i>Contenido capítulo IV.....</i>	193

Figura 78. <i>Determinación del valor neutral.</i>	196
Figura 79. <i>Diagrama para el procesamiento de datos a partir del método MIST.</i>	197
Figura 80. <i>Contenido de capítulo V.</i>	201
Figura 81. <i>Clasificación de usuarios encuestados, edades e IMC.</i>	202
Figura 82. <i>Actividad predominante en Plazuela y nivel de arropamiento.</i>	203
Figura 83. <i>Horarios de registro ambiental y condiciones de encuesta.</i>	204
Figura 84. <i>Procedencia del ruido y nivel de concurrencia en espacio público.</i>	205
Figura 85. <i>Relación de indicadores por variable estimada, sensación y preferencia.</i>	206
Figura 86. <i>Indicadores de sensación térmica por TBS.</i>	208
Figura 87. <i>Indicadores de preferencia térmica por TBS.</i>	209
Figura 88. <i>Indicadores de sensación térmica por TGg.</i>	211
Figura 89. <i>Indicadores de preferencia térmica por TGg.</i>	212
Figura 90. <i>Indicadores de sensación térmica por TBH.</i>	214
Figura 91. <i>Indicadores de preferencia térmica por TBH.</i>	215
Figura 92. <i>Indicadores de sensación térmica por Ts.</i>	217
Figura 93. <i>Indicadores de preferencia térmica por Ts.</i>	218
Figura 94. <i>Indicadores de sensación hídrica por HR.</i>	220
Figura 95. <i>Indicadores de preferencia hídrica por HR.</i>	221
Figura 96. <i>Indicadores de sensación eólica por VV.</i>	223
Figura 97. <i>Indicadores de preferencia eólica por Vv.</i>	224
Figura 98. <i>Indicadores de sensación lumínica por IL.</i>	226
Figura 99. <i>Indicadores de preferencia lumínica por IL.</i>	227
Figura 100. <i>Indicadores de intensidad acústica por dBA.</i>	229
Figura 101. <i>Indicadores de preferencia acústica por dBA.</i>	230
Figura 102. <i>Indicadores de sensación por CA CO₂.</i>	232
Figura 103. <i>Indicadores de preferencia por CA CO₂.</i>	233

Figura 104. <i>Indicadores de sensación por CA COV.</i>	235
Figura 105. <i>Indicadores de preferencia por CA COV.</i>	236
Figura 106. <i>Rangos de confort térmico (TBS) por periodos anuales.</i>	244
Figura 107. <i>Rangos de confort térmico (TGg) por periodos anuales.</i>	245
Figura 108. <i>Rangos de confort térmico (TBH) por periodos anuales.</i>	246
Figura 109. <i>Rangos de confort térmico (Ts) por periodos anuales.</i>	247
Figura 110. <i>Rangos de confort higríco por periodos anuales.</i>	248
Figura 111. <i>Rangos de calidad del aire (COV) por periodos anuales.</i>	249
Figura 112. <i>Rangos de calidad del aire (CO₂) por periodos anuales.</i>	250
Figura 113. <i>Rangos de confort eólico por periodos anuales.</i>	251
Figura 114. <i>Rangos de confort acústico por periodos anuales.</i>	252
Figura 115. <i>Rangos de confort lumínico por periodos anuales.</i>	253
Figura 116. <i>Sistematización conformación del modelo gráfico de confort ambiental.</i>	256
Figura 117. <i>Ángulo de la pendiente por variable ambiental.</i>	270
Figura 118. <i>Unificar ejes por pendiente, magnitud y naturaleza de medición.</i>	271
Figura 119. <i>Graduaciones para ejes de temperaturas TGg, TBS, TBH, Ts.</i>	274
Figura 120. <i>Graduaciones para ejes de HR, CA COV y CA CO₂.</i>	277
Figura 121. <i>Graduaciones para eje de Vv.</i>	278
Figura 122. <i>Graduaciones para ejes IL e IA.</i>	281
Figura 123. <i>Convergencia de valores neutrales, entre variables ambientales.</i>	282
Figura 124. <i>Retícula por variables higrotérmicas.</i>	283
Figura 125. <i>Retícula por variables eólico higrícas y eólico calidad del aire.</i>	284
Figura 126. <i>Retícula por variables eólico lumínica y eólico acústico.</i>	285
Figura 127. <i>Zonas de confort TGg-HR, por periodos de dinámica higrotérmica.</i>	287
Figura 128. <i>Zonas de confort TGg-HR, anual.</i>	288
Figura 129. <i>Zonas de confort TBS-HR, por periodos de dinámica higrotérmica.</i>	289

Figura 130. Zonas de confort TBS-HR, anual.	290
Figura 131. Zonas de confort TBH-HR, por periodos de dinámica higrorotmica.	292
Figura 132. Zonas de confort TBH-HR, anual.	293
Figura 133. Zonas de confort Ts-HR, por periodos de dinámica higrorotmica.	294
Figura 134. Zonas de confort Ts-HR, anual.	295
Figura 135. Zonas de confort Vv-HR, por periodos de dinámica higrorotmica.	296
Figura 136. Zonas de confort Vv-HR, anual.	297
Figura 137. Zonas de confort Vv-CA COV, por periodos eólico calidad del aire.	299
Figura 138. Zonas de confort Vv-CA COV, anual.	300
Figura 139. Zonas de confort Vv-CA CO ₂ , por periodos eólica calidad del aire.	301
Figura 140. Zonas de confort Vv-CA CO ₂ , anual.	302
Figura 141. Zonas de confort Vv-IL, por periodos lumínico eólico.	304
Figura 142. Zonas de confort Vv-IL, anual.	305
Figura 143. Zonas de confort Vv-IA, por periodos de dinámica acústico eólico.	306
Figura 144. Zonas de confort Vv-IA, anual.	307
Figura 145. Apreciación integral de zona de confort ambiental.	312
Figura 146. Valoraciones ambientales derivadas de la zona de confort integral.	314
Figura 147. Comparativa por Tn y ZC, entre indicadores Auliciems y Modelo CAEPA. .	317
Figura 148. Comparativa de acuerdo a Auliciems y Modelo CAEPA.	318
Figura 149. Comparativa entre modelo psicrométrico Givoni y Modelo CAEPA.	319
Figura 150. Comparativa de valores neutros por estudio RUROS – Modelo CAEPA. ...	322
Figura 151. Comparativa de zonas de confort, por UTCI y CAEPA.	325
Figura 152. Comparativa Registro CAEPA – Modelos PMV y PPD.	327
Figura 152. Comparativa Auliciems '81 – Modelo CAEPA.	332
Figura 153. Comparativa estudio RUROS – Modelo CAEPA.	333

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Clasificación de las variables ambientales del espacio físico.</i>	27
Tabla 2. <i>Componentes del aire.</i>	29
Tabla 3. <i>Contaminantes de la calidad del aire.</i>	31
Tabla 4. <i>Categorías de ponderación del ruido.</i>	37
Tabla 5. <i>Escalas de ruido humano.</i>	38
Tabla 6. <i>Clasificaciones de confort ambiental, relacionados a sentidos de percepción.</i> ...	44
Tabla 7. <i>Variables de adaptación térmica humana en espacios interiores y exteriores.</i> ...	47
Tabla 8. <i>Variables del espacio construido y su influencia en la percepción del confort.</i> ...	48
Tabla 9. <i>Parámetros y factores de confort térmico.</i>	49
Tabla 10. <i>Clasificación del Equipamiento Público y Privado.</i>	60
Tabla 11. <i>Valores de b y m para la construcción de modelos de confort térmico.</i>	73
Tabla 12. <i>Escala de sensación térmica de FANGER.</i>	79
Tabla 13. <i>Rangos de AQI, que describen la calidad del aire.</i>	87
Tabla 14. <i>Escalas de sensación térmica (UTCI), valoraciones de temperatura.</i>	88
Tabla 15. <i>Compendio de normatividades aplicada a la calidad ambiental.</i>	91
Tabla 16. <i>Compendio de normatividades aplicadas a la calidad del aire.</i>	94
Tabla 17. <i>Compendio de normatividades por variable térmica.</i>	97
Tabla 18. <i>Especificaciones de medición e instrumentación de condiciones térmicas.</i>	101
Tabla 19. <i>Compendio de normatividades acústicas.</i>	102
Tabla 20. <i>Compendio de normatividades por espacios públicos.</i>	107
Tabla 21. <i>Revisión de la literatura de modelos de confort ambiental.</i>	113
Tabla 22. <i>Ecuaciones ponderadas de la regresión lineal, entre el TSV y UTCI.</i>	117
Tabla 23. <i>Distribución de muestras durante periodos y horarios de campaña.</i>	171
Tabla 24. <i>Adaptación de alturas por normatividad en estación de registro ambiental.</i> ...	179
Tabla 25. <i>Fragmento de la estructura de base de datos s del cuestionario en campo.</i> ..	194

Tabla 26. <i>Fragmento de la estructura de base de datos de la estación de registro.....</i>	195
Tabla 27. <i>Ajuste de resultados a partir de la media ponderada.</i>	199
Tabla 28. <i>Integración de rangos por indicadores ambientales – Periodo cálido.</i>	238
Tabla 29. <i>Integración de rangos por indicadores ambientales – Transición cálido-frío. .</i>	239
Tabla 30. <i>Integración de rangos por indicadores ambientales – Periodo frío.</i>	241
Tabla 31. <i>Integración de rangos por indicadores ambientales – Transición frío-cálido. .</i>	242
Tabla 32. <i>Coeficientes de determinación entre variables – Periodo Cálido.</i>	258
Tabla 33. <i>Coeficientes de determinación entre variables – P. Transición Cálido-Frío. ...</i>	259
Tabla 34. <i>Coeficientes de determinación entre variables – Periodo Frío.</i>	260
Tabla 35. <i>Coeficientes de determinación entre variables – P. Transición Frío-Cálido. ...</i>	261
Tabla 36. <i>Jerarquización entre correlación de variables por periodo de registro.</i>	262
Tabla 37. <i>Jerarquización por nivel de correlación entre variables ambientales</i>	263
Tabla 38. <i>Pendiente de la recta, correlación HR-CA COV.</i>	265
Tabla 39. <i>Pendiente de la recta, correlación CA COV-CA CO₂.</i>	266
Tabla 40. <i>Pendiente de la recta, correlación CA CO₂-Vv.</i>	267
Tabla 41. <i>Pendiente de la recta, correlación Vv-IL.....</i>	268
Tabla 42. <i>Pendiente de la recta, correlación IL-IA.</i>	269
Tabla 43. <i>Valores neutrales y rangos anuales, por variable ambiental.</i>	273
Tabla 44. <i>Correspondencia entre unidades de Ts – COV.....</i>	275
Tabla 45. <i>Correspondencia entre unidades de Ts – CA CO₂.</i>	276
Tabla 46. <i>Correspondencia entre unidades de Vv – CO₂.....</i>	277
Tabla 47. <i>Correspondencia entre unidades de IL – Vv.</i>	279
Tabla 48. <i>Correspondencia entre unidades de IA – Vv.</i>	280
Tabla 49. <i>Orden de aparición por correlación bivariable.</i>	286
Tabla 50. <i>Jerarquización por variable con mayor influencia en cada voto de sensación.</i>	309
Tabla 51. <i>Jerarquización por variable con mayor influencia en cada voto de sensación</i>	310

Tabla 52. Jerarquización de variables ambientales sobre votos de confort anual. 311

Tabla 53. Indicadores por zona de confort ambiental. 313

Glosario

ABREVIATURA	CONCEPTO	TRADUCCIÓN AL INGLÉS
Modelo CAEPA	Modelo de Confort Ambiental en Espacios Públicos Abiertos	<i>Environmental Comfort Model in Open Public Spaces</i>
IL	Intensidad Lumínica	<i>Light Intensity</i>
IA	Intensidad Acústica	<i>Acoustic Intensity</i>
CA CO ²	Calidad del Aire Dióxido de Carbono	<i>Air Quality Carbon Dioxide</i>
CA COV	Calidad del Aire Compuestos Volátiles Orgánicos	<i>Air Quality Volatile Organic Compounds</i>
Vv	Velocidad de Viento	<i>Wind Speed</i>
HR	Humedad Relativa	<i>Relative Humidity</i>
TGG	Temperatura del Globo Gris	<i>Grey Global Temperature</i>
TBS	Temperatura del Bulbo Seco	<i>Dry Bulb Temperature</i>
TBH	Temperatura del Bulbo Húmedo	<i>Wet Bulb Temperature</i>
Ts	Temperatura de Superficie	<i>Surface Temperature</i>
MIST	Medias por Intervalos de Sensación Térmica	<i>Averages for Thermal Sensation Intervals</i>
UTCI	Índice de Confort Térmico Universal	<i>Universal Thermal Comfort Index</i>
PMV	Voto Medio Previsto	<i>Predicted Mean Vote</i>
PPD	Porcentaje de Personas Insatisfechas	<i>Dissatisfied Percentage Persons</i>
DE	Desviación Estándar	<i>Standard Deviation</i>
TN	Temperatura Neutra	<i>Neutral Temperature</i>
VN	Valor Neutro	<i>Neutral Value</i>
CA	Calor Antropogénico	<i>Anthropogenic Heat</i>
TSV	Voto de Sensación Térmica	<i>Thermal Sensation Vote</i>
PET	Temperatura Equivalente por Factor Psicológico	<i>Physiologically Equivalent Temperature</i>
SVF	Factor de Cielo Visible	<i>Sky View Factor</i>
SET	Temperatura Efectiva Estándar	<i>Estándar Effective Temperature</i>
TCV	Voto de Confort Térmico	<i>Thermal Comfort Vote</i>
UHI	Isla de Calor Urbano	<i>Urban Heat Island</i>
ASV	Voto de Sensación Actual	<i>Actual Sensation Vote</i>
AQI	Índice de Calidad del Aire	<i>Air Quality Index</i>
IHT	Índice de Habitabilidad Térmica	<i>Thermal Heat Index</i>
MTSV	Voto de sensación térmica promedio	<i>Mean Thermal Sensation Vote</i>
ST	Sensación Térmica	<i>Thermal Sensation</i>
COMFA	Fórmula de Confort	<i>Comfort Formula</i>
AU	Albedo Urbano	<i>Urban Albedo</i>
CA	Calidad del Aire	<i>Air Quality</i>

Introducción

La presente investigación devela el proceso para la conformación de un modelo gráfico de confort ambiental, enfocado para espacios públicos abiertos, a partir de contextualizar una condición de detrimento progresivo en las variables ambientales globales, consecuencia de efectos antropogénicos, enmarcado en la creciente ocupación poblacional del territorio en zonas urbanas. El caso y objeto de investigación se determinó a partir de la evaluación de condiciones ambientales en México, del cual destacaron los aspectos para una región cálido seco en Sinaloa, particularmente en la zona centro de la ciudad de Culiacán Rosales, a través de una campaña de estudio, implementada durante cuatro periodos representativos anuales (2023-2024), se obtuvieron los indicadores ambientales, que a la postre posibilitan el dimensionamiento y convergencia entre las diversas zonas de confort bivariantes, en el modelo denominado Modelo de Confort Ambiental para Espacios Públicos Abiertos (Modelo CAEPA), al posibilitar la visualización de una zona de confort ambiental representativa anual, misma que fue validada operativamente favorable, respecto a diferentes modelos e índices de confort universales.

Respecto a los contenidos, el primer apartado capitular, se abordan los criterios para el planteamiento de la investigación, en el cual se atiende un panorama general de estudio, centrado en las condicionantes socio-ambientales de los espacios públicos, seguido por el planteamiento del problema de investigación al considerar tres escalas, global, nacional y local, que den pauta a la justificación, y a su vez, marquen la introducción a elementos protocolarios por preguntas de investigación, formulación de hipótesis, objetivos de investigación, y para finalizar con un marco de alcances, incidencias y limitaciones que se anticipan al proceso de conformación del modelo gráfico de confort ambiental.

El segundo capítulo, se abordan los criterios conceptuales acerca del espacio público, como elemento de convergencia socio-espacial, a su vez con una alta incidencia ambiental, así como la adaptación del concepto de confort ambiental, ubicado hacia una condición de

satisfacción física y mental de los individuos con un ambiente determinado por evaluaciones subjetivas (basado en ANSI/ASHRAE 55:2017), adicional a un encuadre normativo ambiental. En continuidad a identificar modelos y metodologías análogas, acorde a comparar un caso de estudio, en Culiacán Rosales, Sinaloa, México, con un tipo de clima semiseco muy cálido, con lluvias en verano (BS1), considerado por un análisis multivariable, procesado por el modelo estadístico de Medias por Intervalos de Sensación Térmica (MIST), para lo cual fue definida su ruta metodológica, en aras de obtener los indicadores ambientales, que posibiliten la conformación del modelo de confort ambiental.

El tercer capítulo, este determinó el diseño de la investigación, el cual comienza con la justificación de selección del caso y objeto de estudio, por la apreciación de condicionantes ambientales en el estado de Sinaloa, Municipio de Culiacán y la ciudad de Culiacán Rosales, mismos que determinaron el espacio público más representativo de la ciudad, en este caso la “Plazuela Obregón”. En continuación a ubicar los meses que comprenden los periodos de dinámicas ambientales: cálido (julio-agosto), transición cálido frío (noviembre), frío (enero, febrero), transición frío cálido (abril), en continuación a la selección de instrumentos de registro ambiental, la apreciación de 380 muestras necesarias por cada periodo de estudio, aunado al diseño del cuestionario y cédula de registro ambiental, para finalizar con la metodología conveniente para el desarrollo de la campaña de estudio.

En el cuarto capítulo, se atendieron los criterios para el procesamiento de los datos, a partir de la preparación de las bases de información obtenidos a través de recursos de formularios digitales, aspecto no indicado anteriormente en otros estudios de referencia, lo cual implica una actualización en las incursiones de recolección informativa y posterior traslado de las muestras recabadas durante la campaña de estudio, en continuación a un procesamiento estadístico basado en el método de Medias de Intervalos de Sensación Térmica (MIST), procedimiento que estima las condiciones del fenómeno de confort que perciben los usuarios

del espacio público, complementado por un método de ajuste para datos atípicos y la omisión de votos < 5% de las observaciones recabadas.

Para el quinto capítulo, se realiza el reporte de resultados, en el cual se describe la apreciación de los indicadores de habitabilidad ambiental, por la mayoría de las variables ambientales registradas en sitio (TBS, Ts, TGg, TBH, HR, VV, CA CO₂, CA COV, IA, e IL), tanto por los votos de percepción que los ocupantes estiman del espacio, así como por su preferencia, una vez ubicados los indicadores ambientales por los cuatro periodos, se continuó a la conformación del Modelo de Confort Ambiental para Espacios Públicos Abiertos (Modelo CAEPA), para finalizar con un proceso de validación respecto al funcionamiento del Modelo CAEPA, acorde a un cotejo conforme a modelos de confort precursores, como el planteado por Auliciems (1981), el ábaco psicrométrico de Givoni (1994), comparativa respecto a los indicadores en el estudio RUROS, al índice UTCI, modelo PMV, lo cual apunta a una validación por diversos recursos, de forma objetiva con respecto al funcionamiento del Modelo CAEPA.

Para finalizar con los apartados de discusión y conclusiones, se argumentaron las comparativas con respecto a las condiciones de confort promovidas por los modelos e índices análogos anteriormente atendidos en el apartado de validación, modelos de Auliciems, Givoni, UTCI, PMV y el estudio RUROS, esta vez abordados por valoraciones anuales, respecto a rangos superiores, inferiores y neutralidad, acorde a las diversas variables ambientales involucradas. Adicionalmente al haberse realizado de forma oportuna cada uno de los apartados protocolarios planteados, preguntas de investigación, hipótesis y objetivos. Se complementó, por una serie de apéndices que relatan los criterios respectivos al desarrollo de los capítulos del presente documento de investigación.

Capítulo I. Planteamiento de la Investigación



El planteamiento de investigación, retoma la consideración de los pasos, técnicas y procedimientos que permiten estructurar y clarificar problemas de investigación, mediante la prueba y verificación de diversos elementos, entre ellos, el cuestionamiento de fenómenos del campo de la Arquitectura y Urbanismo a investigar, hipótesis por revelar y objetivos por desarrollar, con respecto a escenarios apreciados desde condiciones globales, nacionales y locales, los cuales posibiliten el esclarecimiento a la problemática seleccionada en analizar (Cabezas; Andrade; Torres, 2018).

En este tenor, el presente planteamiento de investigación, comienza con el desarrollo respecto al panorama general que se encuentra el estudio, posteriormente el mostrar la problemática, que den pauta a la pertinencia y justificación de la misma, criterios que posibiliten la formulación de preguntas de investigación, hipótesis y objetivos, consideraciones que se encuentren delimitadas por la identificación de alcances, incidencias y limitaciones para el desarrollo de análisis (Figura 1).

Figura 1.
Contenido capítulo I.



1.1. Panorama General

En un marco global, donde la Organización de las Naciones Unidas (ONU Habitat, 2017) señala que, en las ciudades se concentra más del 75.0 % de la riqueza, el problema igualmente equivale en la demanda del 60.0 % de los recursos naturales, además de representar las principales fuentes generadoras del 70.0% de las emisiones contaminantes, tanto por cuestiones de producción, comercialización, adicionalmente al creciente parque vehicular, que para el 2015 se estimaba en 800 millones, en comparación a una proyección de crecimiento al 2030 de una cantidad de 2 a 3 billones de unidades, lo cual en cuestión de combustibles a base de hidrocarburos, estima un incremento en la generación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Actualmente en México, así como a nivel mundial, se registra una mayor ocupación del suelo con actividad urbana, equivalente a un 74.0 % (CONAPO et al., 2018), si bien las ciudades son la fuente de mayores recursos económicos, como se indicó anteriormente, igualmente modifican el entorno natural, por consiguiente incrementan la infraestructura gris, lo que posibilita el aumento de temperaturas, ruido, la disminución la infraestructura verde y azul, la cual infiere a la calidad del aire, aspectos que apuntan a un detrimento constante por la modificación de las condiciones en el territorio natural.

En este sentido, de acuerdo a las tendencias ambientales urbanas globales y nacionales, se plantea el abordaje respecto a las condiciones de habitabilidad en un espacio, acorde a las diversas condiciones que posibilitan confort a los ocupantes para el pleno desarrollo de sus actividades, conforme a los factores socio espaciales, ambientales, en interacción con su entorno inmediato, criterios que exponen la interrelación entre un conjunto de individuos y el ambiente físico determinado.

En esta tesitura, las recomendaciones (ONU, 2015b), coinciden con la necesidad de incorporar visiones unificadoras que sitúen como elemento integrador la calidad ambiental para llevar a la práctica temas de relevancia global como el desarrollo urbano, el medio ambiente y

el cambio climático, en correspondencia a los programas de protección del clima, de las políticas urbanas y de los lineamientos de agendas internacionales como los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales abordan ejes temáticos prioritarios, relacionados al: cuidado del agua, ambiente, movilidad, espacio público y biodiversidad.

1.2. Planteamiento del Problema

Actualmente, diversas organizaciones de carácter social, público, académico y privado, a nivel global, nacional y local, expresan reconocer los efectos derivados del fenómeno del cambio climático (ONU, 2023); (NASA, 2023); (SEDATU et al., 2018); (DOF, 2016); (H.A.Culiacán, 2018), sin embargo, se infiere una carencia en la efectividad de las políticas, reglamentos e instrumentos planteados, a partir de evidenciar un detrimento en la calidad de las condiciones ambientales, por los casos de calidad del aire, el incremento progresivo de las temperaturas, una considerable presencia de ruido en las ciudades, entre otros, efectos atribuidos directamente por efectos antropogénicos, los cuales repercuten directamente en el entorno natural, comunidades vegetales, animales, respecto a las condiciones de habitar el globo (Olgay, 1963); (Yeang, 1995); (Gómez, et al., 2007); (Rincón-Martínez, et al., 2022).

En este contexto, la ONU Hábitat, señaló a través de la Organización Mundial de la Salud (OMS), un registro promedio en las ciudades en el cual, “nueve de cada 10 personas respiran aire contaminado, provenientes del uso ineficiente de la energía en las viviendas, la industria, los sectores de la agricultura, el transporte y centrales eléctricas de carbón” (ONU Habitat, 2018), y destacan que en el mundo, las megaciudades, las cuales exceden más de cinco veces los niveles de calidad del aire recomendados por la OMS.

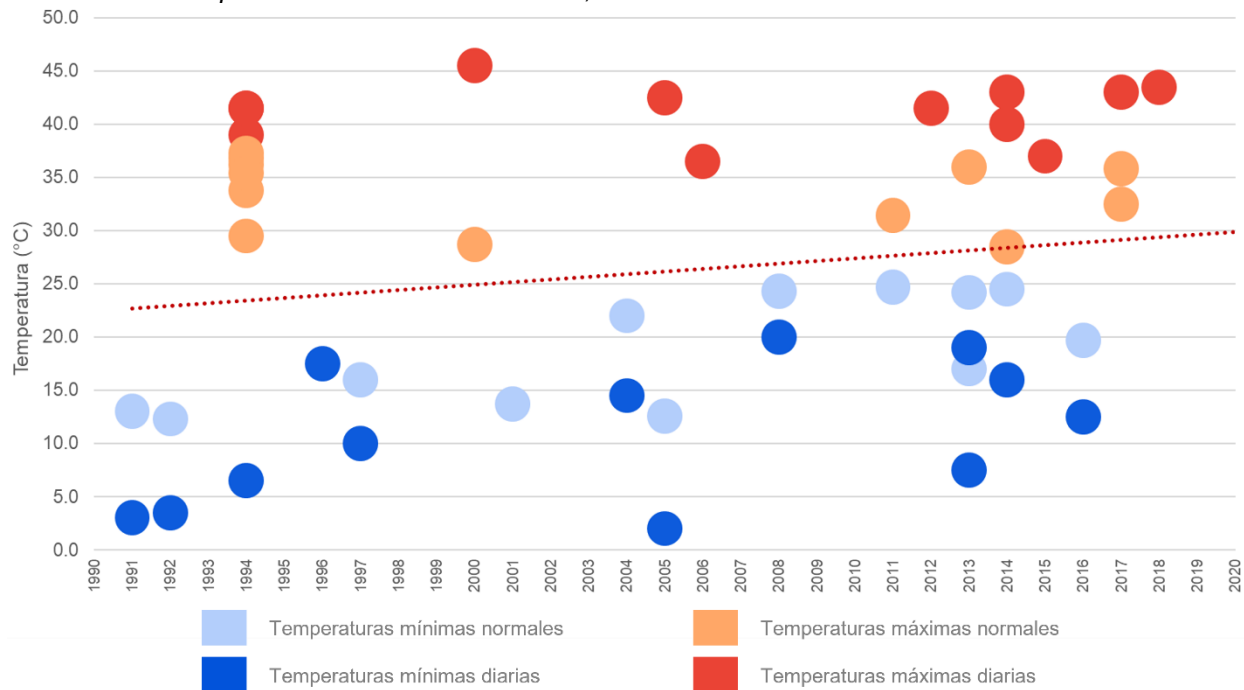
Adicionalmente, se presenta un constante incremento en las temperaturas a escala global, al haberse registrado como los más cálidos históricamente los últimos seis años, 2015, 2016, 2017, 2019, 2020¹ y 2022 con los mayores registros de temperaturas globales acorde con instituciones *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, 2023) y (ONU, 2023); al alcanzar en éste último periodo 1.2 °C (al año 2022) por encima de la era preindustrial y se proyecta para el 2025, se alcancen valores mayores a 1.5 °C, lo cual acelera la aproximación a la temperatura límite estimada, señalada en el acuerdo de París (ONU, 2015a), en cuyo acuerdo la nación mexicana, se encuentra integrada a las acciones de crear y gestionar recursos, instrumentos y condiciones que promuevan la adaptación y mitigación al calentamiento global, en consecuencia, se adhiere la presente iniciativa en indagar las condiciones que permitan la visualización respecto a las condiciones de habitabilidad y confort para los ocupantes en espacios públicos urbanos.

A nivel local, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2023), registra un aumento progresivo de las temperaturas máximas normales, así como máximas diarias desde los años 1991-2020, para Culiacán Rosales, Sinaloa (Figura 2), lo cual asume una atención respecto a una estimación de sobrecalentamiento para sus habitantes, de acuerdo a la situación en que se desarrollan las actividades cotidianas, sin descartar, las posibles derivaciones de salud.

¹ Año de registro térmico global 2020 y 2021.- Se presenta una pandemia global por el virus COVID-19 (OMS, 2024). Lo cual propicia una disminución en las temperaturas globales por el descenso de actividades socio espaciales.

Figura 2.

Tendencia de temperaturas en Culiacán Rosales, 1991-2020.



Fuente: SMN (2023).

Adicionalmente la problemática ambiental, igualmente relaciona las afectaciones por ruido, aspecto considerado como un *enemigo invisible*, de acuerdo con la OMS (2022), define al ruido como cualquier sonido superior a los 65 decibelios dB(A), señala que encontrarse expuesto a una emisión sonora es dañina si supera los 75 dB(A) y dolorosa a partir de los 120 dB(A), al figurar las ciudades como, uno de los epicentros por contaminación acústica, causantes en Europa, de 72, 000 hospitalizaciones y 16, 600 muertes prematuras.

Los anteriores indicadores y situaciones son algunos de los diversos aspectos que comprenden la medición ambiental a evaluar en las áreas urbanas, por lo cual, se considera el registrar las variables por calidad del aire, temperatura, humedad relativa, radiación solar, viento, ruido e iluminación, al resultar criterios que permiten la visualización de la condición de habitabilidad, al ser correlacionados entre sus ocupantes y su entorno, de acuerdo con Jirón et al. (2004).

1.3. Justificación

A los países en vías de desarrollo, resulta apremiante la adaptación al cambio climático, al estimar medidas implican necesariamente nuevas estrategias de conservación y aprovechamiento de recursos. La importancia de dicha adaptación, se enfoca desde la perspectiva de las ciudades y el entorno construido, a partir de la búsqueda en minimizar la vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia urbana, por lo que en este sentido, se aúnan los criterios del Consejo Internacional en Derechos Humanos, los cuales determinaron el 8 de octubre de 2021 (ONU, 2021a), el promover las condiciones por un medio ambiente saludable, limpio y sostenible, como un derecho universal de la humanidad, relacionado directamente a las anteriores condiciones de habitar los espacios urbanos y sus implicaciones ambientales.

En este sentido, el interés respecto a las condiciones ambientales que se presentan en espacios públicos, obedece una repercusión en los ocupantes, al considerar implicaciones directas en la toma de decisiones de carácter multi escala: internacional, nacional, estatal, municipal, local, inicialmente en correspondencia a la crisis climática y en segundo lugar, respecto a la aportación de información que se brinda al sectores públicos y privados que posibilitan la visualización de criterios del entorno ambiental, tanto en tiempo real, como histórico, aspectos que permitan previsualizar escenarios a dichos comportamientos y sus posibles implicaciones en la salud y acciones humanas, como ambientales y económicas (ONU, 2021b); (LGCC, 2022).

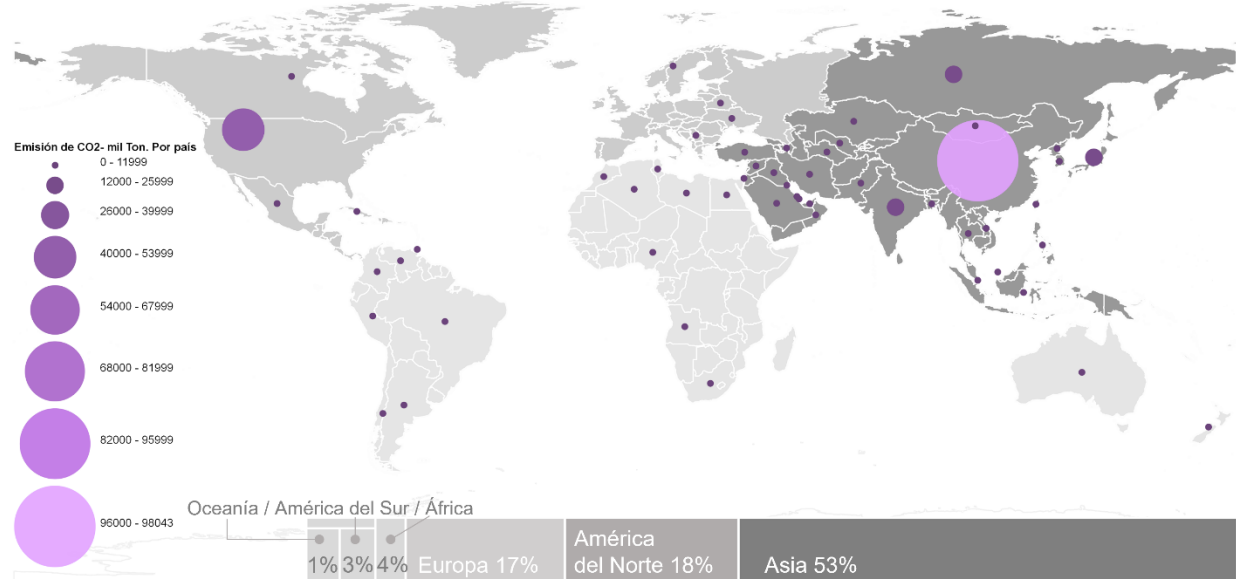
Existe una carga considerable de morbilidad por la contaminación del aire, tal es así, que ésta es considerada como la amenaza medioambiental más peligrosa para la salud humana, junto al tabaquismo y dietas malsanas, a partir de calcular esta exposición, con causas cada año, de millones de muertes y años de vida saludables perdidos (OMS, 2021a).

De tal forma que, respecto a los continentes y naciones, y sus niveles de emisión de partículas suspendidas por CO₂, el continente Asiático se coloca con la mayor aportación con un acumulado del 53.0 %, y son las naciones de China e India quienes figuran en mayor

proporción para este aspecto, le sigue en segundo lugar de proporción, el continente de América del Norte, del cual destaca en primer lugar EEUU, mientras que México se ubica dentro del continente americano, en tercer lugar con valores que lo colocan en la posición número 13 entre las naciones a nivel mundial con mayores emisiones (Figura 3).

Figura 3.

Ciudades con mayores emisiones y porcentajes de CO2 por continente.



Fuente: Elaborado a partir de Oxford (2019).

En consecuencia y de acuerdo con la ONU, respecto a las perspectivas de la trascendencia que contienen las ciudades, se considera que “...el futuro del siglo XXI está determinado en las ciudades” (ONU Habitat, 2022a), las ciudades serán los escenarios responsables de las alteraciones del entorno natural que se han estado desarrollando las presentes y futuras actividades humanas, y en igual medida, deberán asumir los compromisos de solución al medio físico, comunidades y elementos naturales.

Adicionalmente la ONU Habitat (2021), indica el reto que representa la planeación y evaluación de las ciudades, puesto que en ellas se concentran las fuerzas políticas, productivas, científicas y culturales, y por tal motivo, resulta fundamental hacerlas más inclusivas, equitativas, seguras, resilientes y sostenibles ambientalmente.

Actualmente, de acuerdo con el Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA, 2021), a nivel global, el 55.0 % de la población vive en ciudades y se prevé que esta cifra aumentará al 70.0 % para el 2050. Mientras que, en las ciudades mexicanas la concentración de la población alcanzó un 74.0 %, esto posibilita tensiones entre sus componentes sociales, económicos y ambientales, por tal motivo, los planes de desarrollo en todas sus escalas expresan como reto principal evitar los impactos ambientales al interior y exterior de las ciudades, al reconocer el valor del soporte natural que las sustenta (SEDATU, SEMARNAT y AMEXCID, 2018).

En cuanto a la ocupación urbana en el estado de Sinaloa, se identificó una comparativa de la ocupación del suelo entre los periodos de 1950 y 2020 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), para el año 1950, se ubica un 70.0 % de ocupación del territorio con actividad rural y solo un 30.0 % urbana (Boils, 2003), mientras que para el año 2020, se identifica un 65.0 % urbano y 35.0 % rural (INEGI, 2021b), lo cual evidencia la evolución del fenómeno de ocupación del suelo con tendencia urbana en la entidad federativa y por consiguiente, en sus implicaciones sociales y repercusiones ambientales.

En este sentido, acerca del análisis de la condición ambiental, son evidentes las latentes implicaciones de modificación al espacio físico urbano, tal fue la ocasión, donde el Gobierno Municipal de Culiacán (2020), modificó los usos y circulaciones, en abril de 2020, derivado en procurar una protección a la salud social en situación de COVID, a través de la modificación de las diversas rutas de transportes, tanto públicos como particulares, para el Centro Histórico, al implementar cambios en las circulaciones, en dobles sentidos y calles peatonales, como se demuestra en la siguiente Figura 4.

Figura 4.
Reapertura vehicular “Centro Histórico”.



Fuente: Gobierno Municipal de Culiacán (2020).

Por lo tanto, la presente apuesta en conformación de un modelo de confort ambiental, representa un potencial instrumento de utilidad a las figuras de gobernanza pública, académico y privado, conforme a una orientación sobre la calidad ambiental, en la cual sus habitantes desarrollan actividades, e inclusive con posibles criterios sobre implicaciones de salud, y resultar en un recurso de constante actualización, desarrollo y adaptación, que permitan las tomas de decisiones sobre los espacios físicos urbanos.

1.4. Preguntas de Investigación

Las preguntas de investigación consideran: “los planteamientos o interrogantes formales que de manera lógica y fundamentada, se hace el investigador en función de un nuevo punto de partida para encontrar la(s) posible(s) respuesta(s), es decir, los nuevos conocimientos”

(Ortiz, 2003). En este sentido, se plantean las siguientes preguntas conductoras y secundarias, que orientan al proyecto de investigación:

1.4.1. Pregunta Conductora

¿Cómo pueden ser correlacionadas las variables ambientales del entorno físico, a fin de construir un modelo que permita estimar el confort ambiental de los usuarios que hacen uso frecuente de los espacios públicos abiertos?

1.4.2. Preguntas Secundarias

- i. ¿Cuáles condiciones caracterizan los espacios públicos abiertos, su entorno natural, artificial y social, que cumpla con las características suficientes para ser un objeto representativo de estudio?
- ii. ¿Cuáles son los periodos y horarios representativos a lo largo de un año, que caracterizan las condiciones físicas, ambientales y operativas del caso de estudio?
- iii. ¿En qué grado se correlacionan las variables del entorno, con la percepción subjetiva de los usuarios para estimar los indicadores de confort en el espacio público abierto?
- iv. ¿Qué criterios técnicos, gráficos e informativos expresan de manera clara, la configuración de un modelo de confort ambiental, resultante de la correlación del medio físico y la percepción de sus usuarios, así como las herramientas de diseño análogas que otros autores han ofrecido al respecto?
- v. ¿Cuál es el nivel de validación por funcionamiento que cubre el Modelo CAEPA, en referencia a criterios estadísticos, modelos e indicadores de confort?

1.5. Hipótesis

La hipótesis es considerada como una explicación anticipada al desarrollo general del trabajo de investigación, este razonamiento es fundamentado respecto a los planteamientos de la problemática, apoyados en registros comprobados por la comunidad científica, por lo tanto,

al momento de su redacción estas deben ser objetivas, amplias y profundas respecto a los hechos y conclusiones que se buscan alcanzar. En consecuencia, es considerada como una respuesta tentativa que formula el investigador respecto al objetivo de estudio (Maya, 2014, p.31).

A partir de los anteriores criterios, se formularon las siguientes hipótesis general e hipótesis particulares, cuyos planteamientos se encuentran sujetos a los planteamientos teóricos establecidos entre las preguntas conductoras y posteriormente a la estructura de los objetivos de investigación.

1.5.1. Hipótesis General

El confort ambiental de espacios públicos abiertos, puede ser estimado con un modelo de confort que considere las diferentes características físicas del entorno y la percepción subjetiva que los usuarios refieren durante el desarrollo de sus actividades.

1.5.2. Hipótesis Particulares

- i. La correlación de las condiciones que caracterizan a los espacios públicos abiertos, su entorno natural, artificial y social, contendrán los aspectos suficientes para la selección de un objeto representativo de estudio.
- ii. Las condiciones climáticas, las características físicas del entorno y las actividades que los usuarios realizan en los espacios públicos abiertos, permiten definir los periodos y horarios representativos en los cuales es recomendable llevar a cabo el estudio.
- iii. A partir de la correspondencia existente entre las percepciones subjetivas recabadas durante los periodos de estudio y las características físico-ambientales de los espacios públicos abiertos, se cuenta con las condiciones para estimar los indicadores de confort ambiental.

- iv. La conjugación de las percepciones subjetivas, las características físicas del entorno y las aportaciones de modelos de confort análogos, permiten configurar un modelo de confort ambiental que responda a las condiciones del caso de estudio.
- v. Los modelos de confort aprobados por la comunidad científica, permiten validar la efectividad que el modelo propuesto, responde a las condiciones naturales, subjetivas y operativas de un caso de estudio.

1.6. Objetivos

Los objetivos en el ámbito de investigación, perfilan el fin último del reporte de investigación, a través del objetivo general; así como las metas, que el desarrollo escalonado de estas actividades permiten integrar al cuerpo integral de la investigación, por medio de los objetivos específicos, en este sentido se convierten en elementos que orientan al desarrollo del trabajo de investigación (Hernández et al., 2014), a partir de los anteriores criterios, se plantearon los dos siguientes subapartados:

1.6.1. Objetivo General

Diseñar un modelo de confort ambiental para espacios públicos abiertos, a partir de la correlación de las características físicas del entorno y la percepción subjetiva de los usuarios respecto al ambiente involucrado, a través de observaciones recabadas durante los cuatro periodos representativos del año.

1.6.2. Objetivos Específicos

- i. Relacionar las condiciones que caracterizan a los espacios públicos abiertos, su entorno natural, artificial y social, que permitan elegir un objeto representativo de estudio.
- ii. Distinguir los periodos y horarios de estudio en función de las características físicas, ambientales y operativas del caso de estudio.

- iii. Estimar índices de confort ambiental a partir de la correlación de las características físicas del entorno y la apreciación subjetiva que el usuario manifiesta del caso de estudio.
- iv. Integrar los criterios técnicos, gráficos e informativos para la configuración de un modelo de confort ambiental a partir de la correlación del medio físico y la percepción de sus usuarios, así como las herramientas de diseño análogas que otros autores han ofrecido al respecto.
- v. Validar el modelo de confort ambiental propuesto, a partir de su funcionamiento con referencia a modelos de análisis bioclimático, criterios estadísticos e indicadores vigentes de confort.

1.7. Alcances, Incidencias y Limitaciones

Los alcances del estudio, de acuerdo con Hernández et al, (2014), identifican establecer una estrategia de investigación considerada en tres tipos: descriptiva, correlacional y explicativa, de esta manera se definen las perspectivas del estudio y su revisión literaria, que deberá considerar el investigador al combinar sus elementos, mientras que los alcances, constituyen el perímetro y la frontera del trabajo de investigación. Con respecto a las incidencias, estas contemplan los rangos de impacto social, los procesos de divulgación y las aplicaciones del conocimiento (CONACYT, 2021). En relación a las limitantes, estas representan, los desafíos posibles para llevar a cabo el estudio, en cuanto a los aspectos de recursos humanos, instrumentos, herramientas y accesos a los campos de información requeridos (Eco, U. 1977).

1.7.1. Alcances

De acuerdo con Hernández, et al, (2014, pag: 57; 123; 129; 131), los estudios con características intersubjetivas consideran una orientación mixta, al integrarse elementos tanto cuantitativos y cualitativos. Inicialmente se atiende en identificar las estrategias de investigación las cuales consideran alcances: exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos, más sin embargo, la manera en que se desarrolla la investigación marcará una propia ruta, puesto que existen trabajos que inician como exploratorios y contienen elementos descriptivos, así como estudios con alcances correlacionales, que contengan componentes descriptivos, por lo que considera su acotación a través de los aspectos teóricos, herramientas, recursos del trabajo en campo y oficina, así como el acceso a la información correspondiente.

En esta tesitura, el presente proyecto de investigación, parte por consolidar el sustento teórico para la configuración de un nuevo modelo de confort ambiental, que reúna las estimaciones de las variables ambientales por parte de ocupantes, involucrados en un espacio público abierto representativo para el objeto seleccionado de estudio, cotejado por la recopilación de registros por las diversas variables del ambiente físico implicado.

1.7.2. Limitaciones

Existen diversas limitantes para el desarrollo de la investigación, primordialmente se consideran:

- i. El estudio contiene fundamentos académicos, adicionalmente presenta una condición para su desarrollo, al concebirse teórico-metodológicamente en Ensenada, Baja California y operativamente en campo, realizarse en Culiacán Rosales, Sinaloa, lo cual implica, coordinación de personal, recursos económicos y logística de trabajo.
- ii. Resulta un desafío, el adecuar la campaña de campo y su logística, entre los periodos de dinámicas térmicas y sus fechas de estudio, a los tiempos de compromisos académicos.

- iii. Es necesaria, una coordinación entre los tiempos de campaña de estudio y la previa capacitación de los recursos humanos (cuadrillas matutinas y vespertinas).
- iv. Los instrumentos de medición ambiental y el apoyo al recurso humano técnico, representaron un gasto equivalente al 80.0 %, del recurso económico total demandado por la investigación.
- v. También se presentaron limitaciones de carácter teórico, las cuales se observaron durante la etapa de fundamentación y validación del modelo obtenido, ya que se evidenció la ausencia de modelos que contemplaran tres o más variables ambientales simultáneamente, lo cual permite plantear nuevas preguntas de investigación en futuros escenarios.
- vi. Favorablemente, la campaña de estudio, se realiza durante los años 2023 y 2024, encontrándose fuera de periodos y condiciones presentadas anteriormente por la Pandemia COVID-19 (2020-2021), aspecto que limitó en su momento, la consulta a ocupantes en espacios públicos abiertos, en una temporalidad previa.

1.7.3. Aportaciones

El apartado de incidencias es solicitado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, 2021) y refiere acerca de la vinculación del estudio con la población a beneficiar en un escenario presente y futuro, sobre los hallazgos recabados, así como las posibles acciones que se puedan transmitir a partir del conocimiento generado e integrarlo a los diversos sectores sociales, públicos y privados, en aras de ajustar y optimizar los espacios públicos abiertos de zonas urbanas y su evolución en la calidad ambiental.

A escala internacional, la ONU (2015) señala a través de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) en los numerales 3, 11 y 13, los retos que conllevan los aspectos de salud y bienestar, en la configuración de las ciudades y comunidades sostenibles, la urgencia de atender acciones por el clima. Por lo anterior referenciado en los apartados de: Panorama General; Planteamiento del Problema; y Justificación, reside la trascendencia del trabajo de investigación, en su aportación social y ambiental, tanto a nivel local y replicable a nivel nacional.

En este sentido, a partir de los ODS, las implicaciones que representa analizar el confort como aspecto de bienestar, se considera inmerso en el numeral 3, el cual se refiere a “reducir considerablemente el número de muertes y enfermedades causadas por productos químicos peligrosos y por la polución y contaminación del aire, el agua y suelo” (ONU, 2015, pag:5).

En cuanto al numeral 11 de los ODS, acerca de la planeación de las ciudades y comunidades sostenibles, al considerar “reducir el impacto negativo per cápita de las ciudades, lo que incluye prestar especial atención a la calidad del aire y la gestión de derechos municipales de otro tipo” (ODS, 2015 pag:13). Puesto que en las ciudades se concentran las fuerzas políticas, productivas, científicas y culturales, por tal motivo es fundamental fomentarlas en un sentido productivas, competitivas, inclusivas, equitativas, seguras, resilientes y sostenibles ambientalmente.

El objetivo número 13, relaciona los reiterados mensajes por los diversos dirigentes de la ONU, al indicar que el cambio climático, ha pasado a ser una emergencia climática, por lo que representa de acuerdo a los compromisos adquiridos por la mayoría de las naciones a nivel mundial, en procurar acciones que mitiguen y promuevan una adaptación climática global, al indicar puntualmente: “fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países” (UNEP, 2021).

A nivel nacional, la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU), en el Diario Oficial de la Federación (DOF), artículo 24, apartado II, establece el deber de: “plantear medidas para el desarrollo sustentable de las regiones del país, en función de sus recursos naturales, de sus actividades productivas y del equilibrio entre los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales, por lo que promueve en el apartado IV, los mecanismos para su implementación, articulación intersectorial y evaluación” (DOF, 2021 pag: 14), coincidente con la orientación del presente estudio.

De igual forma, en el artículo 34 apartado quinto, la Ley menciona ser de interés nacional: “la consolidación urbana y uso eficiente del territorio, con espacios públicos seguros y

de calidad, como eje articulador” (DOF, 2021), con el objeto entre otras cosas, la protección al ambiente como se señala en los apartados octavo y décimo, al procurar la calidad del aire, así como la prevención, mitigación y resiliencia ante los riesgos de los efectos del cambio climático.

En consecuencia, la relevancia de la investigación radica en integrar una herramienta configurada a través de un modelo que relacione los indicadores ambientales que se encuentran en el entorno de los espacios públicos abiertos en condiciones específicas, al considerar los valores registrados en sitio, así como la recopilación por la percepción subjetiva que los usuarios manifiestan del caso de estudio, a raíz de visualizar el desarrollo de las condiciones ambientales del espacio habitable.

1.8. Conclusión Capítulo I

En este capítulo, se presenta una aproximación al planteamiento de investigación, a través de recabar los criterios que identifican la problemática y pertinencia de estudio, que se encuentra en el espacio público, a raíz de un análisis ambiental a escala internacional, nacional, estatal y local, así como la estructura de los elementos protocolarios de investigación: preguntas conductoras, hipótesis, objetivos, alcances, incidencias y limitaciones consideradas para el esbozo de conformación del modelo de confort ambiental, el cual exprese las valoraciones subjetivas y cuantitativas, que los ocupantes presentan durante el desarrollo de sus actividades en un espacio de uso público.

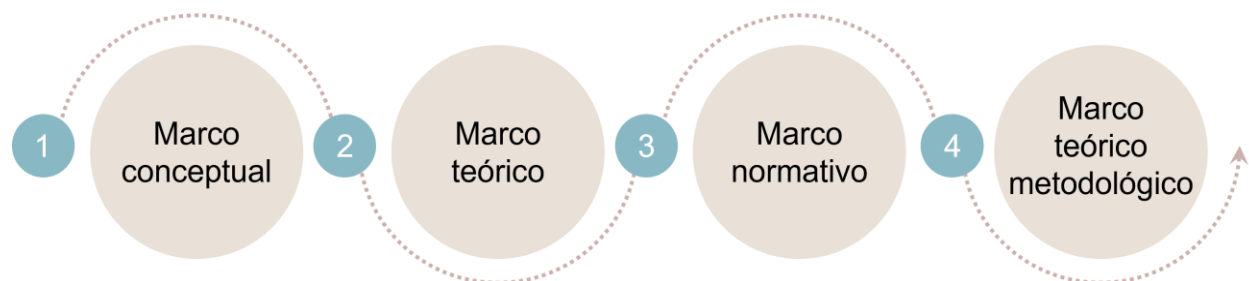
De forma adicional, se indican los alcances, limitaciones y hallazgos en la investigación, en primer orden, la apreciación de un estudio con enfoque mixto, a partir de recabar los votos subjetivos, correlacionados a los registros ambientales en sitio, mismo que implica las limitaciones para su realización y a la postre, posibilite el hallazgo principal a través de la conformación del modelo de confort ambiental y su favorable operatividad informativa.

Capítulo II. Antecedentes



En el siguiente capítulo, se abordan los apartados conceptuales, teóricos, normativos y del estado del arte considerados para integrar la comprensión temática de estudio (Álvarez-Risco, 2020), para el presente trabajo, se comienza con las definiciones y abordajes de los conceptos respecto al confort, y poco a poco, hilvanar una integración a partir de criterios de: ambiente, clima y habitabilidad. Posteriormente como se ha señalado, se realiza un acercamiento a las referencias teóricas por los diversos autores consultados; de la misma manera, se recorren los aspectos normativos en correspondencia a los diversas variables ambientales y climáticas considerados en el estudio; para proseguir con una revisión de los estudios análogos de referencia, a un corte de revisión al año 2023, y para finalizar con una revisión sobre la estructuración y conformación de los modelos e índices ambientales que serán retomados para el producto final del desarrollo del modelo de confort ambiental, proceso representado en la siguiente Figura 5.

Figura 5.
Contenido capítulo II.



2.1. Marco Conceptual

El sub apartado de marco conceptual, contiene el bagaje de literatura consultada desde el ámbito conceptual involucrados al tema de investigación, por lo que, posibilita la paulatina comprensión de los criterios relacionados de estudio, al considerar tanto diversas perspectivas respecto al abordaje del tema, desde las fuentes más recientes, a las más clásicas, siempre y cuando el proceso aporte a la orientación e intenciones del autor (Reidl-Martínez, 2012).

2.1.1. Ambiente

Inicialmente el concepto histórico de ambiente, según Goffín (1996), refiere al medio ambiente como un sistema dinámico definido por las interrelaciones físicas, biológicas y culturales, percibidas o no, entre el hombre y los seres vivientes, así como el resto de los elementos del medio, ya sean naturales, transformados o creados por el hombre (artificiales), en un espacio y tiempo determinados.

Desde el enfoque de la biología, Aragón (2015) identifica al ambiente como el medio donde los organismos conformados por factores bióticos y abióticos se desarrollan e interactúan entre sí, en una condición espacial interior u exterior. Adicionalmente, la Real Academia de Española (RAE, 2023) identifica su origen del latín *ambiens-entis* “que rodea o cerca”, es decir que rodea algo o a alguien, así como elementos del entorno que se encuentran involucrados: temperatura, sonido, ambiente, entre otros. Así como el conjunto de circunstancias físicas, sociales y económicas de un lugar, una colectividad o una época.

A mayor abundamiento, Fuentes-Freixanet (2010), considera que el medio ambiente se encuentra integrado por todos los elementos y variables que lo componen, y para facilitar su comprensión, lo divide en tres apartados:

- Medio ambiente natural: Incluye todos los elementos bióticos y abióticos en los cuales el hombre no presenta alguna intervención, sobre el entorno.
- Medio ambiente social o humano: Aquel en el cual, se desarrolla el hombre, integrando factores sociales, culturales, políticos y económicos, etc.
- Medio ambiente artificial: El que ha sido creado o modificado por el hombre.

Por consiguiente, se considera que el medio ambiente representa un factor determinante para la condición física y psicológica del ser humano, y resulta determinante en su condición de salud, bienestar y confort (Fuentes-Freixanet, 2010), éste último criterio inscrito totalmente en los objetivos de la presente investigación.

Por otra parte, las variables ambientales integran los indicadores ambientales, al proveer una información agregada y sintética, respecto a un fenómeno con una preocupación social relacionada con el medio ambiente e insertada coherentemente en la toma de

decisiones, como lo señala Rueda (1999), al identificar en el Urbanismo y la Arquitectura, un concepto interdisciplinario que se relaciona directamente con los componentes físicos que se desarrollan las actividades humanas en un espacio determinado.

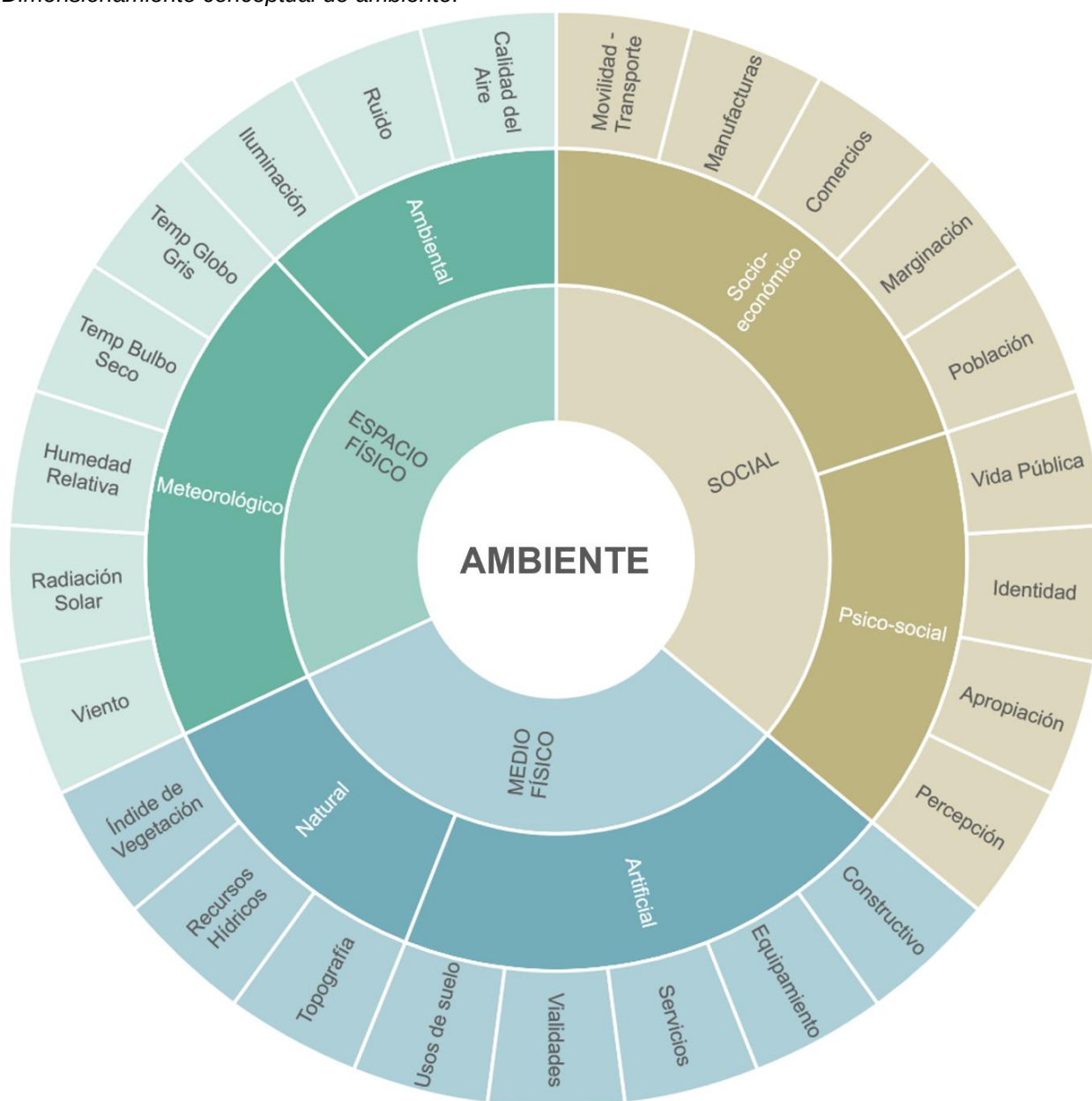
Así mismo, conforme al ámbito legal en México, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2022), se refiere al concepto de ambiente, como:

“El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados”.

Cabe agregar, la integración en el diseño urbano, respecto a la concepción del ambiente, por parte de (Shjetnan, et al., 2004), quienes realizan una distinción en tres criterios de ambiente: medio físico natural, clima, tipos de suelos, recursos hídricos, vegetación, fauna; medio físico artificial, infraestructura urbana, equipamiento, servicios, vialidades y usos de suelo; y el ambiente social, desde la caracterización que implican los asentamientos humanos, socio-económicos y psico-sociales (Figura 6).

De tal forma que, el anterior gráfico, contextualiza el acercamiento respecto a la definición del concepto de ambiente, desde sus implicaciones sociales, espaciales y medios físicos, los cuales se encuentran sujetos, a las dimensiones específicas del emplazamiento determinado, el cual permite la apreciación, sobre qué rubro se encuentra el propósito de análisis de la presente investigación, al involucrar una latente correlación entre los tres criterios en desde el instrumento de modelo de confort ambiental para los ocupantes en un espacio.

Figura 6.
Dimensionamiento conceptual de ambiente.



Fuente: Elaborado a partir de Goffín (1996); Rueda (1999); Schjetnan, et al. (2004); Fuentes-Freixanet (2010); Aragón (2015); LGEEPA (2022).

2.1.1.1. Variables Ambientales

A partir de las consideraciones anteriores, cabe destacar entre las variables ambientales que se encuentran en el espacio físico, correspondientes a las variables meteorológicas y ambientales, distinguidas en la siguiente manera (Tabla 1):

Tabla 1.*Clasificación de las variables ambientales del espacio físico.*

Variables Ambientales	Variables Meteorológicas
Calidad del aire	Temperatura del aire Temperatura radiante
Ruido	Humedad relativa
Iluminación	Radiación solar Velocidad de viento

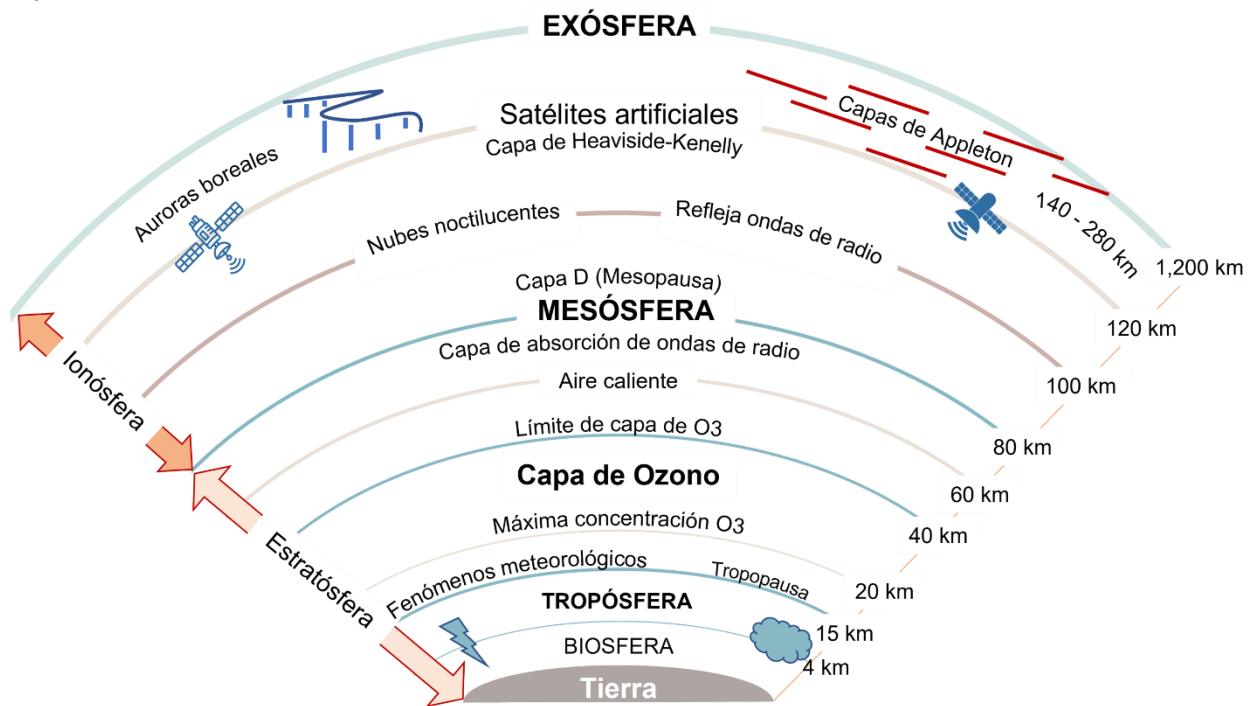
Fuente: Elaborado a partir de Fanger (1986); Fuentes (2010c); Bojórquez (2010) y Rincón (2019).

En este sentido, derivado de la anterior Tabla 1, se relacionan de manera específica la diferenciación entre variables ambientales y meteorológicas, criterio que permite la pauta a la orientación respecto a los parámetros de medición que de ellas se desprenden.

Ahora bien, para dimensionar la ubicación de los fenómenos meteorológicos y ambientales, de acuerdo con García (2004); Ayllón (2009), la mayoría de estas condiciones se ubican a una distancia a partir de la superficie terrestre, entre los primeros 100 metros y 4 km en la biósfera, hasta la tropósfera, que se encuentra a 15 km; mientras que por otra parte, las moléculas que respectan a la calidad del aire, se extienden a una ubicación mayor, como es el caso del Ozono, las cuales se concentran a una distancia entre los 20 y 40 km de la superficie, como se aprecia en la siguiente Figura 7.

De esta manera, al identificar los estratos permite asumir que la aportación que brinda el nicho de estudio, proporciona información respecto a la percepción subjetiva que presentan los habitantes de un sitio determinado a nivel de superficie, en comparación a la presencia y comportamiento de las variables a la escala del ambiente físico, lo cual posibilita su cotejo a valoraciones con datos satelitales, que se encuentran a 120 km de distancia.

Figura 7.
Capas de la atmósfera.



Fuente: Ayllón (2009).

De tal forma que, visualizar la concepción de la atmósfera, permite ubicar su contextualización respecto a dónde y qué elementos se presentan para cada condición de sus capas, en este sentido se comprende a la atmósfera como una mezcla gaseosa y no una combinación de sustancias, puesto que sus componentes no reaccionan de forma química entre sí (INECC, 2019), y resultan apreciados como componentes permanentes y accidentales (Ayllón, 2009), (Tabla 2).

Tabla 2.
Componentes del aire.

Permanentes			Accidentales
Nitrógeno	78.0 %		Hollín
Oxígeno	21.0 %		Polvo
Argón	0.94 %		Sales marinas
Bióxido de carbono	0.03 %		Cenizas volcánicas
Gases raros: neón, helio criptón, xenón, radón	0.03 %		Impurezas en general
Vapor de agua			

Fuente: Ayllón (2009).

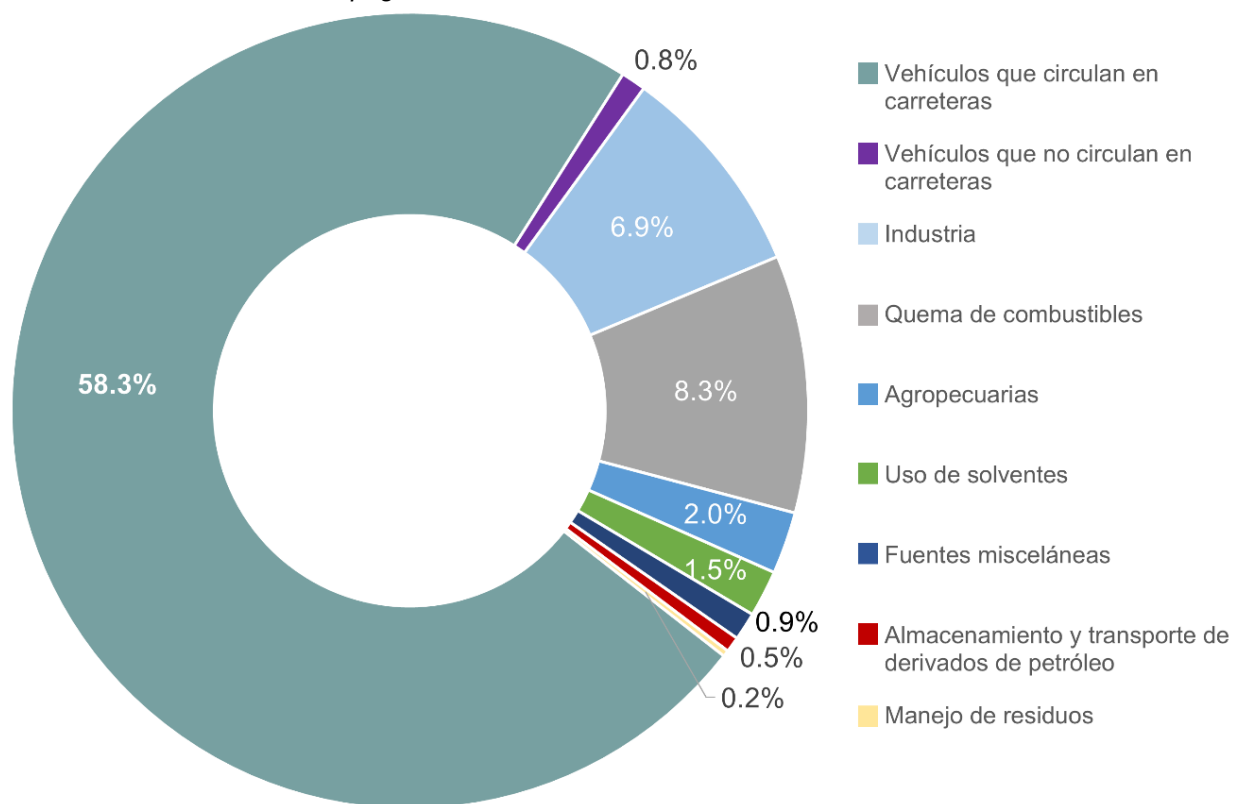
En conclusión, la sustancia que mayor presencia se estima en el aire, resulta el nitrógeno (78.0 %), le sigue el oxígeno (21.0 %), y en menores proporciones, el argón (0.94 %) y gases raros (0.03 %) como, helio, neón, criptón, radón y xenón, así como el vapor de agua (0.03 %) (Ayllón, 2009). En este sentido, una vez ubicadas las condiciones que determinan las capas atmosféricas y sus implicaciones de contención meteorológica y ambiental, permite la pauta a las estimaciones que se encuentran en el aire, en continuar con la descripción de la calidad del aire.

Calidad del Aire

La calidad del aire, hace alusión al nivel de limpieza o reducido nivel de concentración de contaminantes en el aire ambiente, registrados durante determinados periodos de tiempo, entre sustancias, compuestos, elementos, derivados biológicos y/o químicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o sus combinaciones, donde cuya presencia o carencia, constituya un riesgo para la salud humana, el medio ambiente y preservación de ecosistemas (GES, 2011); (MMA, 2020); (OMS, 2021b); (OPS, 2023).

De tal manera que, referirse a la calidad del aire, implica ponderar las condiciones de contaminación en el mismo, por lo tanto, el ubicar la procedencia de esas partículas suspendidas cuyo origen resulta de una variedad de fuentes, tanto naturales (20.7%), tal es el caso de erupciones volcánicas, que producen emisiones de gases, vapores y polvos, así como provenientes de actividades antropogénicas (79.3%), referido en actividades agropecuarias, industriales, emisiones por transportes motorizados, quema de combustibles fósiles para obtención de energía y del manejo de residuos (GES, 2011); (SEMARNAT, 2013) como desglosa en la siguiente Figura 8.

Figura 8.
Fuentes contaminantes antropogénicas.



Fuente: Elaborado a partir de SEMARNAT (2013).

Por consiguiente, evaluar las condiciones contaminantes en áreas urbanas se potencializan, a partir de estimar una concentración progresiva de personas, así como la extensión de superficies y espacios edificados, a raíz de considerar, actividades más intensas con implicaciones que conllevan a una mayor generación de partículas contaminantes que se

liberan en el aire, motivo por el cual, se aprecia con una menor visibilidad o cierta tonalidad oscura en el aire ambiente de las ciudades, lo cual resulta en un indicador del deterioro en la calidad del aire (SEMARNAT, 2013).

En este sentido, se agrega la definición respecto a los elementos contaminantes como: “toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural” (LGEEPA, 2022).

De esta forma, los contaminantes más comunes que se encuentran en el aire urbano, incluyen micro partículas, partículas suspendidas y/o material particuado (PM_{10} , $PM_{2.5}$, $PM_{1.0}$), como polvo, suciedad y hollín, ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y monóxido de carbono (CO) (Tabla 3), estos contaminantes provienen de una variedad de fuentes, incluidas fábricas, centrales eléctricas y vehículos (SEMARNAT, 2013); (WHO, 2021); (AirNow, 2022); (ASHRAE, 2022) y (EPA, 2022b).

Tabla 3.
Contaminantes de la calidad del aire.

Nomenclatura	Contaminantes	Unidades
CO	Monóxido de carbono	$\mu g/m^3$
CO ₂	Dióxido de carbono	$\mu g/m^3$
NO ₂	Dióxido de nitrógeno	$\mu g/m^3$
O ₃	Ozono	$\mu g/m^3$
SO ₂	Dióxido de azufre	$\mu g/m^3$
PM ₁₀	Partículas suspendidas a < 10 micrómetros	$\mu g/m^3$
PM _{2.5}	Partículas suspendidas a < 2.5 micrómetros	$\mu g/m^3$

Fuente: (SEMARNAT, 2013); (WHO, 2021); (AirNow, 2022); (ASHRAE, 2022) y (EPA, 2022b).

Adicionalmente la EPA (2024), identifica a los Compuestos Volátiles Orgánicos (COV), con una afectación significativa a la calidad del aire en zonas urbanas, provenientes de las emisiones de vehículos, industrias y manufacturas, productos de consumo (pinturas, adhesivos,

entre otros productos domésticos), así como derivados químicos derivados de materiales de la construcción (maderas tratadas, alfombras, muebles). Cabe destacar, que los COV al reaccionar con los óxidos de nitrógeno (NOx), forman el ozono a nivel de suelo y derivar en efectos contaminantes a nivel de ozono troposférico, además de impactos en la salud humana, que van desde irritación de ojos, nariz, garganta, hasta efectos más graves como daño hepático, renal y del sistema nervioso, por lo cual, presentan impactos significativos en la salud pública y el medio ambiente.

Iluminación

Para iniciar con la identificación de los criterios de iluminación, se parte en distinguir los elementos que se encuentran implicados en el fenómeno de la iluminación, como: luz, intensidad, calor y origen de la fuente emisora.

En este sentido, se aprecia el concepto de la luz, como una transferencia de electricidad y magnetismo, las cuales se propagan a través del comportamiento de ondas electromagnéticas transversales que oscilan en dirección perpendicular, a la dirección respecto a la fuente emisora (Santaolalla, 2017).

Respecto al fenómeno de la iluminación, habrá que diferenciar entre los dos tipos de iluminación existentes, la iluminación natural e iluminación artificial, las cuales, si bien contienen aspectos de análisis similares en relación a criterios de utilización, variables y parámetros, estas varían significativamente respecto a sus fuentes de procedencia.

Se logra identificar el origen etimológico de la palabra iluminación, proveniente del latín tardío *illuminatio*, el cual expresa la acción y efecto de iluminación (RAE, 2022), por lo tanto infiere la referencia respecto a la cantidad de luz vertida en un lugar o espacio.

Ahora bien, para intereses del presente estudio, se considera la particular atención en los aspectos de iluminación natural, a razón de contener elementos de confort para el usuario respecto a la luz natural; los diferentes aspectos de variables y parámetros, como lo son iluminancia, deslumbramiento, luminancia, factor de luz, tipos de cielo, autonomía de la luz,

reflectancia, transmitancia y visibilidad; así como los diversos criterios de diseño, como las condiciones de emplazamiento, orientación del espacio, geometría del espacio, características compositivas del espacio, diseño de interiores y exteriores.

Por otra parte, respecto a la condición de contaminación lumínica en ambientes exteriores, esta se encuentra referida al brillo o resplandor efectuado por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas suspendidas en la atmósfera, las cuales alteran la condición natural de luminosidad en horas nocturnas, lo cual dificulta actividades como la observación astronómica de objetos celestes (LGEEPA, 2022).

Acústica, Sonido y Ruido

Los estudios del sonido, se sujetan a una de las áreas de la disciplina de la física, la cual se enfoca en el fenómeno acústico, respecto a sus métodos de generación, recepción y propagación del sonido (Beléndez, 1992), por lo tanto contiene implicaciones cuantificables y medibles, mismas que aluden al recurso del empleo de fórmulas para su determinación, sin embargo, cabe hacer hincapié que una ecuación, solo es una representación matemática de un fenómeno físico determinado (Avilés, R.; Perera, 2017).

Por otra parte, se considera al sonido, como una onda de presión acústica en el aire, propagadas por ondas longitudinales, es decir, una fuente emisora de sonido se propaga por dichas ondas en el aire (Santaolalla, 2017).

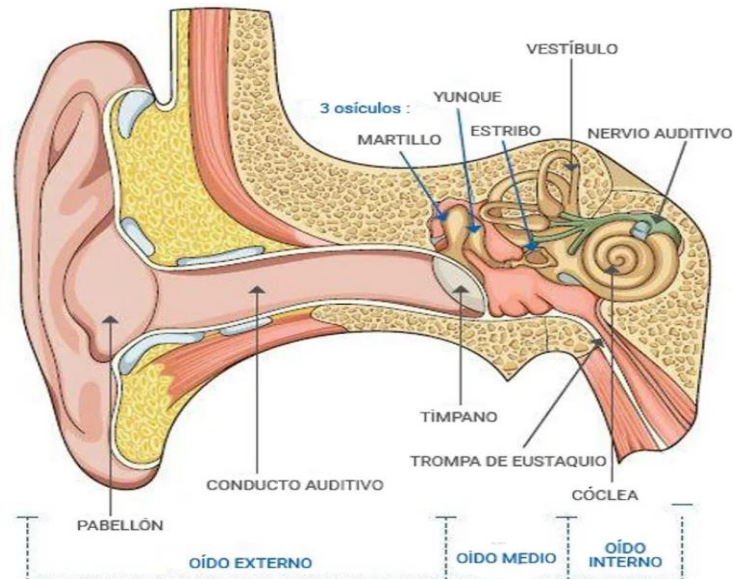
Uno de los diversos productos de las actividades e interacciones humanas en el entorno, es el sonido, el cual es definido como “sensación producida en el órgano del oído por el movimiento vibratorio de los cuerpos, transmitido por un medio elástico, como el aire” (RAE, 2022).

El sonido ambiental o también conocido como ambiente acústico, son los sonidos que se encuentran en el ambiente u entorno y estos resultan ser fenómenos físicos complejos originados por una fuente emisora de energía que se propaga al espacio a través de ondas de vibración acústicas (ONU, 2022c).

Por otra parte, el sentido del oído humano permite percibir sonidos que oscilan de 0 a 140 decibeles (dBA), además de la característica que permite la detección de procedencia de la fuente emisora, cuyas ondas sonoras llegan al oído humano, específicamente al tímpano, el cual a través de vibraciones pasa al oído medio y posteriormente al interno, en el cual las vibraciones simulan células pilosas del receptor (cóclea), el cual a su vez, transforma las vibraciones en impulsos nerviosos eléctricos, que se envían al cerebro y resulta interpretado como sonido (Bojórquez, 2015) (Figura 9).

Figura 9.

Partes del oído, externo, medio e interno.



Fuente: Ortiz (2022).

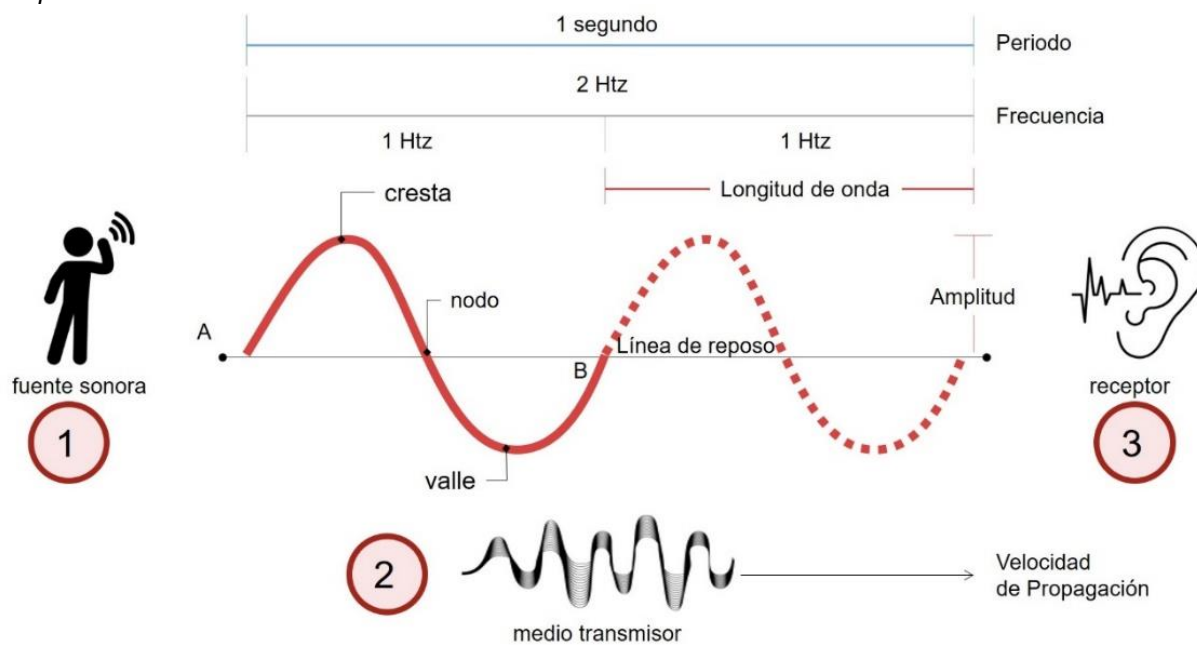
En este sentido, al relacionar los criterios que se escuchan por parte del ser humano, en un emplazamiento determinado, a través de la disciplina arquitectónica y/o urbana, es posible intervenir y preconfigurar condiciones espaciales que promuevan y posibiliten sonidos amigables, o en su defecto evitar la incidencia directa del ruido a las personas (Bojórquez, 2015), por lo que resulta en la generación de una barrera acústica y en consecuencia una serie de posibles estrategias a implementar, desde el ámbito del diseño de los espacios construidos.

Existen diversos factores derivados del movimiento ondulatorio, las cuales caracterizan a las ondas sonoras, de acuerdo a sus siguientes magnitudes (Avilés, R.; Perera, 2017):

- Amplitud, la cual indicará la expresión máxima de presión contenida en la onda sonora. El rango de presión audibles, mantendrá variaciones conforme a cada persona, las cuales disminuyen conforme a la edad.
- Frecuencia, número de ciclos que presenta la onda sonora, conforme a una unidad de tiempo. Unidades de medida, Hertzios (Hz).
- Periodo, tiempo en el cual realiza un ciclo completo la onda sonora, regularmente se mide en segundos, minutos u horas.
- La distancia que recorre una onda sonora, respecto a un periodo de tiempo determinado, es considerada como “longitud de onda”.
- La velocidad de propagación de la onda sonora, con respecto al medio que se conduce, es referida como “velocidad de propagación”, tal es el caso en el aire, agua, vidrio, madera, plomo, entre otros. Por lo tanto, la velocidad del sonido en el aire, dependen de la temperatura, la humedad relativa y serán expresadas en las unidades, m/s.

Adicionalmente, las anteriores condiciones se enlazan en la siguiente Figura 10.

Figura 10.
Esquema de onda sonora.



Fuente: Procesado a partir de Avilés y Perera (2017).

Derivado de la figura anterior, se permite apreciar el proceso del fenómeno sonoro, el cual, primero se origina desde una fuente sonora (1), posteriormente la onda dependerá del medio en el cual se desplaza, por el factor de conducción correspondiente, para que finalmente, las ondas sonoras sean percibidas por un receptor (Avilés, R.; Perera, 2017). Durante el transcurso de este proceso, las ondas sonoras representarán una cresta, para continuar con un punto de reposo, hasta alcanzar su menor amplitud y finalizar su ciclo completo, del punto A - B (Figura 10) (Jaramillo, 2007).

La identificación de frecuencia, corresponde a la cantidad de ciclos de onda que se presenten en un periodo de tiempo determinado, por ejemplo, en la Figura 10, se aprecian 2 ciclos completados, dentro del periodo estimado de 2 segundos; en consecuencia, presentará una equivalencia de $= 2 \text{ Hz/s}$ (Hertz sobre segundo).

El sonido, se encontrará expresado por su factor de intensidad, equivalente al volumen que es emitida la onda sonora, moléculas que tendrán mayor amplitud (volumen alto) o menor amplitud (menor volumen). La intensidad se mide en decibeles (dB) y está definido su terminología por su descubridor Graham Bell, decibelio el cual representa la décima parte de un belio (B), (Avilés, R.; Perera, 2017)

Cabe mencionar, la existencia de categorías respecto a la ponderación y clasificación de los parámetros claves para la medición del sonido, puesto que, para la identificación de la frecuencia humana, se estimará como decibeles de clasificación "A", medidos en unidades en decibeles referenciadas como dB(A) o dBA (Cirrus, 2016), (Tabla 4).

Tabla 4.*Categorías de ponderación del ruido.*

Término	Descripción
Ponderación "A"	La ponderación de frecuencia "A" es la ponderación estándar de las frecuencias audibles, está diseñada para reflejar la respuesta del oído humano al ruido. Los resultados de las mediciones realizadas con esta ponderación se muestran como dB(A) o dBA. Por ejemplo, la letra A en las unidades LAeq, LADmax, LAE, etc, indican que se ha usado ponderación "A".
Ponderación "C"	La ponderación de frecuencia "C" hace énfasis a los sonidos de baja frecuencia que la ponderación "A" y es esencialmente plana para las frecuencias entre 31,5Hz y 8kHz. Los resultados de las mediciones hechas con esta ponderación serán mostradas como dB(C) o dBC. Por ejemplo, la letra C en las unidades LCeq, LCFmax, LCE, etc, indican que se ha usado ponderación "C".
Ponderación "Z"	La ponderación de frecuencia "Z" indica que la respuesta de frecuencia será esencialmente plana entre 8Hz a 20kHz, con una variación no mayor a 1.5dB. Los resultados de las mediciones realizadas con esta ponderación se muestran como dB(Z) o dBZ. Por ejemplo, la letra Z en las unidades LZeq, LZFmax, LZE, etc, indican que se ha usado ponderación "Z".

Fuente: Extraído de Cirrus (2016).

Mientras que el resto de categorías "C" y "Z", están determinadas conforme a sus frecuencias, como para la categoría "C", se encontrará entre frecuencias de 31,5 kHz y 8 kHz, y sus unidades de medida estarán identificadas como dB(C) o dBC, por otra parte, la categoría "Z" se encuentra sujeta a frecuencias que oscilan entre 8 Hz a 20 kHz, y están representadas por las unidades en dB(Z) o dBZ, usualmente estas categorías se encuentran referenciadas a la percepción de animales, quienes contienen recursos auditivos más precisos (Cirrus, 2016).

Por otra parte, se identifica al ruido como "sonido de baja intensidad, generalmente uniforme y continuo, que subyace en un cierto entorno y que puede resultar perturbador" (RAE,

2023). Adicionalmente, la NOM-081(1994), refiere al ruido como “todo sonido indeseable que moleste o perjudique a las personas” de esta manera, la concientización sobre el ruido representa un impacto en la audición, la salud y calidad de vida de la población, así como en particular los lugares de convivencia pública, como el presente objeto de estudio.

De esta manera, los sonidos si bien se encuentran en todas partes y de forma continua, pero cuando estos, no son deseados o tolerados por quien escucha, son considerados como ruido. Cabe destacar que, cuando los ruidos conservan una escala alta (Tabla 5) y mantienen un periodo prolongado, estos son considerados como contaminación acústica (ONU, 2022c).

Tabla 5.
Escalas de ruido humano.

ESCALA	dB	SITUACIÓN
Más allá del umbral del dolor	140	Fuegos artificiales o disparos dentro de 1 m de rango
Umbral de dolor	130	Disparo de arma de fuego dentro de 10 m
Umbral de ausencia de confort	120	Apagado de una avión-jet dentro de 60 m
Ruido 110 veces más intenso a cero	110	Estruendo de un trueno, motosierra o sopladora de hojas
Percibido con mucho ruido	100	Sirena de ambulancia dentro de 30 m
Ruido 90 veces más intenso a cero	90	Cortadora de césped o motocicleta de paso
Ruido 80 veces más intenso a cero	80	Alto ruido por tráfico entre vehículos en la ciudad
Percibido como moderadamente ruidoso	70	Aspiradora dentro de 3 m
Sonido 60 veces más intenso a cero	60	Conversación normal
Sonido 50 veces más intenso a cero	50	Ruido por lluvia
Percibido como tranquilo	40	Ruido en biblioteca
Sonido 30 veces más intenso a cero	30	Ligero susurro o reloj en marcha
Sonido 20 veces más intenso a cero	20	Sonido de hojas
Apenas audible, sonido 10 veces más intenso a cero	10	Sonido por respiración normal

Nota. - Tabla procesada y traducida. Fuente: (ONU, 2022c).

A partir de la tabla anterior, se identifican que los escenarios con mayores niveles acústicos son los que se ubican en espacios exteriores (Apéndice II. Marco Normativo, Cuadro 9), en contraparte a los escenarios interiores, con menores niveles de ruido, por lo que se puede inferir el nivel de pertinencia, así como la escala de aportación sobre el análisis en espacios de convivencia pública (Apéndice II. Marco Normativo, Cuadro 10), en la ciudad (ONU, 2022c). Ahora bien, será considerada contaminación por ruido cuando:

“todo sonido generado por actividades humanas que, por su intensidad, duración o frecuencia, implique riesgo, molestia, perjuicio o daño para las personas, para otros seres vivos o para el ambiente; o los que superen los niveles fijados por la normas oficiales mexicanas” (LGEEPA, 2022).

En consecuencia, las valoraciones del ruido mantendrán repercusiones en la audición, salud y calidad de vida de los habitantes, cuando se encuentren sobre niveles auditivos mayores a 70 dBA, de acuerdo a recomendaciones de la OMS (2015), para zonas urbanizadas y con ocupación de tráfico, durante condiciones diurnas, criterios que se encuentran directamente relacionados para el presente caso de investigación de espacios públicos abiertos y el grado de influencia en las percepciones de confort acústico y ambiental.

2.1.1.2. Variables Climáticas

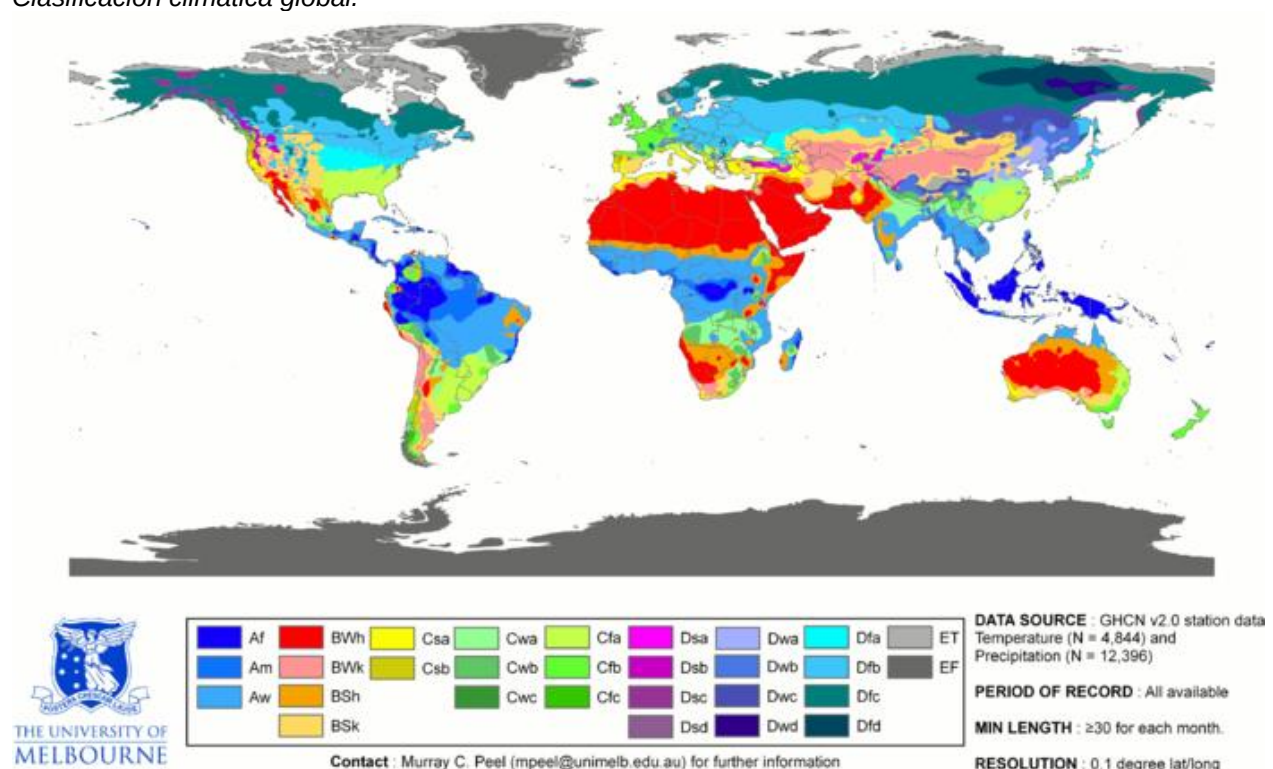
El clima es definido como “...el estado más frecuente de la atmósfera en un lugar determinado, comprende los extremos y todas las variaciones, analizados en un periodo largo de tiempo. Está determinado por elementos y factores” (SMN, 2022). También se considera como el conjunto de fenómenos meteorológicos que ocurren con mayor frecuencia relativa en un determinado lugar (Sánchez, 2013). El clima en consecuencia, varía de un lugar a otro, además de ser estimado por un registro histórico de 10 a 30 años, mientras que el estado del tiempo varía de 24 a 48 horas, es decir de un momento a otro (García, 2004).

Los factores físicos que inciden en el clima son las condicionantes que guarda un lugar determinado: latitud, longitud, altitud sobre el nivel del mar, tipo de vegetación, cercanía a la costa, tipos de suelos, relieve, orientación del relieve y exposición a vientos dominantes. Mientras que los elementos del clima atañen a la radiación solar, viento, temperatura del aire, presión atmosférica, evaporación, humedad relativa y precipitación pluvial, entre otros (Sánchez et al., 2013).

Inicialmente Wladimir Köppen, integra un sistema de clasificación climática a nivel mundial (Figura 11), por los siguientes grupos de climas (Peel, et al., 2007):

- Clima A. Calientes húmedos, con temperaturas del mes más frío $> 18.00^{\circ}\text{C}$; las plantas megatermas dominan en estos climas.
- Clima B. Secos, en el cual prosperan las plantas xerófitas.
- Clima C. Templados húmedos con inviernos rigurosos, predominan plantas xerófitas.
- Clima D. Subárticos húmedos con inviernos rigurosos, predominan plantas de coníferas.
- Clima E. Fríos o polares, vegetación de musgos, algas, helechos y líquenes.

Figura 11.
Clasificación climática global.



Fuente: Extraído de Peel, et al, (2007).

Adicionalmente al acercamiento del concepto del clima, se identifica a la climatología como la rama de las ciencias de la Tierra que se ocupa del estudio del clima y sus variaciones a lo largo del tiempo cronológico (SMN, 2022).

La conjunción de estos indicadores arroja como resultado, la consideración del comportamiento climático de acuerdo a cada región que se desee estudiar, por lo tanto, resulta conveniente identificar la escala de análisis climático implementada a una dimensión del territorio determinado (García, 2004), como: macro clima, meso clima, clima regional, clima local y microclima, escalas que se ejemplifican en el Apéndice I. Gráfico 1.

De esta manera se asocia la dependencia de las condiciones atmosféricas para las actividades humanas, desde la agricultura hasta un simple paseo por el campo, motivo por el cual se hace el esfuerzo por predecir el estado del tiempo tanto a corto como a medio plazo (SMN, 2015), y en esta mismo tenor salvaguardar las condiciones humanas, vegetales, animales, actividades agrícolas, entre otras tantas que dependen de la influencia climática.

Los elementos del clima son la temperatura, precipitación, soleamiento, humedad relativa y vientos; pero también existen factores que lo condicionan como son el relieve, latitud, longitud, corrientes marinas y la distancia sobre el nivel del mar (Sánchez et al., 2013).

Para comprender el clima es importante considerar los factores que repercuten en el mismo, tales como la dinámica y composición atmosférica, el hielo, el océano, la superficie terrestre y los procesos biológicos que acontecen en el entorno (Sánchez et al., 2013).

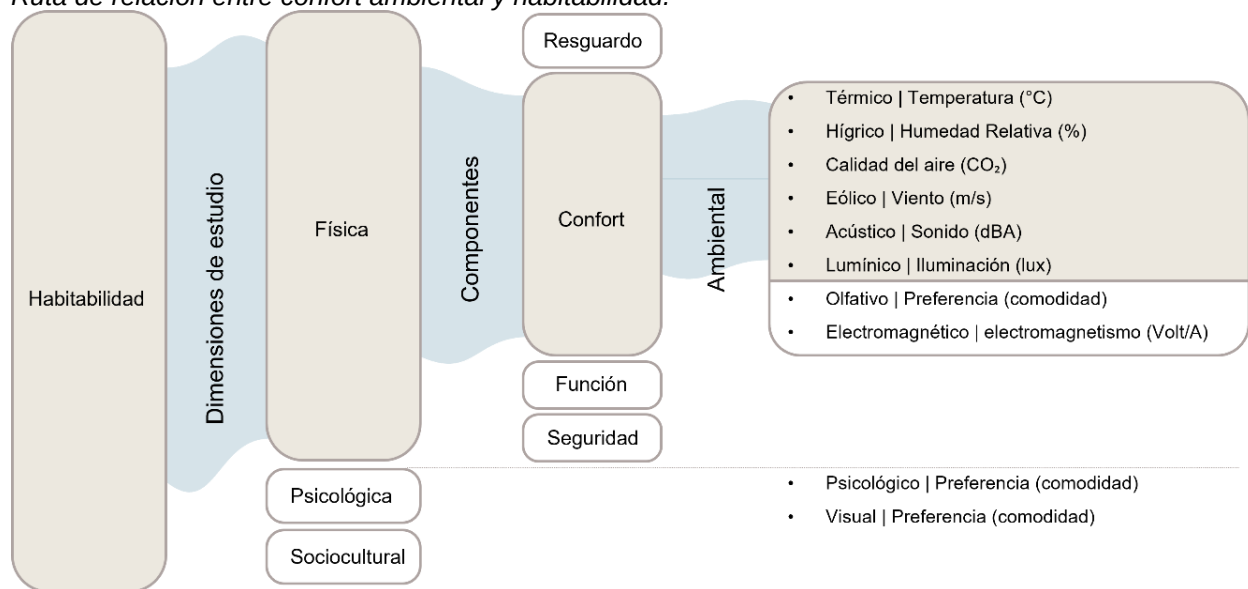
2.1.2. Habitabilidad

De acuerdo con Aragón (2015), el hábitat es el entorno físico dentro del cual vive un organismo, así mismo, este hábitat permite que se encuentre bajo tres condiciones primordialmente: “la naturaleza, entorno que se encuentra en un estado natural, sin ningún nivel de intervención humana (ej. una cordillera, un bosque, desierto, o una bahía); “lo natural, expresa un grado menor de intervención humana y busca mantener en mayor medida, las condiciones naturales en un entorno (ej. la ubicación de un muelle de madera en un lago); “lo

artificial”, este aspecto implica la concepción en su totalidad de un entorno configurado por el hombre (ej. la ciudad).

En este sentido, los implicados de la construcción, arquitectos, ingenieros, urbanistas y líneas afines, asumen el compromiso ético y profesional, en diseñar espacios de acuerdo a los criterios de solución de la distribución, técnica, estética, equidad y sostenibilidad, orientada a proyectar una intervención sobre el espacio, funcional y sustentable, desde una habitación, hasta un territorio, por lo que resulta una prioridad, la configuración de espacios habitables y confortables, para quienes los habitan (Lefebvre, 1974), como refirió Heidegger (1951) “...el habitar es en cada caso, el fin último que persigue todo construir”.

Figura 12.
Ruta de relación entre confort ambiental y habitabilidad.



Fuente: Elaborado a partir de Nikolopoulou y Steemers (2003); Fuentes (2010); Yalán (2014); Viñals et al, (2014); Gómez (2015b); Ka-Lun y Choi (2021); Peng (2022); Rincón-Martínez (2023c).

Derivado de la anterior Figura 12, se previsualiza la relación entre los conceptos de habitabilidad y las condiciones físicas de un espacio, con respecto a sus componentes de confort ambiental y sus apreciaciones a partir de sus implicaciones: térmicas, hígricas, eólicas, de calidad del aire, acústico, lumínico, olfativo y electromagnético (Nikolopoulou y Steemers, 2003); (Fuentes, 2010); (Yalán, 2014); (Viñals et al., 2014); (Gómez, 2015b); (Ka-Lun & Choi, 2021); (Peng, 2022); (Rincón-Martínez, 2023c).

2.1.3. Confort Ambiental

Derivado de los criterios anteriores de habitabilidad, se relaciona el término de “confort” proveniente del anglicismo “*comfort*”, el cual hace referencia a una condición de bienestar con el ambiente que se involucra un individuo o un grupo de personas (RAE, 2022). En este sentido, se relaciona la definición de la salud, respecto al “estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solo la ausencia de afecciones o enfermedades” (OMS, 1946), aunado a los criterios de confort, se encuentra una estrecha correlación, al identificar procurar óptimas condiciones de salud para un determinado sujeto un ambiente determinado.

Por consecuencia, el confort ambiental permite ser comprendido como una expresión de comodidad e implicaciones de salud del ser humano, en relación a los elementos ambientales y meteorológicos que caracterizan al espacio físico donde desarrolla sus actividades, por tal motivo, implican una diversidad de factores que se encuentran en un micro ambiente, en continuación a un acercamiento respecto a la comprensión de la condición de confort por cada una de las variables ambientales.

En este sentido, los aspectos que integran una visión holística de confort, desde sus diversos aspectos e implicaciones ambientales y meteorológicos, resulta en una visión integradora que mantiene una interacción permanente en los entornos contruidos, que se encuentran abordados desde las siguientes clasificaciones: confort térmico, higríco, lumínico-visual, auditivo, olfativo, calidad del aire, electromagnético y confort psicológico (Bojórquez, 2015); (Gómez, 2015a); (Rincón-Martínez, 2023d), enlistadas en la siguiente Tabla 6.

Tabla 6.*Clasificaciones de confort ambiental, relacionados a sus sentidos de percepción.*

Confort	Tipo de Confort	Sentido Humano
Confort Ambiental	Confort Térmico	Tacto
	Confort Acústico	Oído
	Confort Lumínico	Vista
	Confort Visual	Vista
	Confort Olfativo	Olfato
	Confort Psicológico	Mental
	Calidad del Aire	Olfato y Organismo
	Confort Electromagnético	Organismo

Fuente: Elaborado a partir de Bojórquez (2015); Gómez (2015a); Rincón-Martínez (2023d).

Ahora bien, las medidas por las cuales se encuentran estimadas las anteriores clasificaciones de confort ambiental, responden primordialmente a los sentidos humanos: tacto, oído, vista, olfato, mental y del organismo, sentidos que expresan una respuesta fisiológica, a partir de ser estimulados por las condiciones de las dinámicas socio espaciales, ambientales y del medio físico, en el cual se encuentra el emplazamiento, donde se encuentra el usuario o la población destino, involucrada (Bojórquez, 2015); (Gómez, 2015a); (Rincón-Martínez, 2023d).

De acuerdo con estudios realizados con enfoques de confort en espacios exteriores, se estima deban considerarse las adecuaciones bioclimáticas específicas para los espacios exteriores, como: espacio construido, materiales, orientación, soleamiento, iluminación y ventilación natural; en conjunto con la vegetación, mobiliario y cualquier elemento urbano paisajístico, que permitan complementar el contexto que promueva las dinámicas sociales, la comodidad y aceptación de cada individuo respecto a las condiciones que ofrece el entorno inmediato (Nikolopoulou, 2002); (Bojórquez, 2010); (Peng, et al., 2021); (Piselli et al., 2018); (Ka-Lun, 2022); (Rincón-Martínez, 2023d).

Calidad del Aire

La calidad del aire, aborda aspectos sobre la composición del mismo y su idoneidad para determinadas aplicaciones y actividades, respecto a su nivel de contaminación en un ambiente determinado interior u exterior, el cual será adoptado por una autoridad reguladora que determinará escalas de medida exigibles (EPA, 2022b).

Los efectos de la contaminación del aire en la salud humana pueden ir desde una irritación leve de los ojos y la garganta hasta problemas más graves, como enfermedades respiratorias y cardiovasculares (OMS, 2021a), además posibilitan impactos negativos en el medio ambiente, incluido el daño a cultivos, bosques y cuerpos de agua, donde el problema de la contaminación del aire en áreas urbanas, diversos gobiernos han implementado políticas y regulaciones para reducir la cantidad de contaminantes que se liberan al aire, como estándares de emisión para vehículos e industrias (NASA, 2022).

Confort Térmico

De acuerdo con el Organismo de Estandarización Internacional (*ISO – International Estándar Organization*), indicado en su normativa ISO 7730 (2016), define a la condición de confort térmico humano, como el estado de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico involucrado, mientras que, para el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, la Sociedad Estadounidense de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ANSI / ASHRAE 55, 2020), definen un ambiente en condiciones de confort, cuando se está sujeto a las escalas de juicio subjetivas respecto a su percepción de confort térmico.

Adicionalmente, para (Nikolopoulou, M; Steemers, 2003) el confort térmico, implica aspectos de adaptabilidad gradual del organismo a repetidas exposiciones ante los estímulos que se encuentran en un ambiente determinado, mientras que por otra parte, anteriores a todos estos criterios, Brown y Gillespie (1995), consideraban un planteamiento únicamente energético, en el cual era estimado un balance energético del cuerpo humano entre ± 50 Watts, al gasto por actividad metabólica que se encontrara el sujeto en cuestión (citado por Rincón-

Martínez, 2023c), pero este criterio, ha sido sustituido por planteamientos que involucran, como ha sido mencionado con antelación, la referencia hacia un registro de la condición fisiológica y psicológica, que un sujeto o un grupo de individuos, perciben del espacio que se encuentran involucrados.

De igual modo De Dear y Brager (1998), identifican el confort térmico, respecto a una condición puntual sobre el estado de percepción ambiental momentáneo, determinado a través de dos grupos: factores endógenos, intrínsecos al individuo, y factores exógenos, de los cuales no dependen del individuo. En esta medida, el primer factor implica que el individuo en cuestión contiene la oportunidad de realizar adecuaciones, ya sea por arropamiento, actividad, empleo de sistemas de climatización, entre otros; mientras que, por otra parte, se encuentra en total dependencia de las condiciones micro climáticas para el desempeño de una actividad determinada.

De acuerdo con Bojórquez (2010); Martín (2020); Rincón-Martínez (2023d), existen aspectos como la experiencia y la expectativa, que para el caso de los espacios interiores no presentan mucha variación significativa de un espacio interior a otro, más sin embargo para el caso de espacios exteriores, se consideran patrones de conducta basados en el modo de vida y costumbres locales que influyen en la vestimenta, alimentación, uso y distribución de los espacios, lo cual afecta las condiciones de los sujetos y el ambiente térmico, lo cual deriva en hábitos y preferencias personales relacionadas al nivel de adaptación fisiológica y psicológica, y a su vez en la experiencia y expectativa térmica con respecto a las condiciones del espacio involucrado (Tabla 7).

Tabla 7.*Variables de adaptación térmica humana en espacios interiores y exteriores.*

VARIABLES	ESPACIOS EXTERIORES	ESPACIOS INTERIORES
ADAPTACIÓN FISIOLÓGICA		
Aclimatación	La intensidad y tipo de estímulos cambian a cada momento, debido a las variaciones del ambiente térmico, por lo que el decremento gradual de respuesta es menor.	La intensidad de los estímulos es menor y el tipo es constante, debido a que la envolvente arquitectónica, o los equipos de climatización regulan el ambiente térmico.
ADAPTACIÓN PSICOLÓGICA		
Naturalidad del espacio	Puede variar de un espacio exterior a otro, donde se tengan elementos "artificiales" hechos por el hombre, y donde no se den estos.	No se da una naturalidad del espacio, todo es artificial, en ocasiones también las condiciones del ambiente térmico.
Experiencia y expectativa	Se da una variación significativa, ya que la experiencia (memoria) influye en la expectativa, y los espacios exteriores externos presentan una variabilidad de forma y contenido complejo.	Hay una aproximación en la expectativa y la realidad debido a que la memoria relaciona espacios similares con condiciones similares.
Tiempo de exposición	Los tiempos de exposición son cortos (tiempos promedios menores a una hora) con mayor porcentaje en verano (10%) y menor en invierno (4%) (Leech et al, 200).	Tiempos de exposición largos del 90% en verano y 96% en invierno, con tiempos promedios de 7.5 horas (Leech et al., 2000).
Control de la percepción	Es difícil tener un alto grado de control de la fuente de incomodidad por la variación de condiciones.	Se puede tener cierto o total control de la fuente de incomodidad (Falta de ventilación, acondicionamiento de aire).
Estimulación del entorno	Variable importante para el uso del espacio exterior, la estimulación es continua y variable.	La estimulación es de tipo continuo con poca variación.
Conducta reactiva	Se da una variación por tipo de lugar, temporada, horario y actividad en la vestimenta, postura, consumo de líquidos y posición física.	Hay poca variación, en vestimenta y consumo de líquidos, solo se da notoriamente por cambio de temporada. La actividad y posición es similar todo el año.
Conducta interactiva	Por lo regular, no se dan modificaciones del medio ambiente inmediato.	Cambios significativos en el medio ambiente inmediato: aperturas de ventanas, cortinas, ventiladores, acondicionadores de aire, etc.

Entorno sociocultural	Como parte del modo de vida y costumbres locales, se pueden dar o no actividades en exteriores. Algunas serán de convivencia y otras de tipo competitivo. Estas tienen una influencia en la expectativa de sensación térmica.	Existen actividades de convivencia, ritos, costumbres que se realizan en interiores, esto determina parte de la adaptación e influye en la expectativa de sensación térmica.
Hábitos y preferencias personales	El tener hábitos de practicar actividades en exteriores, influyen en las preferencias térmicas de los individuos. Estas varían en función del tipo de actividad: pasiva, moderada e intensa.	Si parte de los hábitos es el desarrollo de actividades en interiores, estos marcarán una influencia en la expectativa del individuo de cómo debe sentirse térmicamente un espacio.

Fuente: Procesado de Nikolopoulou y Steemers (2003).

Adicionalmente, las variables que se estima influyan en el ambiente térmico para espacios interiores y exteriores son distintas, por lo tanto, para facilitar y relacionar estas medidas para su comprensión, se efectúa la siguiente clasificación (Tabla 8).

Tabla 8.

Variables del espacio construido y su influencia en la percepción del confort.

VARIABLES	EXTERIOR	INTERIOR
Condiciones meteorológicas	Variación continua durante las 24 horas.	Variación controlada por equipos de climatización y/o parcialmente por la envolvente arquitectónica.
Actividades	Variación por temporada y horario	Definidas con poca variación
Horarios de uso	Variación por temporada y actividad	Prestablecidos
Materiales de construcción	Materiales resistentes a la intemperie, en ocasiones predominan los materiales de origen natural.	Materiales típicos por región y en ocasiones se utilizan algunas de climas diferentes a donde se construye.
Mobiliario	Fabricados con materiales resistentes a la intemperie.	Materiales y modelos ya prestablecidos de uso común acorde a la actividad.
Estrategias de adecuación	Prevalecen las estrategias de tipo pasivas ⁴ y pocas veces las activas.	Prevalecen las estrategias de tipo activas ⁵ aún con uso de las pasivas.

⁴ Sistemas Pasivos.- Identifican las características del emplazamiento con el propósito de orientar, captar, almacenar, distribuir o emitir los aportes de la energía natural sin intervención de ninguna fuente de energía. Estos sistemas se emplean desde las primeras etapas del diseño para lograr una adecuada relación entre la arquitectura y el medio (Fuentes-Freixanet, 2010).

⁵ Sistemas Activos.- se incorporan dispositivos mecánicos o eléctricos que funcionan con algún aporte de energía convencional para lograr un ambiente adecuado o deseado (Fuentes-Freixanet, 2010).

Fuente: Elaborado a partir de (Bojórquez, 2010).

Por este motivo, resulta fundamental la realización de una caracterización física del entorno físico de estudio, en relación a análisis de confort térmico y ambientales, que contribuyan en abundar sobre las correlaciones respecto a las percepciones subjetivas que los ocupantes expresen del sitio en cuestión, así conforme a los registros térmicos y ambientales se recaben.

De tal manera que, el cuerpo humano en su interacción con los espacios construidos, es sometido a las condiciones micro climáticas que le generan sensaciones de confort o la ausencia del mismo, conforme a las actividades que éste realiza, en esta medida, resulta conveniente conocer los elementos que condicionan estos cambios, los cuales se identifican como parámetros y factores del confort térmico, al referir a los primeros, de acuerdo a los diversos factores del ambiente térmico, adicionalmente por las propiedades del comportamiento térmico de los materiales en el espacio involucrado; mientras que los segundos, hacen alusión en aspectos fisiológicos, cognitivos y arquitectónicos (Ochoa, 2009) y (Rincón-Martínez, 2023d), como se relacionan en la siguiente Tabla 9.

Tabla 9.
Parámetros y factores de confort térmico.

Parámetros de Confort Térmico		Factores de Confort Térmico		
Ambiente Térmico	Materiales	Fisiológicos	Cognitivos	Arquitectónicos
Temperatura del aire	Reflectividad	Género	Aclimatación	Dimensiones y proporciones del espacio
Temperatura de globo	Absortividad	Edad	Vestimenta	Elementos constructivos
Humedad relativa	Transmisividad	Constitución corporal	Expectativas de confort	Equipamiento natural y artificial
Velocidad de viento	Conductividad térmica	Actividad	Conocimiento del clima	Movilidad del sujeto
Radiación solar	Emisividad	Estado de salud	Conocimiento del entorno	Calor antropogénico
Temperatura radiante	Capacitancia	Tiempo de permanencia		Dispositivos de control pasivo y activo

Fuente: Elaborado a partir de Ochoa (2009); Rincón-Martínez (2023c).

A partir de las consideraciones anteriores, de acuerdo a los parámetros y factores de confort térmico, estos estarán relacionados al usuario en términos fisiológicos, por lo que el sujeto deberá generar un determinado esfuerzo para regular su temperatura interna, con respecto a las condiciones ambientales en las que se encuentre, esto será comprendido como la “termorregulación”, medida que resulta conveniente en identificar las variables que intervienen en la percepción de la sensación térmica de una persona, como lo son:

- a) **Metabolismo.** - Efecto conjunto de las reacciones químicas que se producen en las células del organismo (Fanger, 1972). Varía por edad, sexo, peso, altura y otras causas psicofisiológicas. El metabolismo muscular, se refiere al consumo energético del cuerpo, de acuerdo a la actividad física realizada y varía en función a la duración e intensidad de la misma.
- b) **Balance térmico.** - Critchfield (1974), señala que el balance térmico humano permite estimar la sensación térmica percibida a partir de modelos biofísicos referidos a través de las leyes de la termodinámica. También se expresa cuando el cuerpo humano se encuentra en un intercambio térmico entre el clima y su respuesta fisiológica respecto a este.
- c) **Adaptación térmica.** - Representa el mayor grado de influencia para el organismo de acuerdo a la repetición de estímulos en un ambiente específico. (Nikolopoulou y Steemers, 2003). La adaptación se comprende en factores:
 - Fisiológicos: aclimatación, lo que refiere a la respuesta corporal de acuerdo a estímulos meteorológicos.
 - Psicológicos: naturalidad del espacio, expectativa y experiencia, tiempo de exposición, control de percepción, estimulación del ambiente, conducta interactiva, entorno sociocultural, hábitos y preferencias.
- d) **Ambiente térmico.** - Está conformado por los parámetros de tipo meteorológicos, fisiológicos, del espacio, y circunstanciales, los cuales repercuten en la

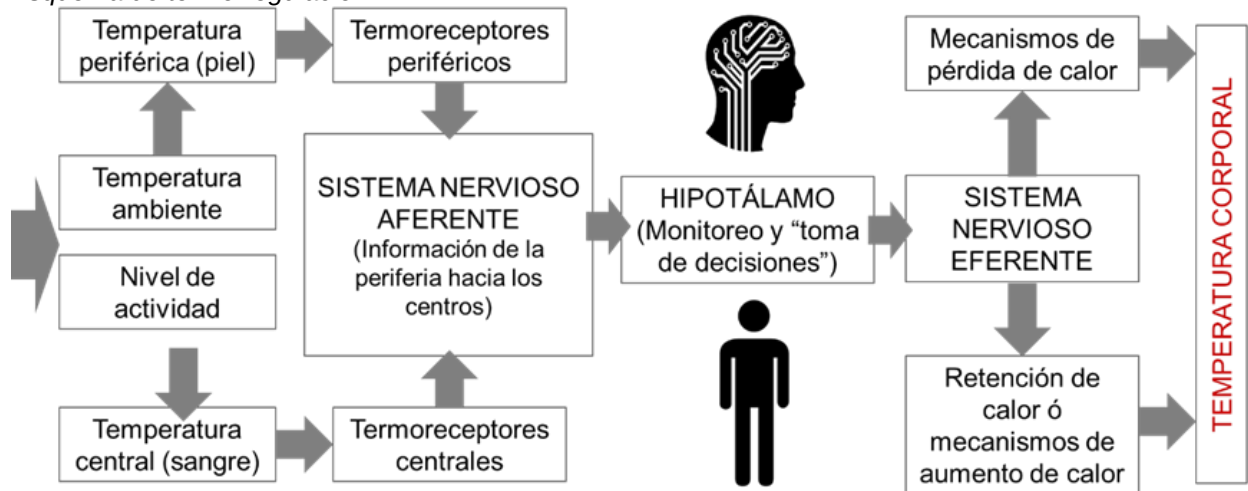
termorregulación y la sensación térmica percibida, donde los elementos involucrados en cada aspecto son los siguientes (Szokolay, 2003).

- Meteorológicos: temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar.
- Fisiológicos: género, complexión física, metabolismo.
- Espacio: sistema constructivo, colores, texturas, vegetación, ventilación, climatización artificial, adecuación al clima.
- Circunstanciales: ingesta, estado de salud, relación metabólica, vestimenta, aclimatación, tiempo de permanencia.

e) Termorregulación. - Se refiere a la función del hipotálamo en relacionar y reaccionar respecto a la serie de estímulos externos, es decir el nivel de adaptación que presenta una persona ante el espacio en que se involucra, desde una perspectiva fisiológica. Tal como se aprecia en la siguiente Figura 13.

Figura 13.

Esquema de termorregulación.



Fuente: Extraído de Bojórquez (2015).

Por consecuencia, al considerar la temperatura interna normal del cuerpo humano alrededor de los 37.6 °C, con intervalos entre los 36 °C y 38 °C, se podrán visualizar

escenarios con referencia al diseño de los espacios, en los que se propicien condiciones que permitan mantener temperaturas dentro de los límites de ± 4 o $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ISO 7243, 2017).

En esta tesitura, a partir de los criterios anteriores, permite asumir una identificación del confort, desde implicaciones cuantitativas, al valorar los aspectos de respuesta fisiológica del cuerpo humano, así como el registro de los parámetros micro climáticos, y por otra parte, cualitativas, al estimar las consideraciones por escalas de sensación, de acuerdo los diversos niveles de percepción subjetiva, adicionalmente a la evaluación respecto al medio y espacio físico, en las cuales, los ocupantes desarrollan sus actividades e implementan adaptaciones personales.

Confort Acústico

Ahora bien, respecto a la concepción de confort acústico, se entiende como “el estado de satisfacción o bienestar, físico y mental del ser humano en su percepción auditiva, en un momento dado y en un ambiente específico” (Mondelo, 2001), por el cual asume que un espacio brinda satisfacción acústicamente, cuando en éste se presentan emisiones auditivas, acordes a las actividades que en él se desarrollan.

Adicionalmente, se relacionan los criterios al confort acústico, cuando los niveles sonoros se encuentran por debajo de las recomendaciones por normatividad, los cuales evitan daños a la salud auditiva, al mantener una frecuencia que no molesta, ni perturba a sus receptores (ISSSL, 2010).

Confort Lumínico

El confort lumínico se refiere a la percepción de la luz a través del sentido de la vista, se hace notar que, el confort lumínico difiere del confort visual, ya que el primero refiere de manera puntual a los aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos relacionados con la luz, mientras que el segundo, se orienta principalmente a los aspectos psicológicos relacionados con la percepción espacial y de los objetos que rodean al individuo (Fuentes, 2010).

De esta manera se encuentra relacionado el factor de radiación solar, al implicar los dos componentes esenciales provenientes de los efectos de iluminación: aspectos térmicos y lumínicos, de tal forma que, si bien es cierto la luz natural por efecto de la radiación solar es el recurso más abundante en el planeta, en comparación con otras fuentes de energía natural, como primer aspecto se encuentra delimitada por cuestiones horarias y en segundo término, provee de una abundante cantidad de energía térmica (Fuentes, 2010).

Confort Olfativo

El confort olfativo, es relacionado a la percepción de un olor o aroma, a través del sentido del olfato (Fuentes, 2010). Resulta ser un factor considerable al abordar aspectos de percepción del aire y su calidad, puesto que la apreciación humana permite referenciar la condición del aire, de acuerdo con una cuestión de olor o color.

Es en este sentido que Fuentes (2010), considera dos vertientes para el análisis de confort olfativo. Al iniciar acerca del encauce de olores agradables, con el fin de producir una cierta sensación psicológica en el individuo, de ahí que, la arquitectura del paisaje a integrado la consideración de los aromas que brinda la disposición de específicos tipos de especies, con el fin de brindar una armonía estética y ambiental, en contraparte, a través del empleo de productos químicos que se buscan eliminar o enmascarar olores desagradables.

En cuanto a la segunda vertiente, la solución parece obvia, al buscar eliminar la fuente de contaminación ambiental; ya sea por cualquier tipo de desechos, sólidos, líquidos, químicos, naturales, etc.; así como retirar las fuentes de aparatos o medios de combustión o productores de gases contaminantes (Fuentes , 2010).

Confort Psicológico

En relación al confort psicológico, este involucra la percepción global del medio ambiente, desde el aspecto mental del sujeto o del conjunto de sujetos involucrados, conforme a sus experiencias y conocimientos, en función a su información previamente procesada y

analizada, de tal manera que, el individuo expresa una respuesta de satisfacción o desagrado a los estímulos ambientales (Fuentes, 2010b).

El confort psicológico en los espacios al aire libre se refiere a los sentimientos de tranquilidad, relajación y satisfacción que experimenta una persona cuando se encuentra en un entorno natural o exterior, a su vez, este resulta influenciado por una variedad de factores, como el diseño y la distribución del espacio, la presencia de elementos naturales como árboles, plantas, agua, así como características del entorno físico involucrado (EADIC, 2014).

Confort Electromagnético

El confort electromagnético, se encuentra relacionado a una ubicación geográfica, material y radiaciones artificiales, con el sistema energético humano, a partir de crear lugares equilibrados que potencien el desarrollo de una persona o actividades colectivas (Gómez, 2015b). De acuerdo con Gómez (2015b), los factores electromagnéticos que influyen los procesos vitales, son:

- Radiaciones vitales provenientes del cosmos y de la Tierra, magnetismo, radioactividad, energía térmica, telúricas y otras energías sutiles.
- Radiaciones artificiales, de origen antropogénico, como conducciones eléctricas, ondas de radio, tv., radares, motores eléctricos, transformadores y derivados de la industria.
- Derivados de materiales de construcción, por cualidades de radiación, evaporación de partículas más volátiles, erosión de partículas sólidas formadoras de “polvos, gérmenes, hongos”.

2.1.4. Ciudad y Espacio Público

En el siguiente apartado se distinguen los alcances temáticos referentes a las disciplinas en las cuales se enmarca el presente ejercicio de estudio, en los que se encuentran involucrados los campos de la Arquitectura y el Urbanismo, lo que resulta conveniente en su identificación teórica, a fin de prospectar y diagnosticar escenarios que posibiliten mitigar

riesgos ambientales en las ciudades latinoamericanas, al considerar los espacios públicos como elementos catalizadores de las transformaciones urbanas resilientes (BID, 2022).

2.1.4.1. Arquitectura y Urbanismo

La Arquitectura, se relaciona con el arte en la configuración de los espacios interiores y exteriores, por medio de elementos estables que le permiten servir una adecuada habitabilidad para el ser humano y el medio ambiente con el que se relaciona, en orientación a un desarrollo adecuado de actividades (Plazola, 1994: 329).

Vitrubio, señala que el profesional del diseño constructivo debe responder adecuadamente al espacio construido con respecto a las condiciones del lugar, tal cual el médico al brindar una respuesta al cuerpo humano (Vitruvio, S.I a.C pág.: 69-70), cuyos principios toman coincidencia a los que argumenta el arquitecto bioclimático Víctor Olgyay (1964), el cual promulga la integración del diseño con la naturaleza, y no en contra de ella.

Por otra parte, el Urbanismo es un término que se refiere al estudio de las características y el diseño de las ciudades y áreas urbanas (Ducci, 2012), se ocupa de planificar, desarrollar y gestionar entornos urbanos, al buscar crear ciudades habitables, sostenibles y eficientes que respalden las necesidades y objetivos de las personas que viven y trabajan en ellas (Schjetnan et al., 2008).

El Urbanismo es un campo amplio que abarca una variedad de disciplinas, que incluyen arquitectura, planificación urbana, geografía, sociología y economía, entre otras, se ocupa de temas como el transporte, vivienda, uso del suelo, espacio público y el tejido social y cultural de las comunidades Urbanas (BID, 2022).

En este sentido, se identifica la definición de Urbanismo, considerada como una terminología de una temporalidad reciente, retomada del año 1910 y se encuentra relacionada de acuerdo con Gaston Bardet “a la ciencia y teoría del establecimiento humano” (Mascareño-López, 2010).

El área urbanizada, se encuentra relacionada al territorio ocupado por los asentamientos humanos, los cuales cuentan con redes de infraestructura, equipamientos y servicios. Mientras que, los asentamientos humanos implican elementos, usos y costumbres, acerca del establecimiento de un colectivo demográfico, de acuerdo a un sistema de convivencia, en un área física determinada (Ducci, 2012).

Previo a ingresar a la temática explicada de ciudad, cabe identificar la referencia que marcan los conceptos entre Urbanismo y ciudad, la cual se distingue en la posición de participación en el espacio urbano, por quien lo habita, en la cual la ciudad "...hace la referencia a un contenido que recoge la práctica social, cultural y política que se engloba en la idea de *civitas*...[y]... la urbanización se refiere estrictamente a la vertiente más física o material del crecimiento urbano y su expansión en el territorio" (Muñoz, 2008: 33, citado por Aragón, 2010).

Al aplicar, de forma conceptual, un indicador en condiciones urbanas es considerado como una variable o estimación urbana que provee una descripción mayor o extendida, respecto a su descripción conceptual o representación directa, es decir, el indicador urbano contendrá una síntesis de una serie de variables de atención social, que explica por lo tanto un valor significativo para la sociedad involucrada, así a través de la definición estadística que implica su procedimiento (Rueda, 1999a).

2.1.4.2. Ciudad

Al distinguir el origen etimológico proviene de la palabra ciudad, proveniente del latín "*civitas*" (RAE, 2022), en cuyo término contiene implicaciones al concepto de ciudad, se abordan los aspectos relacionados a la ubicación de las ciudades, puesto que su concepto se encuentra inserto en el territorio con una ocupación urbana (ONU Habitat, 2022b).

Ahora bien, para obtener un acercamiento al concepto de ciudad, hay que considerarla dentro de la teoría de los sistemas complejos, en el sentido de apreciar a la ciudad como un ente vivo, dinámico, esto a partir de la interacción multifactorial de sus procesos históricos,

demográficos, económicos, sociales, espaciales y ambientales involucrados en el desarrollo de un territorio, y como estos factores conllevan a sistemas mayores o sub sistemas, con los que se producen correlaciones (Mascareño-López, 2010).

Consecuentemente, la ONU Habitat (2020) relaciona al concepto de ciudad, como “asentamiento humano libre de discriminación por motivos de género, edad, estado de salud, ingresos, nacionalidad, origen étnico, condición migratoria u orientación política, religiosa o sexual”.

Por lo tanto, la ciudad resulta en un espacio receptor de las dinámicas socio-económicas, administrativas e interacciones y evoluciones ecosistémicas. En consecuencia, es un derecho de todos los ciudadanos, “habitar, utilizar, ocupar, producir, transformar y disfrutar ciudades, pueblos y asentamientos urbanos justos, inclusivos, seguros, sostenibles, saludables y democráticos, definidos como bienes comunes para una vida digna” (ONU Habitat, 2020a).

2.1.4.3. Espacio Público

En relación a la definición del espacio público, inicialmente se retoma la referencia que marca la ONU Hábitat (2018), la cual los identifica como “lugares de propiedad pública o de uso público, accesibles y agradables por todos de forma gratuita y sin afán de lucro. Incluye calles, espacios abiertos e instalaciones públicas” igualmente identifica que, “los espacios públicos bien diseñados y administrados, representan un activo muy importante para una ciudad y tienen un impacto positivo en la salud y bienestar de sus habitantes, además aporta a mitigar el impacto por el cambio climático”.

Para Borja (2011) “la ciudad es ante todo el espacio público y el espacio público es la ciudad” referido a que los habitantes de una ciudad se representan en la forma y uso de las interacciones y demostraciones que se desarrollan en los espacios de acceso colectivo y democrático, “...donde se construye la memoria colectiva y se manifiestan las identidades múltiples y las fusiones en proceso”.

En cuanto a la definición de los elementos presentes en el espacio público Bazant (2013) y Shjetnan; Calvillo; Peniche (2004), aportan una serie de aspectos que comprenden al diseño urbano, en el cual se encuentran inscritos los objetos de estudio, como lo son: medio físico natural, medio físico artificial, equipamiento y las particularidades sociales que se presentan en el sitio.

Espacios Públicos Urbanos

Mientras que, la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (2016), determina los espacios públicos como áreas verdes, espacios abiertos, plazas, calles peatonales, predios de los asentamientos humanos destinados al uso, disfrute o aprovechamiento colectivo, mobiliario urbano, infraestructura de transporte, de acceso generalizado y libre tránsito.

Por otra parte, el Diario Oficial de la Federación, en su normativa (NOM-001-SEDATU, 2021), identifica al espacio público, como: “un elemento estratégico para el desarrollo sostenible de una ciudad”. Lo cual implica aspectos de gobernanza de una ciudad y, por ende, acerca de las gestiones que se encuentran involucrados sus ciudadanos, respecto a su calidad de vida individual y colectiva.

Otra valiosa aportación por parte de la NOM-001-SEDATU (2021), resulta en la identificación de las categorías de clasificación de los espacios públicos, con motivos en denominación, homologación y empleo de terminologías, características y componentes a implementarse en los diferentes planes y programas de desarrollo urbano, y estas se resuelven, conforme a tres consideraciones: función; administración; y de escala de servicio.

Espacios Públicos Abiertos

Los espacios públicos abiertos, resultan ser lugares de uso público o de propiedad pública, agradables y accesibles al público, de forma gratuita (ONU Hábitat, 2018a), estos forman parte del sistema de integración en los asentamientos humanos, en condiciones del territorio rural o urbano (NOM-001-SEDATU, 2021), por lo tanto son espacios de uso colectivo y

democrático, áreas, espacios abiertos, destinados al uso, disfrute y aprovechamiento generalizado por los propios pobladores, para el desarrollo de sus actividades y libre manifestación de sus múltiples identidades, las cuales permiten la construcción de una democracia, el debate, ciudadanía y la memoria en colectivo (Borja, 2011).

2.1.5. Equipamiento y Condición Urbana

A fin de profundizar en la definición de equipamiento y condición urbana, el Diario Oficial de la Federación (DOF), señala al equipamiento urbano como: “...es el conjunto de inmuebles, instalaciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los Servicios Urbanos para desarrollar actividades económicas, sociales, culturales, deportivas, educativas, de traslado y de abasto” (NOM-002-SEDATU, 2022).

En este mismo documento, se identifica al equipamiento público, de ser financiado principalmente por el Estado y mantener una cobertura para la población en general:

“Un principio del equipamiento público es estar vinculado a acciones para mejorar la calidad de vida de la población, particularmente de la más desfavorecida, para mitigar las externalidades negativas del mercado como puede ser la exclusión y para satisfacer los déficits que presenta cada sector, convirtiéndose así en espacios fundamentales para la consolidación de los núcleos urbanos” (NOM-002-SEDATU, 2022, p. 4).

De igual forma, la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU), determina una clasificación del equipamiento urbano integrado por subsistemas existentes dentro de una preclasificación de actividades, al ser agrupados por elementos que presentan funciones y servicios similares, que se apoyan y complementan entre sí conforme a su nivel de especialidad (Tabla 10).

Tabla 10.
Clasificación del Equipamiento Público y Privado.

Actividades Señaladas en la Ley	Subsistemas de Equipamiento
Económicas	Comercio y Servicios Financieros Especiales
Sociales	Administración Pública y Servicios Urbanos Públicos y Concesionados
	Asistencia Social
	Salud Pública y Privada
Culturales	Cultura y Recreación
Deportivas	Deporte
Educativas	Educación Pública y Privada
	Comunicaciones
De Traslado	Transporte
De Abasto	Abasto

Nota. - Cada subsistema se relaciona conforme a sus características físicas y correlaciones con otros elementos de equipamiento y usos de suelo (básico, intermedio y de mayor complejidad). Fuente: (NOM-002-SEDATU, 2022, p. 7).

A partir de la anterior tabla, permite asumir que los espacios públicos abiertos, se encuentran relacionados de acuerdo a actividades sociales, las cuales forman parte de un subsistema de equipamiento orientado a servicios públicos urbanos, en este sentido, alude a una atención colectiva del tejido social, en las ciudades mexicanas.

Entorno Natural

Son considerados como elementos naturales: “los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre” (LGEEPA, 2022). Por otra parte, Aragón (2015), ubica el aspecto “natural”, como una condición intermedia, entre los elementos naturales que se encuentran directamente en la naturaleza agreste, tal cual lo referencia la LGEEPA, cuyas condiciones se presentan sin ninguna

intervención humana específicamente, en contraparte a las condiciones artificiales, las cuales representan los elementos creados por el hombre.

En este sentido “lo natural”, representa las condiciones intermedias entre una adaptación de los elementos naturales y los medios artificiales, tal cual los organismos vegetales, animales y elementos abióticos, se relacionan entre sí, se adaptan y desarrollan las dinámicas presentes en el medio físico, por lo cual representa una injerencia humana directa en la manipulación de las condiciones que se presentan en el espacio, como se referencia en el apartado del medio físico.

Entorno Construido

A continuación, se realiza en contraparte a las condiciones del entorno natural, una relación respecto a los diversos escenarios que presentan los entornos contruidos y sus recursos por infraestructuras verdes, grises y azules, enfocados primordialmente de acuerdo a entornos urbanizados, a razón del factor de representatividad para el presente estudio.

Infraestructura Verde

El concepto de infraestructura verde, hace referencia a un sistema donde interactúan las esferas humanas y ambientales, al considerar el aspecto ambiental, como el eslabón indispensable para el soporte y calidad de vida del ser humano, al proporcionar servicios ecosistémicos fundamentales para la sostenibilidad de las dinámicas sociales, además de su relación directa con implicaciones micro climáticas (SEDATU; SEMARNAT; AMEXCID, 2018).

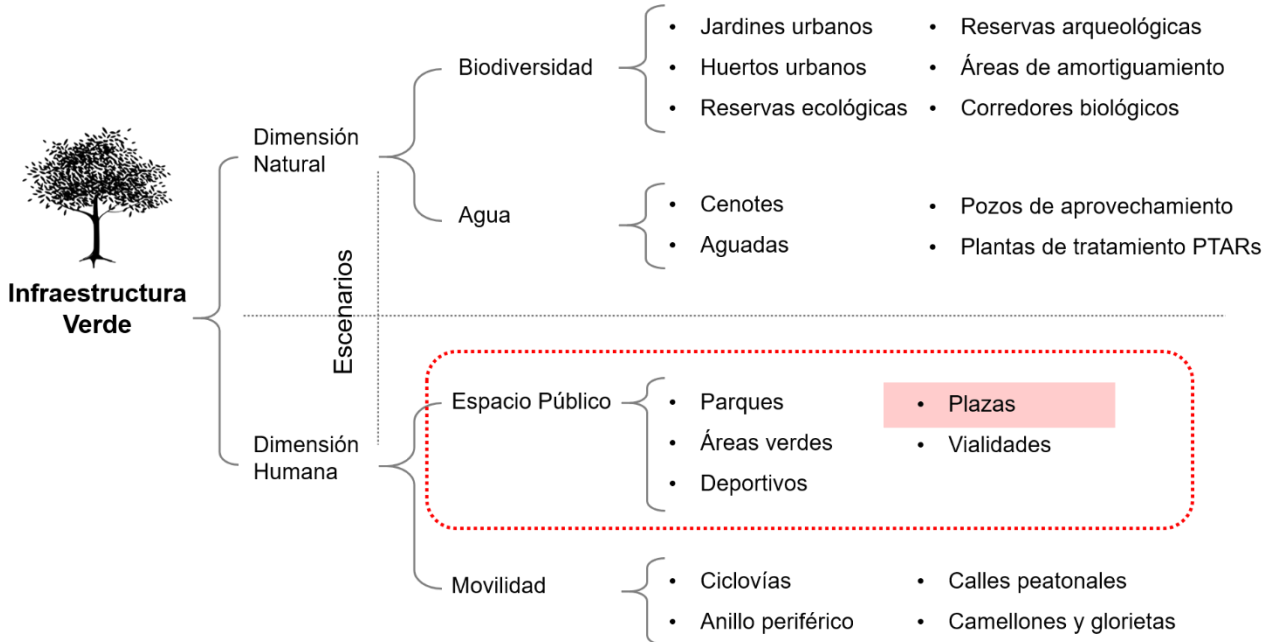
Además, la CE (Comisión Europea, 2019) considera las infraestructuras verdes como una red estratégicamente planeada para enlazar las áreas naturales y seminaturales con otros elementos que transmiten en un rango mayor los servicios ecosistémicos, los cuales incorporan espacios verdes o azules (en caso que corresponda a aspectos acuáticos), así como diversos aspectos terrestres (como las costas) y áreas marinas.

Por otra parte, las infraestructuras verdes son aquellas infraestructuras naturales que aportan beneficios ecosistémicos a la población, a razón de proporcionar seguridad, salud y

bienestar social, de acuerdo con evidenciadas por recursos de: naturaleza existente o de intervención humana (Natuhara, 2018).

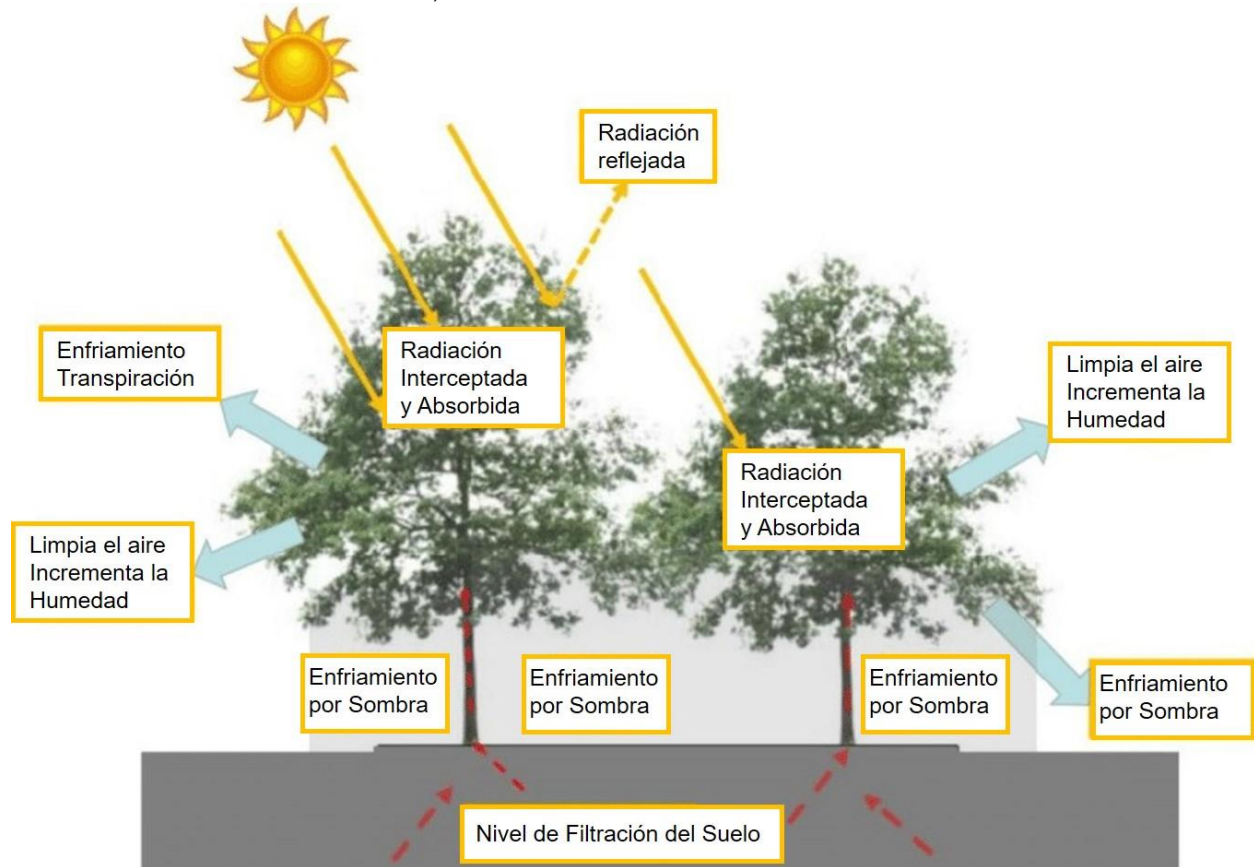
Cabe agregar que la Asociación Nacional de Parques y Recreación de México (ANPR, 2021), indica un dimensionamiento para la infraestructura verde, a partir de condiciones naturales a través de elementos como el agua y la biodiversidad, mientras que, respecto a implicaciones humanas, estos profundizan en las características de espacios públicos y aspectos de movilidad, como se aprecia en la siguiente Figura 14.

Figura 14.
Esquema de dimensionamiento de la infraestructura verde.



Fuente: Elaborado a partir de Asociación Nacional de Parques y Recreación de México (ANPR, 2021).

La infraestructura verde toma presencia en condiciones rurales y urbanas, las cuales mantienen un enlace entre sí, razón por la cual se identifica como una red que implica múltiples beneficios en el soporte de una economía verde, que promueve una calidad de vida, al posibilitar las condiciones óptimas para la biodiversidad y la habilitación de ecosistemas cuya condición de calidad posibilita la prevención de riesgo por desastres naturales, calidad del agua, calidad del aire, calidad de los espacios recreativos y a escala climática, propicia una mejor adaptación y mitigación de los espacios involucrados (CE, 2019), (Figura 15).



Fuente: Elaborado a partir de CE (2019).

Derivado del anterior esquema alusivo a las virtudes de brindan las áreas verdes, las especies vegetadas colocadas, de acuerdo a la ONU (2022a), un árbol joven y sano, enfría el equivalente a 10 aires acondicionados, equivalentes a estar en función durante 20 h al día, además estima la condición de absorber diariamente la contaminación generada por 100 autos, por lo tanto, hace referencia a procesos de purificación de las partículas del aire contaminado, reduce los índices acústicos de una zona involucrada, protege del sol, la lluvia u otros fenómenos naturales, inclusive alude la disminución de la temperatura ambiente, hasta -5 °C.

Por lo tanto, en condiciones de climas cálidos, resulta conveniente, integrar estos planteamientos de infraestructura verde, en relación a criterios de ahorros de energía por sistemas de refrigeración, así como aplicado en zonas urbanas, posibilita la reducción del efecto de Isla de Calor Urbana (UHI), y en consecuencia, facilitan las condiciones de habitabilidad en

áreas exteriores, además de resultar un elemento natural, que contribuye a evitar la erosión del suelo y fungir como pequeños ecosistemas que alojan animales e insectos (ONU, 2022a).

De este modo, se ubica la infraestructura verde, como un elemento importante en el espacio construido, no sólo para satisfacer una necesidad instintiva de protección o decoración, sino que además, se presenta el encausar y modificar el entorno natural para así crear condiciones propicias para el bienestar y desarrollo humano, criterio tan antiguo como el hombre mismo, en un principio surge como una respuesta del ser humano al medio físico, al comprender éste, su limitada capacidad para adaptarse biológicamente a las condiciones del clima (Magdaleno, et al., 2018).

Infraestructura Gris

Los desafíos aparecen conforme toma presencia un progresivo proceso de concentración de la población en condiciones urbanizadas, lo cual representa la substitución de las superficies que algún momento fueron suelos naturales, a ser sustituidos por concretos y asfaltos, lo cual disminuye la permeabilidad del agua a los procesos naturales de alimentación de los mantos acuíferos, en este sentido, se transforma el ciclo natural del agua, por zonas urbanizadas, lo que ocasiona alteraciones climáticas, afectando infraestructuras verdes endémicas, permeabilidad y erosión de suelos, así como evitar la proliferación natural de floras y faunas involucradas (EC, 2019).

Infraestructura Azul

La infraestructura azul urbana se refiere a la red de masas de agua naturales y artificiales dentro de una ciudad o área urbana, como lagos, ríos, canales, humedales y sistemas de gestión de aguas pluviales, resultan elementos del paisaje urbano, los cuales brindan una variedad de beneficios, que incluyen control de inundaciones, purificación de agua, oportunidades recreativas y hábitat para la vida silvestre, por lo cual, contribuyen a mitigar el efecto de isla de calor y propician mejorías en la calidad del aire del territorio, por lo que, la infraestructura azul urbana igualmente representa un papel relevante orientada en la

adaptación al cambio climático, al proporcionar resiliencia a los fenómenos meteorológicos extremos, como fuertes lluvias y olas de calor (Magdaleno, et al., 2018).

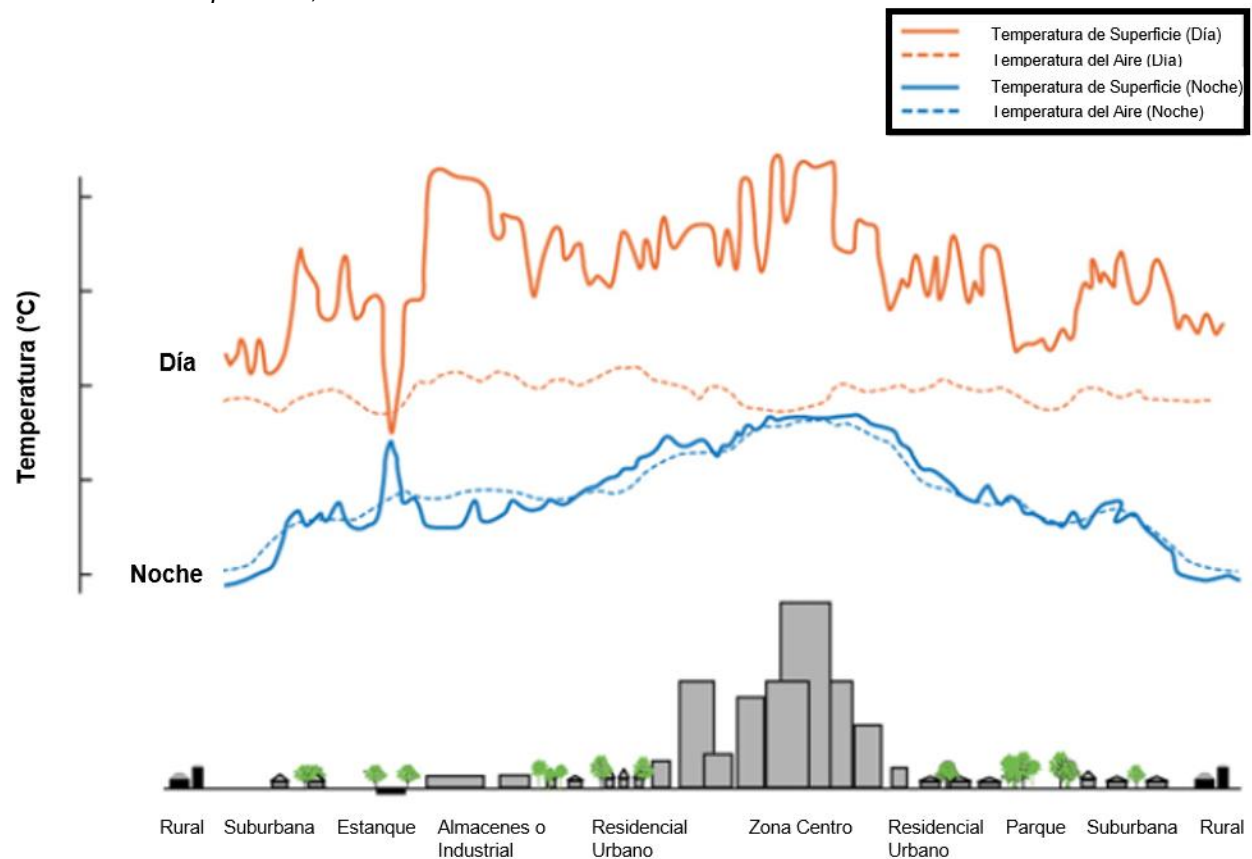
En este sentido, la infraestructura azul, se encuentran estrechamente relacionada a la infraestructura verde, donde cuyos componentes y procesos relacionados a los recursos hídricos, contemplan el compromiso de asumir su funcionamiento y los servicios que aportan, al asumir una revaloración de la infraestructura azul, con respecto al suministro, eficiencia y gestión del agua, alusivas en aspectos cruciales adicionales a contrarrestar los efectos del cambio climático, pero aún más en relación a implicaciones sociales vitales y por consiguiente de inequidad social, lo cual equivale en criterios de justicia ambiental (ARUP, 2018).

Isla de Calor Urbana

Como resultado de una acelerada urbanización a la época reciente, más del 50% de la población global se encuentra en las ciudades (ONU Habitat, 2020b), derivado de lo anterior, se evidencian problemáticas a partir de esta acumulación poblacional progresiva, entre las cuales, se presentan asociaciones directas con los efectos de Isla de Calor Urbana (UHI), por sus siglas en inglés (*Urban Heat Island*), efecto identificado como la diferencia climática que se presenta para condiciones de zonas urbanizadas, respecto a los registros localizados en ambientes rurales (Tumini, 2013).

La intensidad de la isla de calor urbana, excede los 10 K, en bastantes ciudades, conforme a consideraciones dependientes de las propiedades constructivas urbanas y condiciones climáticas locales (Marincic, 2022). Como se aprecia en la siguiente comparativas de registros de temperaturas, durante el día y la noche, de acuerdo a diversas morfologías de ocupaciones del territorio, como se aprecia en la siguiente Figura 16.

Figura 16.
Efectos en la temperatura, de acuerdo a UHI.



Fuente: Extraído de ESS (2020).

En este sentido, la anterior figura permite cotejar y distinguir entre los registros de temperatura de las superficies y las situaciones en el aire para zonas de centros urbanos, residenciales urbanos, parques, zonas suburbanas y rurales, lo cual indica que durante el día, si bien se aprecia una condición alta y constante, esta resulta ser de mayor temperatura en las zonas centro urbanas, en comparación a zonas periféricas y/o rurales (ESS, 2020).

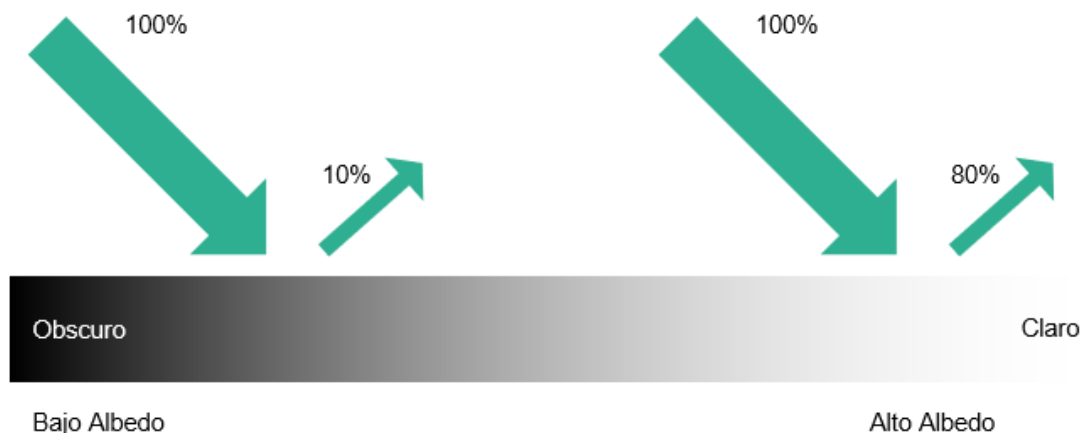
Mientras que, para el periodo de noche, si bien presenta para ambos registros de temperaturas, menores valoraciones en comparación al día, estas expresan un incremento diametralmente significativo para la zona del centro urbano, en contraste a las condiciones rurales, lo cual alude a mayores efectos de evaporación por condiciones de materiales superficiales en concreto y asfalto, a diferencia estimada con mayor proporción de superficies de terracerías y materiales permeables de zonas rurales (Figura 16), (ESS, 2020).

Albedo Urbano

Adicionalmente a los efectos derivados del UHI, se identifica al albedo urbano, como una medida de la reflectividad de la radiación solar, el cual, es determinado por la cantidad de luz reflejada o absorbida por una superficie o material, de acuerdo a las condiciones constructivas y materiales determinados de un emplazamiento (Bustamante, 2017).

En este sentido, los objetos o superficies en condiciones superficiales de tonalidades más claras reflejarán una mayor cantidad de radiación solar, lo que brinda como resultado un albedo igualmente elevado (80.0 %), en contraparte, los objetos más oscuros absorben mayor radiación solar y en consecuencia reflejan menos luz (10.0 %), lo que equivale a un bajo albedo (Bustamante, 2017), representado en el siguiente esquema (Figura 17).

Figura 17.
Estimación de porcentajes de albedo, conforme a tipo de color.



Fuente: Extraído de ESS (2020).

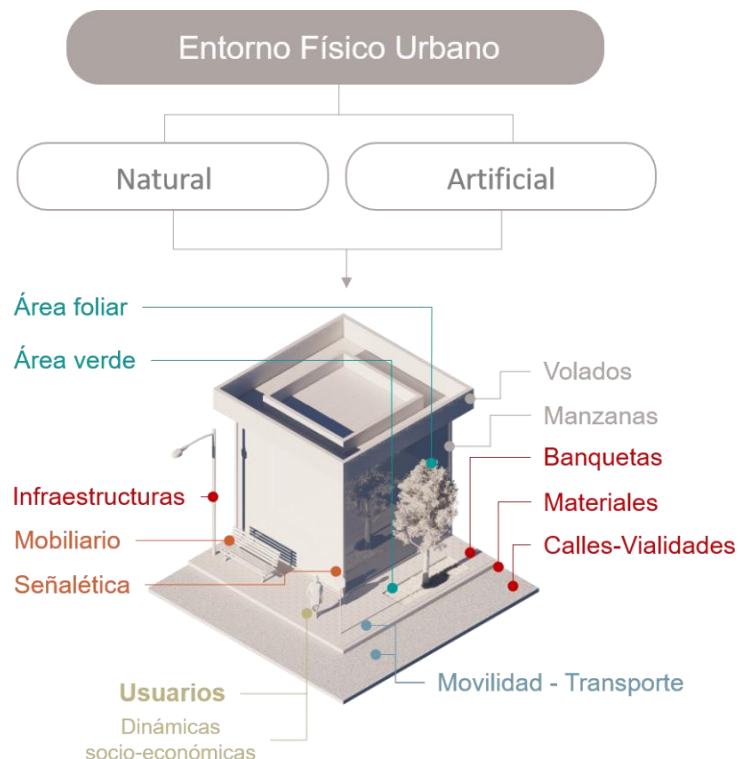
De tal manera que, la apreciación del albedo urbano, además de aportar condiciones al ambiente térmico, permite asumir implicaciones en las condiciones de confort de los ocupantes, por lo tanto, infiere la necesidad de caracterización respecto a las condiciones del medio físico, de un determinado emplazamiento, que permitan la evaluación, con un determinado grado de profundidad, que conlleve a la influencia en las percepciones subjetivas de los usuarios en espacios exteriores.

Calor Antropogénico

De acuerdo con la EPA (2011), el calor antropogénico resulta como un producto de las actividades humanas, al aportar calor al fenómeno de la UHI, el cual proviene de una diversidad de fuentes, como consecuencia del gasto energético de las edificaciones por calentamiento o refrigeración, así como el almacenamiento, transportación y procesos industriales, los cuales conforme a sus niveles de intensidad, implican una correspondiente aportación térmica al entorno inmediato (EPA, 2011).

A manera de conclusión por apartado, se permite asumir, las condiciones presentes para el estudio que involucra el entorno físico urbano, a partir de apreciarlo desde sus dos vertientes, natural y artificial, cuando la primera generalmente se encuentra modificada constructivamente hablando, en el emplazamiento, respecto a las áreas verdes, nivel de permeabilidad del suelo y volumen correspondiente de corona vegetal o índice de área foliar (LAI – Leaf Area Index), como se aprecian sus elementos en la siguiente Figura 18.

Figura 18.
Diagrama del entorno físico urbano.



De esta manera, se contextualiza el acercamiento respecto a la definición del concepto de ambiente y sus implicaciones sociales, espaciales y medios físicos, los cuales se encuentran sujetos, en mayor o menor medida, a las dimensiones específicas de un emplazamiento determinado.

2.2. Marco Teórico

De acuerdo con Hernández (et al., 2014) desarrollar una revisión exhaustiva de la literatura, permite obtener con mayor amplitud una perspectiva teórica acerca del fenómeno de estudio, abordado con antelación por la comunidad científica, conforme a las líneas de investigación pertinentes, a razón de acotar la problemática considerada, así como refinarlo para su contextualización.

2.2.1. Enfoques de Confort

Una vez realizado el acercamiento conceptual respecto a los abordajes en la definición de confort y su contexto ambiental en espacios exteriores, los acercamientos retomados para su análisis fueron a través de dos enfoques teóricos: adaptativo y predictivo (Critchfield, 1974, citado por Rincón, 2015), mismos que han sido retomados de estudios preferentemente térmicos, a partir de resultar en mayor profundidad de investigación y sustentos teóricos, además de resultar ser la variable en el ambiente, de mayor peso en la percepción de los ocupantes (5.3.10. Apreciación de Variables con Mayor Influencia en Votos de Confort).

2.2.1.1. Enfoque Adaptativo

En el enfoque adaptativo, hace referencia a trabajar con datos de campo, las variaciones exógenas son continuas y el individuo es estudiado en su hábitat (Critchfield, 1974, citado por Rincón, 2015), por lo tanto, representa un enfoque de estudio cuasi experimental, de acuerdo con Hernández (2014), en el cual, se considera que el sujeto implicado se encuentra en su hábitat natural, conforme a condiciones climáticas y ambientales de variación constante, las cuales no son controlables en este caso por el investigador.

En este sentido, la persona es considerada como un sujeto participativo en búsqueda del balance térmico con el ambiente involucrado, proceso condicionado, respecto a su contexto endógeno, como resultan: sus condiciones metabólicas, nivel de actividad y arropamiento, y exógeno, en relación a las situaciones ambientales, del estado del tiempo y del medio físico, en las cuales se involucra el individuo, y éstas derivan en su toma de decisión, respecto a las formas de habitar el espacio determinado (Rincón, 2015).

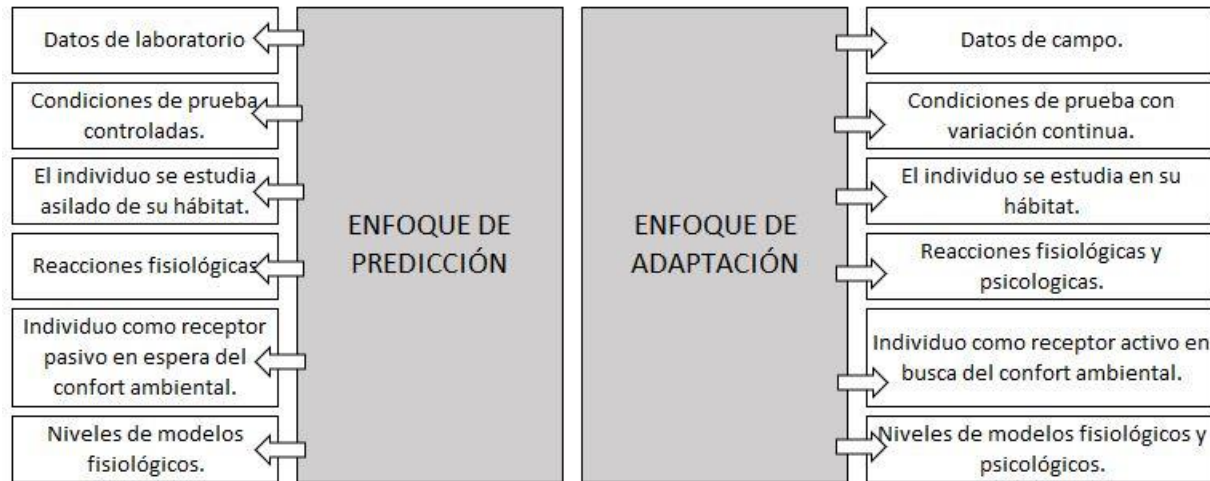
Por lo cual, éste enfoque relaciona además de aspectos fisiológicos, criterios psicológicos, al tomar como base los principios de temperatura de confort, en referencia a la temperatura media exterior, en consecuencia, constará la documentación respecto a las apreciaciones obtenidas en campo, tanto de los registros del ambiente, como la percepción subjetiva de los usuarios involucrados.

2.2.1.2. Enfoque Predictivo

Por otra parte, el enfoque predictivo, se desarrolla bajo condiciones de prueba controladas de laboratorio, por lo tanto contiene un enfoque de estudio experimental, en la cual el individuo es estudiado en su hábitat y se visualiza como un receptor pasivo, de las condiciones ambientales en las que se encuentra, de esta manera se registran sus reacciones fisiológicas, voluntarias e involuntarias, donde la aclimatación es la condición prevaleciente durante este enfoque, cuya base se encuentra en los estudios de fisiología humana y el balance energético que se produce por parte del sujeto y el ambiente térmico (Rincón-Martínez, 2023d).

A través de estos planteamientos, se identifican los criterios que conlleva realizar un estudio con un enfoque de predicción, en comparación a los elementos con enfoque de adaptación (Figura 19).

Figura 19.
Elementos de los Enfoques de Predicción y Adaptación.



Fuente: Adaptado de Humphreys y Nicol (1998); Bojórquez (2010); Rincón-Martínez (2023c).

Humphreys, considera al comportamiento humano como un elemento esencial sobre la búsqueda del confort térmico, puesto que plantea que un individuo buscará de manera instintiva la forma de adaptarse al ambiente térmico en que se encuentre y tratará de restaurar las condiciones de comodidad (Bojórquez, 2010, pag: 37).

Hasta la segunda mitad del siglo XX, el enfoque cuantitativo mantenía una hegemonía sobre los estudios de confort térmico, pero fue durante este periodo cuando su fortaleza empezó a menguar a partir de las investigaciones de Bush (1995), donde se realizaron estudios respecto a los resultados obtenidos en otras ciudades y países con climas tropicales y en edificaciones naturalmente ventiladas, al mostrar una serie de diferencias entre los planteamientos del enfoque cuantitativo de Fanger y los índices de ISO 10551 (2019) e ISO 7730, los cuales demostraron que no describían las condiciones de confort, de las personas “reales”, pues subestiman la capacidad adaptativa (citado por Gómez; Bojórquez; Ruiz, 2007, pág. 49).

En este sentido, la relevancia respecto a hondar en el estudio cuantitativo de los aspectos psicológicos, así como el considerar de una forma más realista los planteamientos de balance energético entre el cuerpo humano y el entorno, con el fin de abatir las posibles vertientes que se puedan presentar entre uno u otro enfoque (Gómez, et al., 2007).

2.2.2. Modelos de Confort

Un modelo, se expresa como una representación ideal que fundamenta la existencia y orienta el rumbo a seguir o reproducir, de un criterio o método escalado y posicionado, a través de recursos matemáticos, gráficos, estadísticos o informáticos, con el objetivo de facilitar la comprensión de una determinada situación o condición (Carvajal, 2002); (RAE, 2022); (Rincón-Martínez, 2023a).

2.2.2.1. Modelos de Confort Térmico

Ahora bien, los modelos gráficos equivalen a una representación de un objetivo referente, estos pueden ser representados por diversas entidades, tales como objetos, fenómenos, procesos, ideas y/o sistemas (Acevedo-Díaz et al., 2017).

Temperaturas Neutras y Zonas de Confort

Uno de los recursos para ubicar las preferencias de confort en espacios exteriores, resultan en el modelo que valora las condiciones de Temperatura Neutra (T_n), la cual estima un rango de condiciones de confort térmico para los habitantes locales, en base a los registros históricos meteorológicos de lugar implicado, misma que a su vez, de acuerdo a diversos autores, posibilita extender esta consideración, hacia márgenes de extensión superior e inferior, referenciadas conforme a las valoraciones de temperatura, las cuales son determinadas como zonas de confort máximas y mínimas (Gómez et al., 2007).

$$T_n = b + m (Tem)$$

Donde:

T_n = Temperatura de neutralidad o confort

b = Punto de corte al eje de las ordenadas

m = Pendiente de la recta de regresión

Tem = Temperatura exterior promedio

En este sentido, Gómez, et al, (2007), relacionan a diversos autores, cuyos modelos de confort en exteriores, se han distinguido a nivel internacional, por sus aproximaciones a los valores de temperaturas de neutralidad con mayor certeza para sus habitantes, en cualesquiera

de las regiones que se encuentre el lugar determinado, al ser la más recurrida por la comunidad científica, la desarrollada por Auliciems (1981), como se desglosa en la Tabla 11.

Tabla 11.

Valores de b y m para la construcción de modelos de confort térmico.

Autor	b	M
Humpreys (1976)	11.9	0.534
Auliciems (1981)	17.6	0.31
Griffiths (1990)	12.1	0.534
Nicol et al. (1993)	17.0	0.38
Brager-De Dear (1998)	17.8	0.31
Humpreys-Nicol (2000)	13.5	0.54

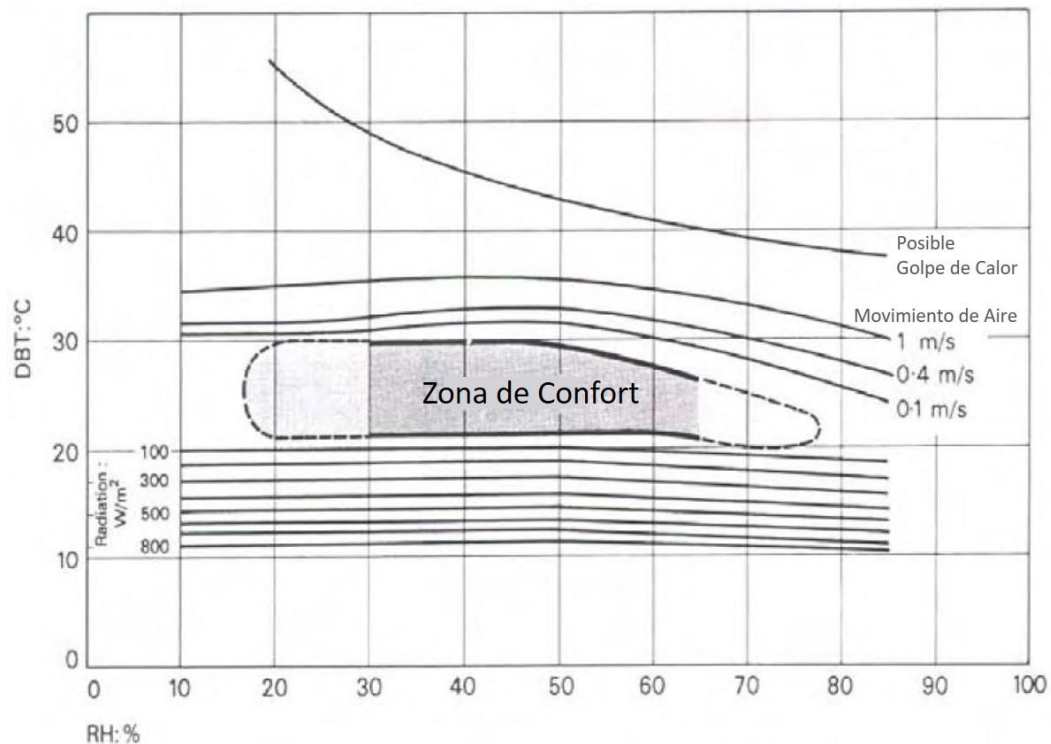
Fuente: Elaborado a partir de Gómez, et al, (2007).

Cabe agregar que, una vez ubicadas las temperaturas neutras, se les consideran como Zonas de Confort Máximo (ZCmax), al agregar +2.5 °C, a las valoraciones neutras, mientras que equivaldrá a una Zona de Confort Mínimo (ZCmin), al agregar un margen de -2.5 °C, lo cual deriva en el establecimiento de los rangos superiores e inferiores, respectivamente (Gómez et al., 2007); (Luna, 2021); (Rincón-Martínez, 2023d).

Carta Bioclimática de Olgyay

La carta bioclimática de Olgyay (1963), es la primer aproximación avalada por la comunidad científica, además del gremio de las disciplinas de arquitectura, ingeniería y diseño, en la cual, la principal determinante consiste en la identificación de la temperatura neutra, de una región en específico, valor que una vez determinado, posibilita la visualización de estrategias para la promoción de condiciones de confort, a través de criterios de humidificación, ventilación y radiación solar, así como haber determinado el nivel de actividad metabólica, como se aprecia en la siguiente Figura 20.

Figura 20.
Carta bioclimática de Olgyay.



Fuente: Extraído de Olgyay (1963).

Cabe destacar que, en el eje vertical ("y"), se estiman los parámetros de temperatura del bulbo seco, por otra parte en el eje horizontal ("x"), se relacionan los niveles de porcentaje de humedad, mientras que, en la parte central del modelo, se ubica una zona de confort, la cual está establecida por la correlación de los diversos parámetros involucrados, entre las cuales, destaca el cruce de una línea de sombreado, la cual contribuye a la serie de estrategias que permiten la toma de decisión a fin de proveer condiciones de confort (Figura 20).

Confort Basal

Por otra parte, Auliciems y Szokolay (1997), establecen un modelo de confort basal, el cual expresa un balance térmico energético del cuerpo humano, conforme a su nivel de actividad y gasto metabólico, mismo que promueve que el cuerpo debe encontrarse entre 58.2 W/m², conforme a su nivel de actividad y será estimado por la siguiente ecuación:

$$M \pm R \pm Cv \pm Cd - E = \Delta S (W)$$

Donde:

M = Rango metabólico

R = Retícula de radiación

Cv = Convección

Cd = Conducción

E = Pérdida de calor por evaporación

$\Delta S (W)$ = Cambio de calor almacenado

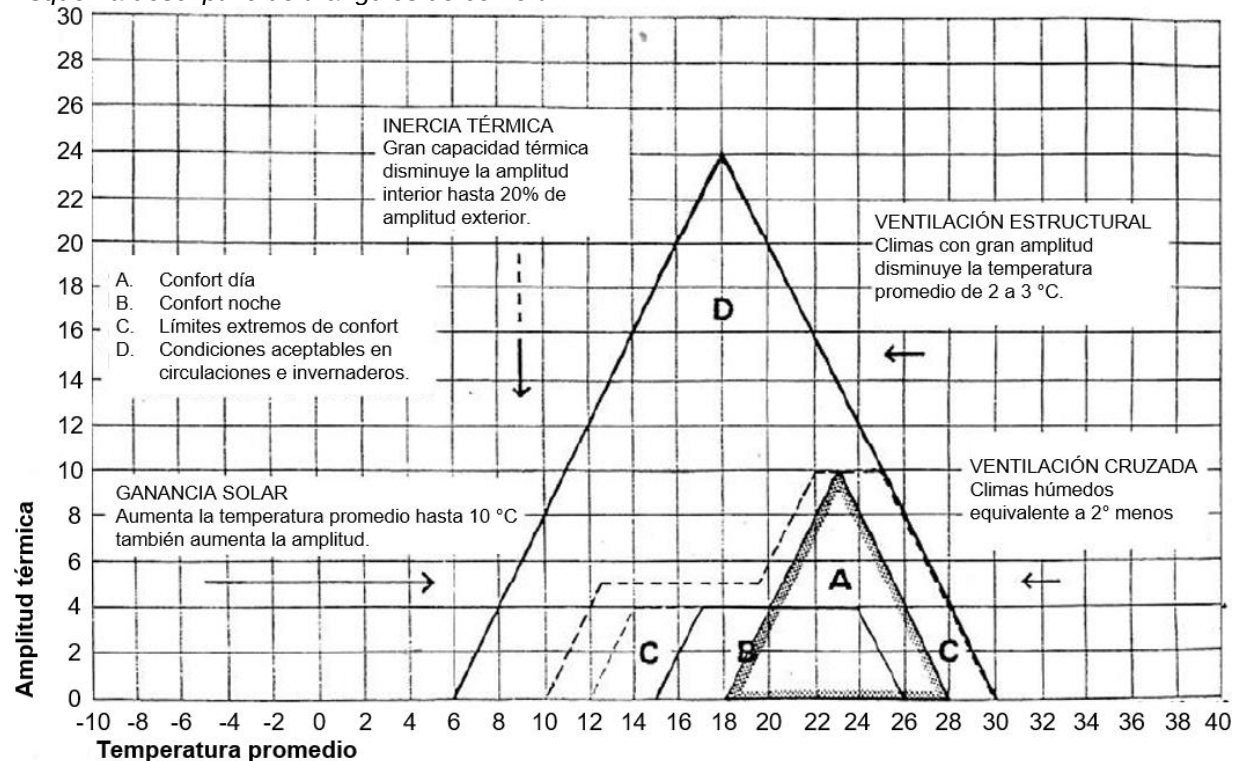
Por otra parte, este criterio ha sido sustituido por planteamientos que involucran, si bien es cierto, la misma referencia hacia un registro de la condición fisiológica (corporal), pero se agregan los criterios psicológicos (mental), que un sujeto o un grupo de individuos, perciben del ambiente en el espacio que se encuentran involucrados, al recabar percepciones subjetivas y cuantitativas, lo que evoluciona hacia una visión holística de la condición de confort.

Triángulos de Confort

De modo semejante, Evans (2007), expone un modelo denominado “triángulos de confort”, el cual promueve además de una identificación de las condiciones de confort por oscilación de temperaturas, así como influencias por parámetros de ventilación, inercia térmica, ganancias internas y solares, como se describe en la siguiente Figura 21.

Figura 21.

Esquema descriptivo de triángulos de confort.



Fuente: Extraído de Evans (2007).

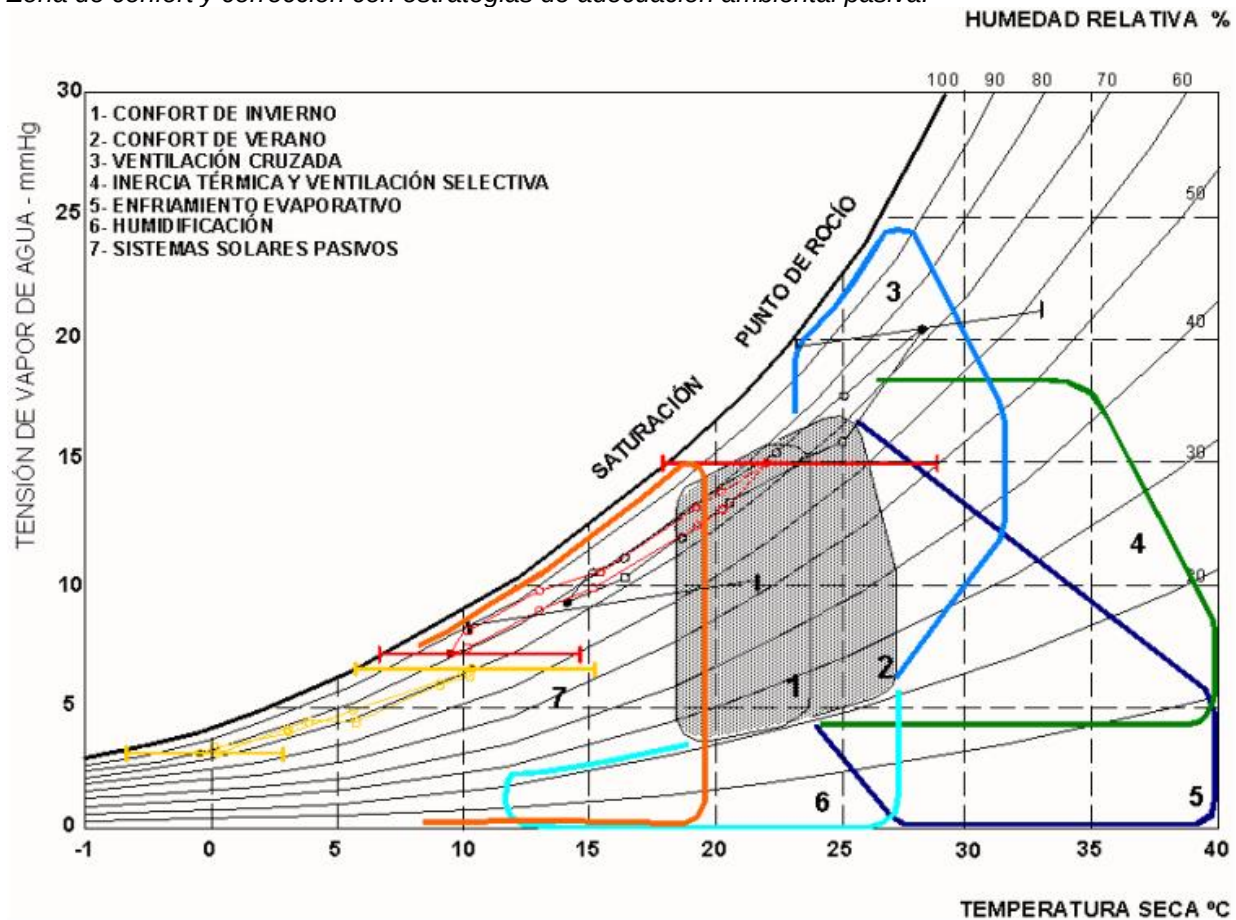
En este sentido, los triángulos de confort, distinguen entre el eje de las abscisas conforme a las temperaturas promedio y en el eje de las ordinales, registrado por la amplitud térmica, como se aprecia en la anterior Figura 21. Por lo anterior, el modelo de triángulos de confort, aporta el cuantificar además de las variables por temperatura, la estimación de ventilación y aspectos de gasto energético por inercia térmica, conforme al nivel de actividad que el usuario, desarrolla.

Tabla Psicrométrica

Aunado a los modelos anteriores, Givoni (1981) establece un modelo denominado carta psicrométrica o ábaco psicométrico, el cual relaciona diversos parámetros micro climáticos, como la temperatura del bulbo seco (°C), bulbo húmedo (°C), humedad relativa (%), punto de rocío (°C), humedad específica (kg/kg), entalpía (Kcal/kg) y volumen específico, como se expresa en la siguiente Figura 22.

Figura 22.

Zona de confort y corrección con estrategias de adecuación ambiental pasiva.



Fuente: Extraído de Martín-del Toro (2018).

En la presente carta psicrométrica (Figura 22), además de relacionarse los diferentes parámetros antes mencionados, sus valoraciones rodean una zona de confort, extendida a estimaciones de confort durante invierno (mínimas), así como durante verano (máximas), además que destaca el agregar la visualización de estrategias bioclimáticas, como: sistemas de control pasivos, humidificación, ventilación cruzada, inercia térmica y ventilación efectiva, enfriamiento evaporativo.

COMFA – Formula de Confort

El modelo de confort desarrollado por Brown y Gillespie (1995), es un modelo matemático, el cual busca describir el balance térmico humano, basado en cuatro elementos: tasa de transpiración, cuerpo central, temperatura de la piel y cuyo objetivo energético se

encuentra estimado en una escala de cinco puntos que oscilan entre $\pm 150 \text{ W/m}^2$, y para las condiciones generales del modelo, se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$B = M + RRT - C - E - L$$

Donde:

M= Calor metabólico (W/m²)

RRT= Radiación solar corta y larga (W/m²)

C= Pérdida de calor por convección (W/m²)

E= Pérdida de calor por evaporación (W/m²)

L= Radiación terrestre emitida (onda larga, W/m²)

Ahora bien, mientras más cercano a cero, sea la valoración de “B”, este será equivalente a que una persona se sienta confortable térmicamente, es decir, si el balance presenta un valor positivo, el sujeto recibe más energía de la que pierde, por otro lado, si el producto es negativo, el individuo tendrá una tendencia hacia el frío (Martín del Campo, 2020).

PET (Physiologically Equivalent Temperature) – Temperatura Psicológica Equivalente

El modelo PET, es definido como “la temperatura del aire, en la cual se efectúa el equilibrio térmico del cuerpo humano, con temperaturas internas y de la piel, iguales a las condiciones evaluadas” (Hoppe, 1998). Y es referenciado a través de la siguiente ecuación de balance térmico del cuerpo humano:

$$M + W + R + C + ED + ERe + ESw + S = 0$$

Donde:

M= Actividad metabólica

W= Gasto físico

R= Radiación neta del cuerpo

C= Pérdida de calor por convección

ED = Pérdida de calor latente

ERe = Flujos de calor y humidificación

ESw = Calor evaporativo

S = Almacenamiento de calor

Todos los parámetros están expresados en (W), mientras que las pérdidas de calor, consideran un símbolo negativo (Hoppe, 1998). El modelo PET, ha sido determinado conforme a rangos de confort por temperatura neutral estimada, de acuerdo a los siguientes climas:

- Europa central del oeste, con una zona neutral entre 18 a 23 °C (Matzarakis y Mayer, 1996).

- Clima cálido húmedo de Taiwan, zona neutral entre 26 a 30 °C (Lin et al., 2010).
- Clima mediterráneo de costa, zona neutral entre 20 a 25 °C (Cohen et al., 2013).

PMV, PPD (Predicted Median Vote, Percentage of People Dissatisfied)

La aportación de Fanger (1986) fue radical al identificar una magnitud de variables adimensionales, las cuales posibilitan el estudio sobre el nivel de predicción respecto a la percepción térmica de las personas, de acuerdo a su nivel de vestimenta y actividad determinada, por consiguiente, Fanger retomó los estudios realizados por Bedford (1936), en los que estableció una escala de siete puntos, donde los sujetos elegían la percepción del ambiente térmico, en respuesta a los criterios que más se ajustan a su preferencia térmica (Tabla 12).

A tales respuestas se les denominó “votos” y consideró que las personas entraban en confort, al presentarse un conjunto de tres categorías centrales en la escala, de esta manera no solo se consideraba la escala neutral, sino igualmente se valora estar entre un registro “ligeramente fresco”, a “ligeramente caluroso”. Lo que permite absorber los desajustes entre la realidad objetiva y la opinión subjetiva de las personas (Tabla 12), (Gómez, et al, 2007).

Tabla 12.
Escala de sensación térmica de FANGER.

Valor	Apreciación o "voto"
+3	Sofocante
+2	Caluroso
+1	Ligeramente caluroso
0	Neutral
-1	Ligeramente fresco
-2	Fresco
-3	Frío

Fuente: ANSI/ASHRAE 55 (2020).

Es así como el PMV (*Predicted Mean Vote*) “Voto Medio Previsto”, equipara al indicador que predice el valor común de los votos, con referencia a una amplitud en la muestra de individuos, de acuerdo a siete niveles en la escala de sensación térmica (ANSI/ASHRAE 55, 2020, pág: 3).

Cuya ecuación para determinar el PMV, resulta equivalente a:

$$PMV = (0.303e^{-0.036M} + 0.025) Lo$$

Donde:

Lo = Acumulación de calor en el cuerpo

M = Tasa metabólica

Cuando Fanger (1986) comparó los resultados del PMV, con otros estudios realizados en Dinamarca y Estados Unidos, derivó otro índice más, el Porcentaje Previsto de Personas Insatisfechas (PPD). El cual complementa los resultados del PMV, a partir de que los datos se alejan de los tres rangos de confort, el PPD se incrementa.

PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*), refiere al indicador que establece los porcentajes de personas con insatisfacción determinados por el (ANSI/ASHRAE 55, 2020, pág.: 3). Y se encuentra determinado por la siguiente ecuación:

$$PPD = 100 - 95e^{-(0.03353PMV^4 + 0.2179PMV^2)}$$

Donde:

PPD = Porcentaje previsto de personas insatisfechas.

PMV = Porcentaje del voto medio previsto

Además, para determinar el índice de porcentaje de personas insatisfechas (PPD), el cual expone la identificación del porcentaje de personas inconformes o con ausencia de confort térmico, puesto que su preferencia térmica alcanza las valoraciones hacia las estimaciones extremas, como: una inclinación por condiciones térmicas o muy cálidas o muy frías, en un ambiente térmico determinado.

TSV (Thermal Sensation Vote) – Voto de Sensación Térmica

El modelo TSV (Voto de Sensación Térmica), resulta igualmente derivado de la correlación de cuestionarios a los usuarios implicados en el sitio, junto a la obtención de los registros micro climáticos, como: temperatura del aire, radiación solar global, velocidad del viento y humedad relativa, cuyos datos son provenientes de estaciones meteorológicas o instrumentos especializados de registro micro climático (Lai et al., 2014), para lo cual, este modelo se encuentra expresado por la siguiente ecuación:

$$TSV = (a Ta) + (b G) + (c V) + (d RH) + e$$

Donde:

Ta= Temperatura del aire (°C)

G= Radiación solar global (W/m²)

V= Velocidad del viento (m/s)

RH= Humedad relativa (%)

** Donde a, b, c, d, e, son elementos de regresión constante.*

Cabe destacar, que el TSV, solo considera tres escalas de sensación térmica, expresadas como fría (-1), neutral (0) y cálida (+1). Por otra parte, una de las condicionantes a destacar durante el registro meteorológico, es haber recabado los datos cada 5 minutos a una altura de 2 metros sobre superficie (Lai et al., 2014). En este sentido, se encuentra un tanto limitado el modelo TSV, a razón de visualizar una escala reducida de percepción térmica, cuando normatividades como ISO 7730 (2005); ISO 10551 (2019), consideran una amplitud hasta 7 niveles, referida a la sensación subjetiva que expresa un ocupante.

ASV (Actual Sensation Vote) – Voto de Sensación Actual

El modelo de ASV, se identificó particularmente durante el estudio RUROS (Nikolopoulou, 2002), el cual es expresado por una ecuación de regresión lineal, fundamentada a partir de registros ambientales en campo (temperatura del aire, radiación global, velocidad del viento y humedad relativa), así como también por la recaudación de percepción subjetiva a los ocupantes de espacios en exteriores y cuya ecuación, se estructura de la siguiente manera:

$$ASV= 0.049 Tair_met + 0.001 Sol_met - 0.051 V_met + 0.014 RH_met - 2.079$$

Donde:

Ta= Temperatura del aire (°C)

Rg= Global solar radiation (W/m²)

V= Velocidad del viento (m/s)

RH= Humedad relativa (%)

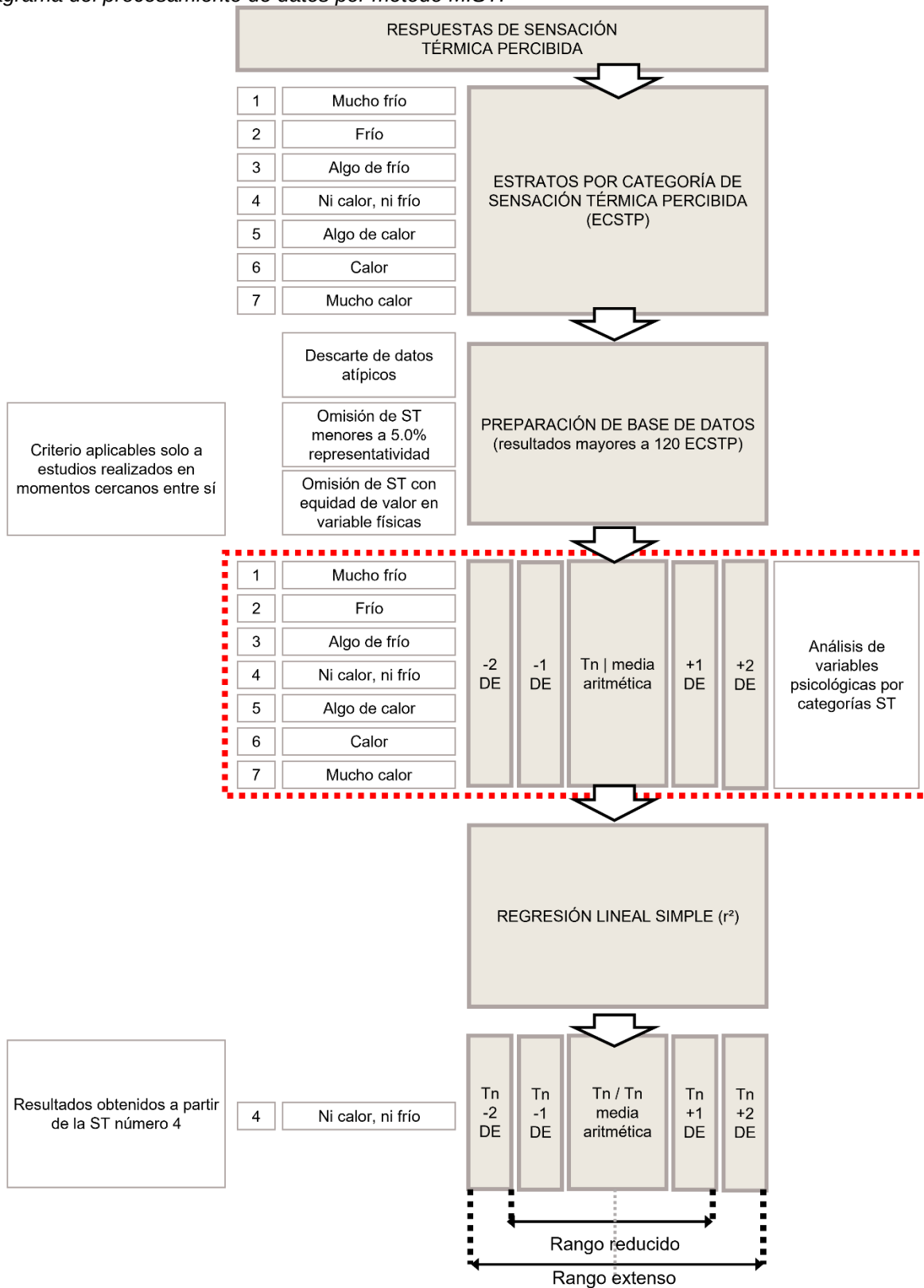
Cabe señalar, la aprobación y recurrencia, por la comunidad científica internacional, con la cual es referido el trabajo RUROS, puesto que es abordada desde diversas disciplinas, la determinación hacia las condiciones de confort, acústico, calidad del aire, térmico, entre otros parámetros, lo que permite una visión mayor informada del fenómeno de implicado.

MIST (Medias por Intervalos de Sensación Térmica)

A nivel nacional, se encuentra la incursión de un modelo para determinar los rangos de confort térmico, desarrollado por Gómez, et al. (2007), basado en los modelos de Nicol (1993), el método desarrollado se denomina Medias por Intervalos de Sensación Térmica (MIST), mismo que es profundizado en su desarrollo estadístico por Rincón-Martínez (2023), mediante el cual se tiene por objetivo la identificación de los rangos de confort térmico, conforme al valor de Sensación Térmica (ST) neutral (ST_n).

El proceso, consta principalmente de correlacionar las escalas de ST de acuerdo a los valores de la variable física estimada, en consecuencia, se comienza al recaudar las estimaciones de ST de los sujetos objetivo, estratificadas de acuerdo a siete escalas de ST, identificadas por las normatividades ISO 7730 (2006) e ISO 10551 (2019), mediante las cuales se realiza una adaptación en lugar de -3 a +3, estas se adecuan a una relaboración de 1 a 7 (Apéndice II. Marco Normativo, Cuadro 6) para posteriormente procesar la base de datos conforme a los criterios a descartar, como valoraciones que se encuentren fuera de una representatividad del 5.0%, así como la omisión de ST con equidad de valor por variable física, por consiguiente, las ST, analizan las variables psicológicas de ST por las categorías ± 2 desviaciones estándar (DE), ± 1 DE y una escala media aritmética, asumida para la ST neutral, como se muestra en el recuadro punteado, en color rojo (Figura 23).

Figura 23.
Diagrama del procesamiento de datos por método MIST.

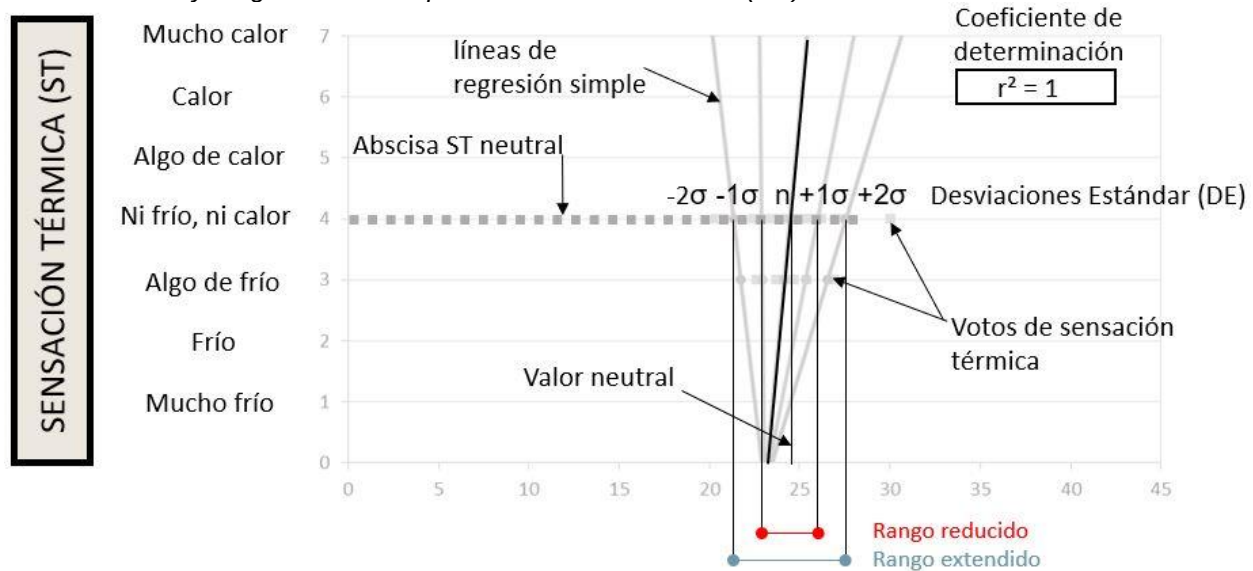


Fuente: Adaptado a partir de Gómez, et al, (2007); Bojórquez (2010); Rincón (2023).

De ahí que, una vez procesadas las desviaciones estándar, se procede a ubicar cada una de las categorías por ST, a través de regresiones lineales simples, las cuales estarán sujetas a la proyección de la línea abscisa de la escala neutral (ni frío, ni calor), que determinarán a través de sus proyecciones perpendiculares hacia el eje de la variable física estimada, lo que resultará en la ubicación de la valoración neutral, así como los rangos reducidos y extendidos, positivos y negativos, respectivamente (Figura 24).

Figura 24.

Variable neutra y rangos de confort por desviaciones estándar (DE).



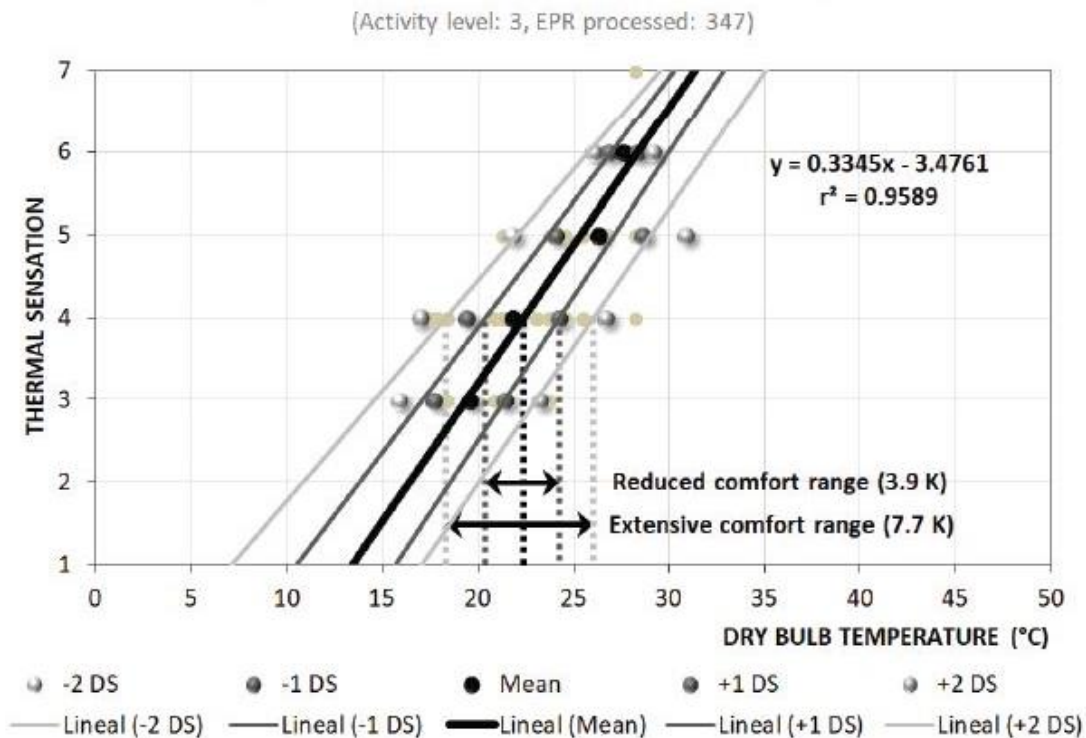
Fuente: Elaborado a partir de Núñez-de Anda (2018).

De esta manera, el método MIST, se basa en determinar los límites de confort térmico para los rangos reducidos y extendidos, desde un criterio que asume una posible asimetría, respecto a la línea abscisa de ST neutral, misma que determina la valoración neutral de la variable física en correlación (eje de las "x"), que como resultado, permitirá la visualización en la amplitud de eficiencia de correlación entre ± 1 DE, la cual cubre un 68.26% de la muestra, mientras que para ± 2 DE, alcanza a cubrir hasta un 95.55%, e inclusive, de presentarse una ± 3 DE, esta posibilita alcanzar un 99.74% de la muestra.

Entre las virtudes del método MIST, consta al obtener una interpretación fenomenológica de la situación por la variable física estimada, y no solamente estadística,

misma que profundiza respecto a la condición de confort por la determinada variable meteorológica, que se contemple para un determinado periodo o temporada de análisis, de acuerdo a la estimación por las sensaciones térmicas recabadas de los sujetos de estudio, lo que deriva en apreciar las condiciones térmicas en las cuales, los individuos expresen presentar una mayor amplitud en sus rangos de adaptación, o en su defecto, a una convergencia de las líneas de regresión de los rangos de confort, lo que resulta en una menor adaptación a la escala por la variable involucrada (Figura 25).

Figura 25.
Rangos de confort por TBS.



Nota. Texto de la imagen en inglés. Fuente: Extraído de Rincón (2023).

En conclusión, el método MIST, resulta un modelo estadístico con una expresión gráfica sustancialmente valiosa, el cual permite la correlación de una determinada variable del entorno físico conforme a las escalas de percepción subjetiva de los ocupantes, sin la distinción de una restricción para un espacio interior u exterior, condiciones que ingresan en los objetivos planteados para la presente investigación.

2.2.3. Índices Ambientales

El índice, como escala de medida e indicador empleado para representar un elemento o realidad compleja, a través de una cifra o una escala de graduaciones, adaptados para valorar las condiciones ambientales en un espacio determinado, permiten facilitar su análisis y comparación, mediante el cual derivan indicadores, útiles para señalar su posición en el correspondiente conjunto analizado (Woodward, 1995); (Singh et al., 2012).

Estos índices posibilitan evaluar la diversidad de variables ambientales, tendencias, cambios en el tiempo y comparación con diferentes regiones, por lo tanto, resultan en herramientas útiles en la toma de decisiones, políticas públicas, a través de una comunicación orientada de manera comprensible y accesible al público en general, así como figuras públicas o institucionales, en la toma de decisiones (Singh et al., 2012), de tal manera, a continuación se describen una serie de índices orientados en el análisis ambiental.

Índices para la Calidad del Aire

El Índice de Calidad del Aire (AQI – *Air Quality Index*), toma criterios de concentración entre las diversas partículas establecidas como contaminantes suspendidas en el aire del ambiente, que oscilan un rango entre 0 a 500 unidades (Apéndice I. Marco teórico, Gráfico 2), en el cual mientras mayor concentración de unidades, mayor serán los niveles de contaminación (AirNow, 2022), aspectos que derivan directamente en las condiciones de salud de los habitantes que, en consecuencia, posibilita a las instancias administrativas gubernamentales en la toma de decisiones respecto al actuar.

A pesar de ser una reglamentación del gobierno de EEUU, en México se ha tomado como referencia, el AQI para normatividades e índices de calidad del aire (CA) (NOM-172-SEMARNAT, 2019) y (NOM-020,21,22,23,25-SSA1) , para este caso, los valores generalmente se encuentran a partir de 300 unidades, una representación de calidad del aire peligrosa para la salud humana, para valores entre 100 y 200 unidades, la CA no es saludable, en principio

para ciertos grupos sensibles de sujetos, mientras que para valores < 100, se identificará una CA aceptable, a buena, sin afectar de manera colectiva a la salud de las personas (Tabla 13).

Tabla 13.

Rangos de AQI, que describen la calidad del aire, conforme a su escala cromática.

Color	Descripción de la Calidad del Aire	AQI	Descripción de la Calidad del Aire
Verde	Buena	0 - 50	Calidad del aire satisfactoria, sin riesgo.
Amarilla	Moderada	51 - 100	Calidad del aire aceptable. Sin embargo, con posible riesgo para algunos grupos de personas, particularmente aquellos sensibles a la contaminación del aire.
Naranja	Insalubre para grupos sensibles	101 - 150	Algunos grupos sensibles de personas, pueden experimentar efectos negativos en la salud.
Rojo	Insalubre para grupos sensibles	151 - 200	Se incrementan las condiciones en las cuales, el público en general experimente efectos dañinos en la salud, condición que se incrementa para grupos sensibles.
Morado	Muy insalubre	201 - 300	Alerta de salud. El riesgo a posibles efectos en la salud de incrementan para la mayoría de habitantes involucrados.
Marrón	Peligrosa	201 - 300	Advertencia de salud en condiciones de emergencia: toda la población se estima verse afectada.

Fuente: Elaborado a partir de AirNow (2022).

En consecuencia, el AQI se divide en seis categorías, donde cada categoría corresponde a un nivel diferente de preocupación por la salud (Apéndice II. Marco Teórico), así como de manera gráfica se encuentra estimada por un color específico, cuyo aspecto cromático facilite la comprensión que los habitantes perciban respecto al estatus que se presenta para la calidad del aire ambiente y los posibles niveles favorables o nocivos para la salud colectiva en los sitios o espacios considerados (AirNow, 2022), cuya escala se distingue en la anterior Tabla 13.

UTCI (Universal Thermal Comfort Index)

El Índice de Confort Térmico Universal (UTCI) fue desarrollado desde 1999, de manera cooperativa, por diferentes expertos de diversas disciplinas como: fisiología, medicina, física, meteorología, biometeorología, entre otras ciencias ambientales, mismos que conformaron parte de la Sociedad Internacional de Biometeorología (Jendritzky et al., 2012), este recurso de

concepción, lo convierte en el patrón ideal para la estructuración de un modelo de confort y está expresado a través de la siguiente ecuación:

$$UTCI (Ta, Tr, va, pa) = Ta + Offset (Ta, Tr, va, pa)$$

Donde:

Ta= Temperatura del aire (°C), desde -50 °C a + 50 °C.

Tr= Temperatura media radiante, desde -30 °C de temperatura del aire, a 70 °C por encima.

va= Velocidad del viento (m/s), desde 0.5 a 1.7 m/s.

pa= Presión de vapor de agua (hPa), desde 20 a 50 hPa o, de 50 al 100% de humedad relativa.

Offset= Desviación de la temperatura del aire

Ahora bien, el UTCI, se basa en una dinámica de respuesta termo fisiológica multi-nodo (Fiala et al., 2012), la cual estima 10 escalas de sensación térmica, conforme a las valoraciones de temperatura, que oscilan desde menores a 40 °C, al pasar por un rango confortable, entre 9 y 26 °C, para identificar como su rango máximo, a registros mayores a 46 °C (Tabla 14).

Tabla 14.

Escalas de sensación térmica (UTCI), respecto a valoraciones de temperatura.

Hipotermia	Muy frío	Frío	Fresco	Algo fresco	Confortable	Algo cálido	Caliente	Muy caliente	Hipertermia
< 40	- 40 a - 27	-27 a 13	-13 a 0	0 a 9	9 a 26	26 a 32	32 a 38	38 a 46	> 46

Fuente: Elaborado a partir de Brode et al, (2011).

Sin embargo, la anterior escala evidencia que si bien el UTCI está considerado para todo tipo de climas, el rango de confort estimado, presenta una amplitud de 17 °C, lo cual resulta amplio al buscar un nivel de precisión, así para sus extremos los cuales igualmente, se encontraría referenciado para condiciones de temperatura muy excesivos, derivado de estas situaciones, se considera lejano el retomarlo de forma directa, como modelo a referenciar, en el presente reporte de investigación.

HI (Heat Index)

El Índice de Calor (HI), fue determinado por Steadman (1979), el cual relaciona a través de análisis de multi regresiones para una aparente percepción de temperatura, a través de la correlación del impacto por los parámetros de temperatura del aire y humedad relativa, en el confort humano (Guo et al., 2017); (Yin y Wang, 2018). Y se encuentra expresado por la siguiente ecuación (Blazejczyk et al., 2012):

$$T_{pv} = -2.7 + 1.04 T + 2.0 P - 0.65 v$$

$$T_{pvg} = -1.8 + 1.07 T + 2.4 P - 0.92 v + 0.044 Q_s$$

Donde:

T_{pv} = Temperatura con sombra en exterior (°C)

T_{pvg} = Temperatura con exposición al Sol (°C)

T = Temperatura ambiente (°C)

P = Presión de vapor (kPa)

v = Velocidad de viento (m/s, a 10.0 m de alto)

Q_s = Radiación solar (W/m²)

El HI, presenta un límite de identificación en su escala de sensación térmica, la cual parte de valoraciones > 27 °C, este índice se encuentra validado por la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) (NOAA, 2020a) (Apéndice I. Marco Teórico, Cuadro 1).

A manera de conclusión por el apartado de Marco Teórico, se relaciona que el enfoque pertinente para encausar el presente estudio, resulta ser el enfoque adaptativo, puesto que los sujetos objetivo de estudio fungen como elementos activos, conforme a condicionantes cambiantes como resultan en situaciones de espacios exteriores, en este sentido, el método más recurrido y avalado por la comunidad científica, resulta el modelo PMV, el cual recaba la correlación entre las diferentes escalas de sensación que una persona expresa del ambiente que está involucrado, en relación a los registros por los parámetros micro climáticos correspondientes.

Por lo que cabe hacer hincapié, que la adaptación que desarrolla el método MIST, resulta un recurso que expresa fenomenológicamente, la condición presente y su comportamiento prospectivo, derivados de la sensación de un grupo de individuos, respecto a los registros micro climáticos capturados, por lo que deduce realizar una adecuación derivada de los criterios anteriores, a la estimación subjetiva, respecto a un mayor registro de parámetros ambientales, como serán calidad del aire, ruido e iluminación, además de las variables meteorológicas.

2.3. Marco Normativo

En este apartado capitular, se recopilan los documentos referentes a las normativas, reglamentos y estatutos por instituciones u organismos posicionados para el seguimiento a sus recomendaciones respecto a las consideraciones en aspectos referentes a espacios públicos, así como referente a las variables ambientales y meteorológicas, a escalas tanto internacional, por mencionar la ONU, OMS -WHO (*World Health Organization*), ISO (*International Standard Organization*), EPA (*Environmental Protection Agency*), ANSI (*American National Standards Institute*), ASHRAE (*American Society Of Heating, Refrigeration and Air Conditioner Engineers*), entre otras.

A escala nacional, principalmente son atendidas por las NOM (Norma Oficial Mexicana), DOF (Diario Oficial de la Federación), así como instituciones de administración pública, como SEDATU (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano), STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social), SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) y CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), entre otras.

El marco normativo aporta el establecer precedentes de fenómenos, temáticas de investigación y situaciones similares, para las cuales exista un sustento técnico y legal (Hernández et al., 2014), al hacer énfasis en las cuales se encuentren insertas las variables consideradas de análisis de estudio, mismas que se abordarán en los siguientes sub apartados capitulares, las cuales inician con criterios ambientales generales, posteriormente respecto a la calidad del aire, aspectos térmicos, acústicos, lumínicos y para finalizar en aspectos relacionados a los espacios públicos, como se aprecia en la siguiente Figura 26.

Figura 26.
Diagrama de secuencia en abordaje por normatividad.



2.3.1. Normatividad por Criterios Ambientales

Inicialmente se muestran las normatividades y reglamentaciones referentes a las condiciones ambientales generales a escalas globales, nacionales y locales, cabe mencionar que, para Sinaloa, se encuentran vigentes (INECC, 2019), los siguientes instrumentos de política climática: Ley de Cambio Climático, Plan Estatal de Desarrollo, Programa Estatal en Materia de Cambio Climático, Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, así como entre Planes o Programas de Desarrollo Urbano, como se concentran en la siguiente Tabla 15.

Tabla 15.
Compendio de normatividades aplicada a la calidad ambiental.

NORMA / LEY / ORIGEN	SEÑALAMIENTO / RECURSOS
A/HRC/48. Derecho Humano Universal – Medio Ambiente Saludable (ONU, 2021b).	Señalamiento: “El derecho humano a un medio ambiente sin riesgos, limpio, saludable y sostenible”. Recurso: Términos y políticas (documental).
Procedencia: Internacional.	
Ley General de Cambio Climático (LGCC, 2022).	Señalamiento: “protección al ambiente, desarrollo sustentable y preservación del equilibrio ecológico”.
Procedencia: Internacional.	

Además, señala proteger a la población, así como el entorno natural y la comunidad de organismos, animales y vegetales, que en éste interactúen, ante los efectos adversos del cambio climático, al integrar por medio de acciones, como el fomento a la investigación, desarrollo y transferencia de tecnologías, que impulsen instrumentos legales que diagnostiquen, planifiquen, midan, reporten, verifiquen y evalúen, medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

Recurso: Términos y políticas (documental).

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2022).
Procedencia: México.

Señalamiento: Propiciar el desarrollo sustentable y las bases para establecer el desarrollo de toda persona, en un medio ambiente, con salud y bienestar;
Artículo 1°, capítulo VI, declara la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo; mientras que el capítulo IX, procura se establezcan mecanismos de coordinación, inducción y concentración entre sectores públicos y privados, e instituciones, académicas, de investigación y sociales, en materia ambiental;
Artículo 2°, capítulo V, se considera de utilidad pública la formulación y ejecución de acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático.

Recursos: Términos y políticas (documental).

Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Sinaloa (Edo. Sinaloa, 2013).
Procedencia: Sinaloa, México.

Señalamiento: En apego a las referencias antes mencionadas a nivel nacional e internacional, por motivo en expresar en regular “el derecho de todo ser humano a gozar de un medio ambiente saludable”.
Garantiza a toda persona que se encuentre dentro del Estado, disponer de un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, entre ellos el prevenir y controlar la contaminación del

aire, agua y suelo, así como la prevención y control de la contaminación atmosférica y ambiental, provenientes de contaminaciones lumínica, ruido, vibraciones, energía térmica, radiaciones electromagnéticas y olores que posibiliten ser perjudiciales al equilibrio ecológico y ambiente, a través del promover, formular y ejecutar programas de educación ambiental y el desarrollo de proyectos de investigación e innovación tecnológica en materia ambiental.

Recursos: Términos y políticas (documental).

Fuente: Elaborado a partir de ONU (2021b); LGCC (2022); LGEEPA (2022); Edo. Sinaloa (2013).

Derivado de la anterior relación de normatividades, se aprecia inicialmente la pertinencia que expresan las diversas instituciones mundiales, nacionales y locales por procurar un medio ambiente saludable para el entorno social y natural, sin embargo, los documentos resultan de carácter indicativo, carentes de una implementación efectiva, que demuestre el seguimiento a las aparentes afectaciones antropogénicas, y solo se encuentran en el planteamiento documental, aspecto posiblemente relacionado al nivel de complejidad que requiere el análisis de las diversas variables implicadas en la determinación del ambiente.

2.3.2. Normatividad por Calidad del Aire

En relación al desglose por las normatividades, reglamentos, directrices, relacionadas a las condicionantes que refieren a las mediciones y recomendaciones para la calidad del aire, se retomaron las indicaciones preferentemente relacionadas para espacios exteriores, tanto por organismo e instituciones, a nivel internacional, como nacional (Tabla 16).

Tabla 16.*Compendio de normatividades aplicadas a la calidad del aire.*

NORMA / LEY / ORIGEN	SEÑALAMIENTO / RECURSOS
Directrices mundiales OMS. Procedencia: Internacional.	Señalamiento: Emisión de las directrices mundiales sobre la calidad del aire desde el año 1987, cuyos contenidos y referencias recaen en la identificación de Material Particulado (MP2.5 y MP10), así como también de particulado de ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono. Es de señalar, que no fungen como una normativa jurídicamente vinculante, pero proporcionan una referencia considerable a todos los países miembros de la OMS. Niveles recomendados máximos por cada material particulado, respecto a unidades microgramo sobre metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), unidad en la cual son considerados los elementos de material contaminante en el ambiente, así como la cual aporta además una estimación de proporción del material, respecto a un tiempo de exposición promedio, identificado por hora, meses o año VER APÉNDICE. Recursos: Términos y políticas (documental).
<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioner Engineers</i> (ASHRAE, 2022). Procedencia: EEUU.	Señalamiento: Valoraciones de niveles de dióxido de carbono (CO_2) en espacios interiores, así como el manejo de las concentraciones de CO_2 para evaluar y procurar los grados de incrementos y variaciones por ventilación para espacios exteriores e interiores, apreciando al CO_2 como indicador del riesgo para la transmisión de enfermedades por vía aérea e AQI. Promedio de concentración en exteriores a nivel global 400 a 420 ppm, concentraciones máximas de 5,000 ppm por duración de 8 horas. Recursos: Términos y políticas (documental).

NOM-172-SEMARNAT (2019). Procedencia: México.	Señalamiento: Lineamientos para la obtención y comunicación del índice de calidad del aire y riesgos a la salud, el cual primordialmente considera a la contaminación del aire, como un riesgo ambiental para la salud, además de informar de manera clara, oportuna y continua, el estado de la calidad del aire a la población del lugar correspondiente. El abordaje del riesgo por la calidad del aire en México, se encuentra evolución, puesto que las únicas entidades, las cuales se sujetan a una normatividad, resultan la ciudad de México y el Estado de México, con antecedentes desde los años 70's, mientras que, el resto de Entidades Federativas han realizado esfuerzos para el desarrollo de sus propios índices, pero sin conclusión documental oportuna. Identificación de los tiempos mínimos requeridos para los registros de cada elemento contaminante, por lo que se relacionan los periodos entre las estimaciones de 1 hora hasta 24 horas para cada uno de los determinados contaminantes (VER APÉNDICE). Recursos: Términos y políticas (documental).
NOM-020,21,22,23,25-SSA1 Procedencia: México.	Señalamiento: Evalúa los niveles de concentración de las sustancias consideradas como contaminantes del aire ambiente: O₃; CO; SO₂; NO₂; PM₁₀ y PM_{2.5}. Los instrumentos de registro necesarios para llevar a cabo las mediciones de las sustancias suspendidas en el aire ambiente, serán suficientes mientras expresen recabar el registro de las partículas consideradas a medir y se encuentren sustentados por normativas o instituciones avalados en el campo profesional ambiental, así como permitan la recolección de las cantidades de muestras especificadas

por las normativas correspondientes al material particulado, así como a sus periodos de concentración indicados.

La cantidad mínima de registros señalada por periodo corresponderá para una hora, la obtención de 45 registros, con un total de 275 registros en un año calendario, mientras que, para el periodo de 8 horas, se necesitan 18 registros, considerando 275 registros en un año calendario.

Recursos: Niveles para cada suspensión contaminante, instrumentos de registro, periodos de registro.

Fuente: Elaborado a partir de OMS (2021); ASHRAE (2022); NOM-172-SEMARNAT (2019); NOM-020, 021, 022, 023, 025-SSA1 (2021).

El anterior compendio de normas y reglamentos, comienzan a orientar la practicidad en el ejercicio previo, durante y posterior del análisis específico en la calidad del aire ambiente, lo cual resulta valioso para la elección de instrumentos de registro, los formatos de captura de datos y recursos, tanto económicos y humanos que implican la realización del estudio de la calidad del aire, sujeto a las indicaciones por instituciones oficiales en el rubro.

2.3.3. Normatividad por Variable Térmica

La normatividad con mayor presencia en estudios identificados de confort por variable térmica, resultaron a través de un acercamiento del respecto a las normas: ANSI/ASHRAE 55 (2020), ISO 7730 (2005), e ISO 7726 (1998), seguidos de normas como ISO 10551 (2019), lo anterior para estudios internacionales y nacionales, mientras que, específicamente para el caso nacional la normativa más recurrida, por la proporción de diversos recursos para el estudio de confort térmico en México, resulta la norma NOM-015-STPS (2021), la cual a pesar de ser expresamente para análisis en espacios interiores, aun así fue considerada a partir de la identificación de las condiciones de los instrumentos, procesos e indicadores del confort térmico de los ocupantes, mismas que fueron integradas en la siguiente Tabla 17.

Tabla 17.*Compendio de normatividades por variable térmica.*

NORMA / LEY / ORIGEN SEÑALAMIENTO / RECURSOS	
ISO 10551 (2019). Procedencia: Internacional.	Señalamiento: Ergonomía del ambiente térmico-Valoración de la Influencia del ambiente térmico por escalas de apreciación subjetivas. Esta norma cubre la construcción y el uso de escalas de juicio, comodidad térmica, preferencia térmica, expresión de aceptabilidad y escala de tolerancia para usar en el suministro de datos comparativos y confiables sobre los aspectos subjetivos del estrés térmico. Recursos: Escalas de percepción (9), preferencia (7).
ANSI/ASHRAE 55 (2017). Procedencia: Internacional.	Señalamiento: Condiciones térmicas ambientales para la ocupación humana. Calculo y procedimiento de modelos PMV y PMV. Escala de sensación térmica, a 7 niveles. Evaluación de acercamiento de confort, por diversas aplicaciones: - Cuestionario de sensación térmica, entre otros a ocupantes. - Registro ambiental. Recursos: Cuantificación de las estimaciones subjetivas de los ocupantes, respecto a los registros ambientales, en periodos cortos y largos.
ISO 7730 (2006). Procedencia: Internacional.	Señalamiento: La ergonomía del ambiente térmico y la cual aborda una determinación analítica e interpretación del confort térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y criterios locales de confort térmico. Se aporta la definición conceptual de confort térmico, la cual identifica como: “aquella condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico”. Presenta los métodos para predecir de forma general la sensación térmica (-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3) y los grados de ausencia de confort, correlacionados a los registros de parámetros micro climáticos, así por la

escala subjetiva que los ocupantes refieren de un ambiente térmico determinado, conforme a niveles de gasto energético y arropamiento.

Recursos: Estimación y predicción, de las condiciones de confort térmico, mediante modelos PMV y PPD, correlacionados a los registros por variables micro climáticas, nivel de actividad metabólica y arropamiento: T_a , T_{mr} , V_v , HR , W y Clo .

ISO 8996 (2004).

Procedencia:

Internacional.

Señalamiento: Ergonomía del ambiente térmico – Determinación de la tasa metabólica. Conversión de energía química en energía mecánica y térmica ($W \cdot m^2$).

Clasificación del gasto metabólico por 4 niveles de actividad: baja, moderada, alta e intensa. Adaptada a 3 niveles: Pasiva (0-75 W/m^2); Moderada (76-183 W/m^2); Intensa (184-600 W/m^2). Como se aprecia en el APÉNDICE.

Cabe señalar que, si bien es una normatividad aplicada para espacios interiores, se retoman los criterios para su determinación.

Recursos: Niveles de actividad metabólica.

ISO 7726 (1998).

Procedencia:

Internacional.

Señalamiento: Ergonomía del ambiente térmico – Instrumentos para medir cantidades físicas.

Objetivo, especifica las características mínimas de los instrumentos para la medición de valores cuantitativos que caracterizan un ambiente. No pretende establecer un índice de confort térmico general, simplemente establece la estandarización de los procesos para llevar a cabo la medición de los parámetros meteorológicos, para la determinación de los índices implicados.

Definición de la temperatura operativa (t_o) $t_o = A t_a + (1-A) t_r$

Instrumentos y parámetros:

- Temperatura del aire (T_a), termómetro ($^{\circ}C$).
- Temperatura media radiante (T_r), globo negro ($^{\circ}C$).

- Temperatura de superficie (T_s), radiómetro neto (W/m^2).
- Velocidad del aire (V_a), anemómetro (m/s).
- Humedad absoluta del aire (H_A), higrómetro (pa).

Recursos: clasificación de métodos para la consideración de ambientes:

- Tipo “C”, ambientes moderados para las condiciones de confort.
- Tipo “S”, ambientes sujetos a mayores condiciones de confort térmico, e incluso de condiciones extremas de estrés térmico.

NOM-015-STPS (2001). Señalamiento: Condiciones térmicas elevadas o abatidas condiciones de seguridad e higiene.

Esta norma cubre la construcción y el uso de escalas de juicio, comodidad térmica, preferencia térmica, expresión de aceptabilidad y escala de tolerancia para usar en el suministro de datos comparativos y confiables sobre los aspectos subjetivos del estrés térmico.

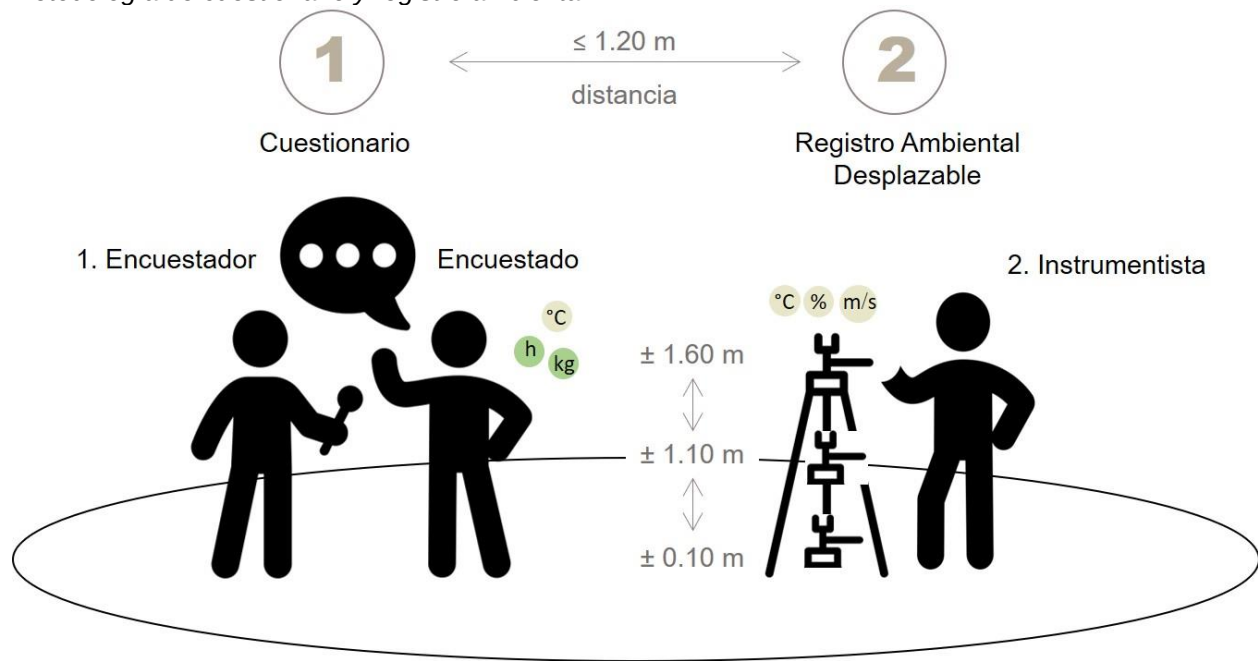
Determinación de gasto metabólico por nivel de actividad, ligera, moderada y pesada.

Recursos: Determinación de escalas de sensación térmica en México; Metodología de análisis térmico; Especificación de instrumentación.

Fuente: Elaborado a partir de ISO 10551 (2019); ANSI / ASHRAE (2017); ISO 7730 (2006); ISO 8996 (2004); ISO 7726 (1998); NOM-015-STPS (2021).

Cabe destacar, una de las especificaciones trascendentales que brinda la NOM-015-STPS (2021), para el registro de las condiciones de confort térmico del espacio en cuestión, refieren al distanciamiento de los instrumentos en referencia al sujeto involucrado, equivalente a ≤ 1.20 m de distancia, así como en colocar el medidor de estrés térmico, conforme a alturas que se estime encontrar el hipotálamo del usuario en cuestión (± 1.60 m), así de ser posible colocar otra unidad de medición a una altura media de ± 1.10 m, altura de abdomen y ± 0.10 m, altura de tobillos (Figura 27).

Figura 27.
Metodología de cuestionario y registro ambiental.



Fuente: Procesado de NOM-015-STPS (2021).

Derivado de las anteriores apreciaciones, la NOM-015-STPS (2021) indica el empleo de instrumentación suficiente para la medición de los parámetros ambientales, preferentemente: temperatura del bulbo seco (TBS), temperatura del bulbo húmedo (TBH), temperatura del globo (TG), humedad relativa (HR), velocidad de viento (VV), ver especificaciones en Tabla 18, entre aspectos metabólicos, como la temperatura axilar del sujeto involucrado en el espacio y el determinar el nivel de actividad en desarrollo.

Tabla 18.*Especificaciones de medición e instrumentación de condiciones térmicas elevadas.*

Parámetro	Abreviatura	Instrumentación	Especificaciones de sensor	Intervalos de medición	Nivel de precisión
Temperatura del Bulbo Seco	TBS	Termómetro de mercurio, monitor de estrés térmico.	de 30 ± 5 mm, de 6 ± 1 mm, de $\varnothing$ externo	de 10 °C a 60 °C	1.0 °C
Temperatura del Bulbo Húmedo	TBH	Termómetro de mercurio, monitor de estrés térmico.	de 30 ± 5 mm, de 6 ± 1 mm, de $\varnothing$ externo	de 5 °C a 40 °C	0.5 °C
Temperatura del Globo	TG	Termómetro de mercurio, monitor de estrés térmico.	de 30 ± 5 mm, de 6 ± 1 mm, de $\varnothing$ externo	de 20 °C a 120 °C	1.0 °C
Velocidad del Viento	Vv	Anemómetro de copa o veleta, termo anemómetro.	sujeto a instrumento	de 0.05 a 150 m/s	No especifica

Fuente: NOM-015-STPS (2021).

Cabe destacar la indicación del tiempo previo al registro en campo, para los parámetros de temperatura, acorde a una permanencia al menos de 30 minutos expuestos en el área de registro (adecuación al ambiente térmico), previo a efectuar la lectura; así como para el empleo del resto de instrumentos especializados, sus tiempos de estabilización deberán estar sujetos a las recomendaciones por el fabricante (NOM-015-STPS, 2021).

Adicionalmente, se hace hincapié, que los niveles de gasto metabólico presentan coincidencias respecto a la norma ANSI/ASHRAE 55 (2020), en relación al gasto metabólico identificado en watts (W), con referencia que la NOM-015-STPS (2021) está considerada en ocupaciones laborales, por lo cual, sus valoraciones aumentan (W), respecto la cantidad de watts sobre metro cuadrado (W/m^2), en consecuencia la demanda metabólica de los usuarios contendrá variaciones en relación a un ambiente en exteriores (Apéndice II. Cuadro 5).

2.3.4. Normatividad por Variable Acústica

De la misma manera, que el acercamiento a normatividades anteriores, se aplican igualmente la identificación de normativas, reglamentos y estatutos, primordialmente por organismos avalados a

nivel global, que realicen referencias respecto a ¿cómo ser aplicadas?, así como ¿qué características de instrumental, deban ser implementadas? tal es el caso de la OMS, BCN, ISO, CEI o IEC, para así dar paso, a instituciones a nivel nacional a través de las NOM, NADF, entre otras (Tabla 19).

Tabla 19.

Compendio de normatividades acústicas.

NORMA / ORIGEN	SEÑALAMIENTO / RECURSOS
OMS – Norma mundial para escuchar sin riesgos (2022). Procedencia: Internacional	Señalamiento: “Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales”, en la cual realiza la referencia respecto a la relevancia en el cuidado y prevención de la salud auditiva por exposición a sonidos con alta intensidad en entornos recreativos, a razón de estimar que 1.100 millones de jóvenes se encuentran en riesgo, en todo el mundo. Por lo tanto, ante la creciente amenaza, el tema se convierte en una atención de salud pública, en consecuencia, las autoridades y actores involucrados, se encuentran en la obligación de promover, distribuir y extender las medidas y niveles de presión sonora a las cuales se encuentra expuesta la población en general, así como consumidores. “...el ruido emitido desde todas las fuentes exceptuando el ruido producido en un lugar de trabajo industrial. Las fuentes de ruido pueden ser carreteras, tráfico aéreo, industrias, construcción, trabajos en la vía pública y conjuntos habitacionales” (OMS, 2022). Recursos: Definiciones teóricas, formas de registro y niveles admisibles de exposición al ruido (APÉNDICE)
BCN – SUP: 134075 (2022) Procedencia: Chile.	Señalamiento: establece una regulación del ruido ambiental, conforme a los casos realizados en Chile, la Unión Europea y Francia. Fundamentado en la problemática de salud pública auditiva, mencionada por la OMS, procedente de las dinámicas socio

espaciales y económicas, como lo son, tráfico en calles, carreteras, tráficos aéreos, industrias, construcción, trabajos en la vía pública y conjuntos habitacionales, en este sentido, se advierten los estándares de niveles de ruido recomendables por la OCDE.

Se apega a las recomendaciones de la OMS, para promover la salud pública de la comunidad, al identificar los niveles máximos sugeridos, conforme a los espacios que se involucran los ocupantes, así respecto al uso o actividad, que en éste se desarrollen, por lo cual, de igual forma, resulta de orden público y privado, el procurar las condicionantes espaciales para “escuchar sin riesgos”.

ISO 1996 (2007).

Procedencia: Internacional

Señalamiento: refiere a la “Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental”, en este sentido, se determinan los niveles de precisión sonora mediante la medición directa, por la extrapolación de los resultados de medición, ya sea por medio del cálculo o exclusivamente mediante el cálculo, con el propósito de servicio de base para evaluar el ruido ambiental.

Se agrega una recomendación respecto a la calibración de los instrumentos que se encuentren en las clasificaciones 1 y 2, salvo que, en casos con recursos técnicos electrónicos más avanzados, estos seguirán las recomendaciones del proveedor (ISO 1996, 2007).

Recursos: evaluación acústica de espacios exteriores, en relación a la valoración de contemplar la presencia y flujo de tráfico, durante un periodo de tiempo determinado.

IEC 61672 (2013).

Procedencia: España

Señalamiento: especificaciones para el empleo de la instrumentación y empleo de sonómetros, así como su compatibilidad de cotejo respecto a unidades de medida, compatibilidad y nivel de precisión respecto a los registros de datos

a manejar, los cuales posibiliten la identificación de categorías entre la diversidad de instrumentos (Kjaer, 2000).

La dictaminación por la (IEC 61672, 2013), sustituye las anteriores ediciones IEC 60651 (1993) y IEC 60804 (1993), con especificaciones de mayor alcance a partir de estimar un avance respecto a los recursos técnicos, que implican una mejora en la calidad y precisión de la misma instrumentación.

Primordialmente, la IEC 61672 (2013) identifica tres tipos de especificaciones, respecto a los recursos instrumentales de medición del sonido:

- Medición del sonido convencional, el cual aprecia el nivel de sonido ponderado en el tiempo exponencial.
- Promedio integrado de los niveles de sonido, identificados por un periodo de tiempo.
- Registro de los niveles de sonido integrados, durante las exposiciones de sonido.

Recursos: amplía los rangos de medición del sonido, conforme a las temperaturas estimadas en ediciones anteriores, así como reduce, las categorías de instrumentación, a dos (Clase 1 y 2), respecto a ediciones anteriores, las cuales estimaban tres.

NOM-081-SEMARNAT
(1994).

Procedencia: México

Señalamiento: a nivel nacional, se presenta la norma NOM-081, de la SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), la cual establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Recursos: esta norma nacional, identifica sus aplicaciones en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública.

NADF-005-AMBT (2013).	Señalamiento: a nivel nacional, la NADF (Norma Ambiental para el Distrito Federal), en su numeral 005, derivada de la SEMARNAT, la cual “establece las condiciones y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de las fuentes emisoras ubicadas en el Distrito Federal”, ahora ciudad de México.
Procedencia: Distrito Federal, México.	Recursos: esta norma nacional, identifica sus aplicaciones en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública.
NOM-AA-62 (1978)	Señalamiento: con mayor antigüedad, la Norma Oficial Mexicana, “Acústica-Determinación de los niveles de ruido ambiental” -62. Establece los procedimientos para determinar el ruido ambiental, en campo, producido por contribuciones relativas de diversas fuentes y las acciones reverberantes y amortiguadora de los pavimentos, edificios, vegetación y otros elementos que intervienen en la trayectoria de dispersión sonora.
	Recursos: Definiciones, simbologías de unidades de medición acústica.
	Metodología de registro, tiempo de registros, clasificación de instrumentos de medición. Expresión de resultados y método de cálculo.

Fuente: Elaborado de OMS (2022); BCN (2022); ISO 1996 (2007); ISO 9613 (2020); IEC 61672 (2013).

De tal manera que, la revisión de las anteriores normativas, ubican las unidades de medición mayormente empleadas en los estudios acústicos, las especificaciones para los instrumentos a emplear durante el registro, las condiciones para realizar los análisis y los procesamientos de la información acústica para concluir con la determinación primordialmente aplicada en ambientes de comercio y tráfico, con niveles de ruido recomendados, no mayores a 70.0 dBA (OMS, 2022), para espacios públicos, objeto de la presente investigación.

2.3.5. Normatividad por Variable de Viento

Respecto a la normatividad por viento, a nivel nacional, igualmente la Normativa Oficial Mexicana, de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (NOM-STPS-015), si bien alude a condiciones térmicas abatidas en los espacios laborales, igualmente expresa una aportación significativa, respecto a la selección de instrumentación y niveles de medición de velocidad del viento, a través del empleo de tipos de anemómetros (p.ej. tipo copa o veleta, o termo-anemómetro) (NOM-STPS-015, 2021).

Estas unidades en las cuales se encuentran las mediciones de anemómetros, oscilan rangos entre 0.05 a 150 m/s, para un anemómetro de copa o veleta; mientras que, para un termo-anemómetro mantendrán rangos entre 0.03 a 300 m/s (NOM-STPS-015, 2021).

Adicionalmente, la normativa señala, que el valor máximo considerado para la NOM-015-STPS (2021) de medición del viento, alcanzará aproximadamente unidades de ± 19.0 m/s, en consecuencia, estos aspectos serán relevantes en la selección de instrumentos de medición de velocidad del viento, objeto del presente estudio.

2.3.6. Normatividad en Espacios Públicos

Por otra parte, se relacionan los lineamientos y normatividades vinculada en espacios públicos (Tabla 20), al retomarse estatutos a nivel internacional y nacional, mismas que fueron consideradas conforme una orientación e implicaciones de carácter ambiental, relativo a impactos y referencias en indicaciones de confort ambiental humano, intereses de la presente investigación.

Tabla 20.*Compendio de normatividades por espacios públicos.*

NORMA / ORIGEN	SEÑALAMIENTO / RECURSOS
ISO 37120 (2018) Procedencia: Internacional.	Señalamiento: establece definiciones y metodologías para un conjunto de indicadores en ciudades, en aras de dirigir y medir la entrega servicios y calidad de vida, por lo que, este conjunto de puntos estandarizados proporciona un enfoque uniforme respecto a las formas de medir, enfocadas al desarrollo sostenible y resiliencia urbana. Considera importante para el desarrollo de las actividades sociales y la vida de la ciudad, las actividades recreativas, por las cuales se contribuye a la salud y bienestar de sus habitantes, condición que se brinda a través de un departamento de parques o espacios relacionados. Cabe apreciar, que la norma, considera el cálculo de los metros cuadrados de espacio público de recreación al aire libre dividido por el total de la población y se expresa por el número de metros cuadrados de espacio al aire libre per cápita. Las áreas verdes tienen funciones ambientales en un entorno urbano, mejoran el clima urbano, capturan los contaminantes atmosféricos y mejoran la calidad de vida al proporcionar una recreación para sus habitantes. Recursos: contribuye directamente con el confort del usuario en espacios de convivencia públicos exteriores, ya que considera mecanismos de mitigación de impacto ambiental, estrategias de paisajismo y arquitectura verde, calidad del espacio, reducción de ruido urbano, accesibilidad, por mencionar algunos, la característica de la norma va en función de un buen desempeño ambiental y la calidad de vida en las ciudades.
MVU - Ley 20.958 (2020). Procedencia: Chile.	Señalamiento: Actualización de los planes de inversiones en infraestructura de movilidad y espacio público, desarrollo de los instrumentos de planificación que sean necesarios para su ejecución y elaboración de los proyectos de obras.

Recursos: esta norma, considera sus estrategias de desarrollo y su aplicación en espacios públicos, donde brinda una orientación al ciudadano, al ofrecer áreas verdes con calidad, reducción de la contaminación atmosférica y ruido urbano, accesibilidad adecuada para personas de todas las edades y con capacidades diferentes, actividades recreativas, así como, la integración social y cultural.

Así como colocar a disposición pública, una calculadora para la determinación de superficies aportadas al espacio público, así como un instructivo para la implementación del cálculo.

NOM-001-SEDATU

(2020).

Procedencia: México.

Señalamiento: Espacios públicos en los asentamientos humanos.

“Quizá hoy más que nunca, la ciudad como tal, no podría existir sin espacio público, sin éste sería un entramado hostil de vías y edificaciones; es en él, donde se entreteje la vida social, el lugar de la expresión colectiva”.

Clasificación de espacios públicos por su función:

- Equipamiento público – espacios abiertos en el equipamiento público.
- Función de infraestructura – imprescindibles en conexión y traslado para el desarrollo de actividades y el aprovechamiento del espacio que están insertos: vías peatonales, terciarias, secundarias y primarias.
- Función de áreas naturales – espacios públicos que contribuyen a la dotación de servicios ambientales al sitio donde están.
- Por su administración – federal, estatal, municipal y metropolitana
- Por escala de servicio – ver APÉNDICE.

Recursos: Lugares donde se construye la democracia, el debate y la ciudadanía.

NOM-002-SEDATU

(2022).

Procedencia: México.

Señalamiento: Equipamiento en los instrumentos que conforman el Sistema General de Planeación Territorial – Clasificación, terminología y aplicación.

Con el propósito de homologar la terminología para la jerarquización de espacios públicos y equipamientos en los planes o programas de Desarrollo Urbano.

Identifica que, el equipamiento público se relaciona, al menos, con los siguientes ODS:

1. Fin de la pobreza
3. Salud y bienestar
4. Educación de calidad
10. Reducción de las desigualdades
11. Ciudades y comunidades sostenibles
13. Acción por el clima

El equipamiento público se vincula con cinco pilares de aplicación:

políticas urbanas nacionales, legislación y normativas urbanas, planificación y diseño urbano, economía local y finanzas municipales e implementación local.

Recursos: actividades señaladas en la Ley, de carácter social, de acuerdo a subsistemas de equipamiento de administración pública y servicios urbanos públicos y concesionados.

Donde, los equipamientos para actividades sociales, son destinados a mejorar la calidad de vida de la población.

Fuente: Elaborado a partir de ISO 37120 (2018); MVU (2020); NOM-001-SEDATU (2020); NOM-002-SEDATU (2022).

A partir de los anteriores estatutos, sobre todo a nivel nacional, posibilitan determinar para el caso a investigar, como:

“espacio público abierto, de administración Federal – A1, espacios de áreas abiertas que son parte o se encuentran en relación directa con los edificios de gobierno y en este sentido de administración pública, que complementan, conectan, definen y sirven de acceso libre a las edificaciones y sus usos, entre los cuales se destacan los espacios de plazas, como espacios públicos abiertos, con gran variedad de actividades de carácter colectivo” (NOM-001-SEDATU, 2020).

Una vez determinada la denominación de categoría del espacio público abierto en cuestión, a continuación, se aborda la revisión para llevar a cabo la definición metodológica.

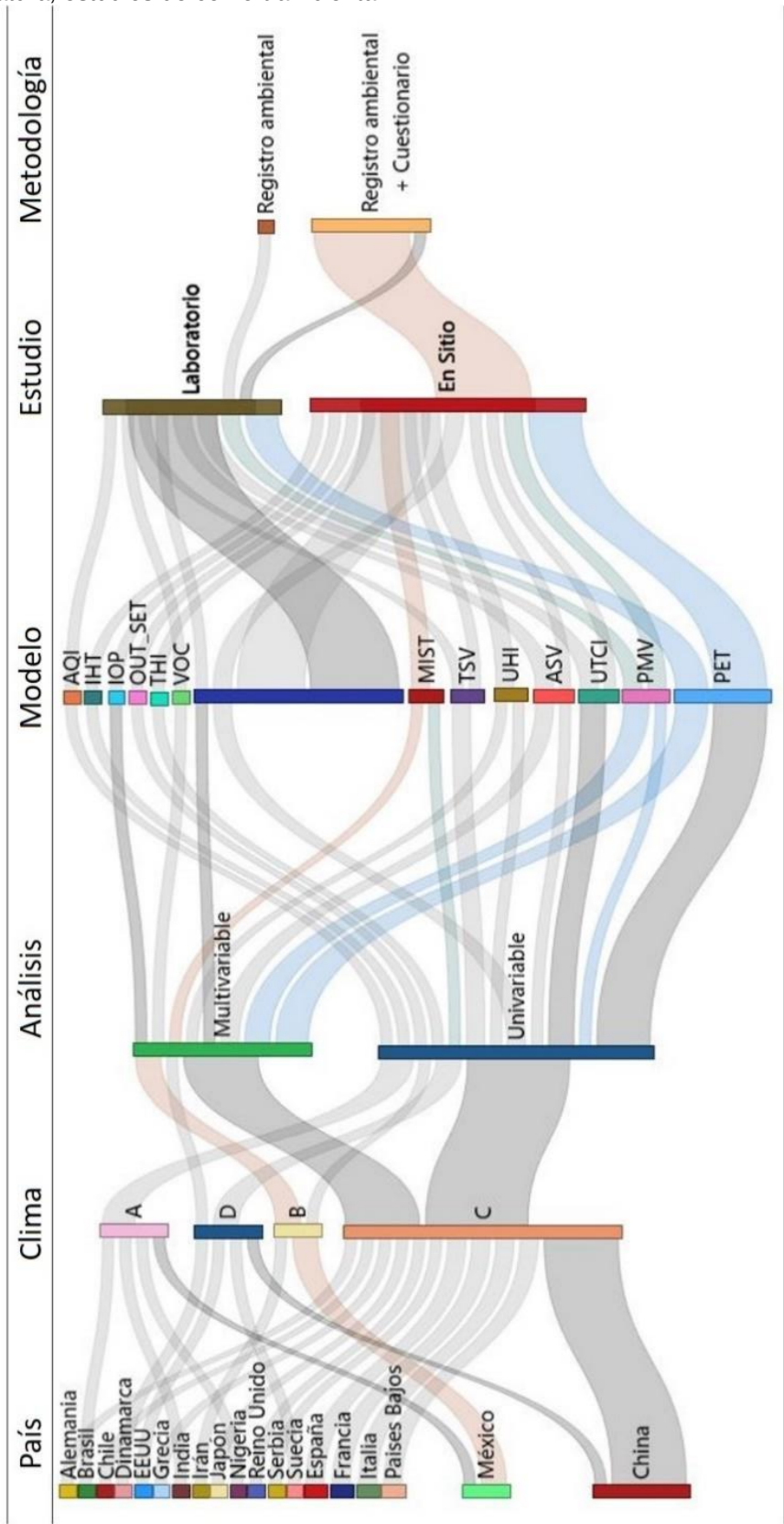
2.4. Marco Referencial

En cuanto a las referencias de trabajos en investigación análogos, a nivel internacional y nacional, se realizó una clasificación general por análisis de confort por variable ambiental: térmico, hídrico, radiación solar, acústico, lumínico y calidad del aire, con preferencia a estudios desarrollados en espacios exteriores y espacios públicos.

Se realizó una consulta de manuscritos, en bases de datos científicas como *Scopus*, *Web Of Science* y *Google Académico*, a partir de la búsqueda de las palabras clave: “(Environmental comfort OR Outdoor comfort) AND (Urban public space OR Outdoor spaces) AND (Confort model OR Adaptive comfort)”, del cual se identificaron 66 estudios. Se eligieron trabajos representativos a escala internacional y nacional, a razón de aportar de forma clara, aspectos como: recursos, temporalidad, metodología, e información de procedimientos, instrumentos, técnicas y normatividad implementada para el desarrollo de sus estudios, criterio de vital relevancia, en la toma de decisiones de referencia para la presente investigación.

Como resultado, se identificó un predominio por atención en el tema abordado en el país de China (34.0 %), en proporción al resto de estudios a nivel global (58.0 %), entre los cuales, se indagó particularmente trabajos realizados en México, al identificarse tres estudios de confort en exteriores (8.0 %), con la especial atención de un enfoque de análisis univariable (confort térmico), aspectos que se visualizan en la siguiente Figura 28.

Figura 28.
Revisión de literatura, estudios de confort ambiental.



A partir de las identificaciones de los criterios abordados en los diversos estudios encontrados (Figura 28), estos además expresaron ubicarse predominantemente en tipos de clima “C” (clasificación de templados), en contraparte, a la menor condición de clima tipo “B” (clasificación cálido seco), por lo tanto, asume pensar un mayor grado de pertinencia el efectuar el estudio en una región de clima cálido semiseco (BS1), Culiacán Rosales, Sinaloa, derivada de la problemática del incremento de temperaturas a nivel global (ONU, 2022b) y en este sentido, asociar la justificación del presente trabajo de investigación.

Ahora bien, otro de los aspectos que destaca entre los estudios relacionados, es el enfoque predominantemente univariable, es decir que los análisis se concentraron en el estudio de un solo parámetro ambiental o meteorológico, y en menor proporción acceden a combinar parámetros para la apreciación de confort ambiental, en un espacio público determinado, entre las relaciones de investigación, destacó la correlación entre condiciones térmicas y acústicas, así como térmicas y la relación con la calidad del aire (Apéndice III. Marco Teórico Metodológico, Gráfico 3).

De igual forma, a través de la consulta de literatura vigente que aborda condiciones específicas de confort ambiental vigentes, no se ubicó alguno que correlacionara, las variables del ambiente térmico, con más de dos variables ambientales, y estas resultaron ser aproximaciones por la variable lumínica y por calidad del aire (Piselli, C., et al, 2018), por el resto de las consultas, las variables como acústica y viento, suelen ser abordadas de forma particularizada, o como se indicó anteriormente, asociada en primer lugar, con alguna de las variables de temperatura (Tabla 21).

Tabla 21.*Revisión de la literatura acorde a la búsqueda de modelos de confort ambiental.*

AÑO	AUTOR	MODELO	CLIMA	VARIABLES
2021	Ka-Lun, K.	PET+TSV+UTCI	Cwa	TBS, HR, TGg, Tmrt, Vv, Rad
2018	Ali, S.	PET	Aw	TBS, HR, TGg, Tmrt, Vv
2009	Honjo, T.	PET+PMV+SET	Cfa	TBS, HR, TGg, Vv, Rad
2021	Peng, Y.	PET + UTCI	Cfa	TBS, HR, TGg, Tmrt, Vv
2019	Peng, Y.	PET+PMV+SET	Cfb	TBS, HR, Tmrt, Vv
2020	Li, Z.	PET	Cwa	TBS, Rad, Vv, Wdir
2018	Piselli, C.	PET + MOCI	Csa	TBS, HR, Ilum, CO2, Vv, Rad, Rrf, Ts, Wdir
2007	Thorsson, S.	PET, PMV, SET	Dfb	TBS, HR, TGg, Tmrt, Vv, Rad
2003	Pellerin, N.	PMV+ PPD	Cfb	TBS, Vv, dBA, To, Rad, Tsk
2007	Nikolopoulou, M.	PMV+ PPD	Csa+Cfa	TBS, HR, TGg, Vv, Rad, Ts
2006	Nikolopoulou, M.	ASV	Csa+Cfa	TBS, HR, TGg, Vv, Rad
2022	Peng, Y.	PET+UTCI+TSV	Cfb	TBS, HR, TGg, Vv, dBA
2021	Chen, G.	CFD	Dfb	TBS, Vv
2017	Tan, Z.	PET	Cwa	TBS, HR, TGg, Vv, Rad
2016	Shi, Y.	SCFuser	Cwa	TBS, HR, PM2.5, PM10
2019	Ka-Lun, K.	PET+TVS+LCZ	Cwa	TBS, HR, TGg, Vv, Rad
2017	Liu, H.	AQI	Dwa	SO2, NO2, CO, O3, PM2.5, PM10
2015	Martinelli, L.	PET	Csa	TBS, HR, TGg, Tmrt, Vv, Rad
2020	Moradpour, M.	VOC + BVOC	Bsk	NO2, CO, VOC, PM10
2015	Acero, J.	PET	Cfb	TBS, HR, Tmrt, Vv, Rad
2022	Rincón, J.	MIST	BSk+Aw0	TBS, HR, TGg, Vv
2010	Bojórquez, G.	PMV+PPD+MIST	BW'h	TBS, HR, TGg, TBH, Vv
2020	del Campo, F.	ST+PT+TT+AT	Aw	TBS, HR, TGg, Vv
2019	Marabout, L.	CFD	Dfb	Vv

Fuente: Elaborado a partir de Ka-Lun y Choi (2021); Ali y Patnaik (2018); Honjo (2009); Peng et al., (2021); Peng et al., (2019); Li et al., (2020); Piselli et al., (2018); Thorsson et al., (2007); Pellerin y Candas (2003); Nikolopoulou y Lykoudis (2006); Nikolopoulou y Lykoudis (2007); Peng (2022); Chen et al., (2021); Tan et al., (2017); Shi et al., (2016); Liu et al., (2017); Martinelli et al., (2015); Moradpour y

Hosseini (2020); Acero y Herranz-Pascual (2015); Rincón-Martínez et al, (2022); Bojórquez (2010); Martín del Campo (2020); Marabout et al, (2019).

Los modelos de confort que mayor presencia tuvieron entre los estudios, fueron: TSV, UHI, ASV, UTCI, PMV, CFD, entre otros, que depende mucho de la variable ambiental en cuestión, mientras que destacó con una mayor frecuencia, el modelo PET, cabe mencionar que, particularmente en México, existe una especial recurrencia al modelo de confort MIST (Figura 28), el cual ha sido descrito entre sus virtudes en el anterior apartado 2.2.2.1. Modelos de Confort Térmico.

¿Cuál fue el criterio para el descarte y aceptación de un determinado modelo a seguir? En primer lugar, la practicidad del modelo, qué tan factible es de realizar y si se cuenta con acceso para el mismo, puesto que se ubicaron algunos modelos con base en programas computacionales, como el caso por análisis por Dinámica Computacional de Fluidos (CFD), el cual es un programa que requiere licencia; y en segundo lugar, la demostración estadística del fenómeno de confort, por lo cual el método MIST, relaciona un fundamento de resultados estadísticamente, además de expresar el fenómeno correlacionado de los estratos de categorías de sensación y preferencia ambiental, en correspondencia con la magnitud de la variable ambiental estimada.

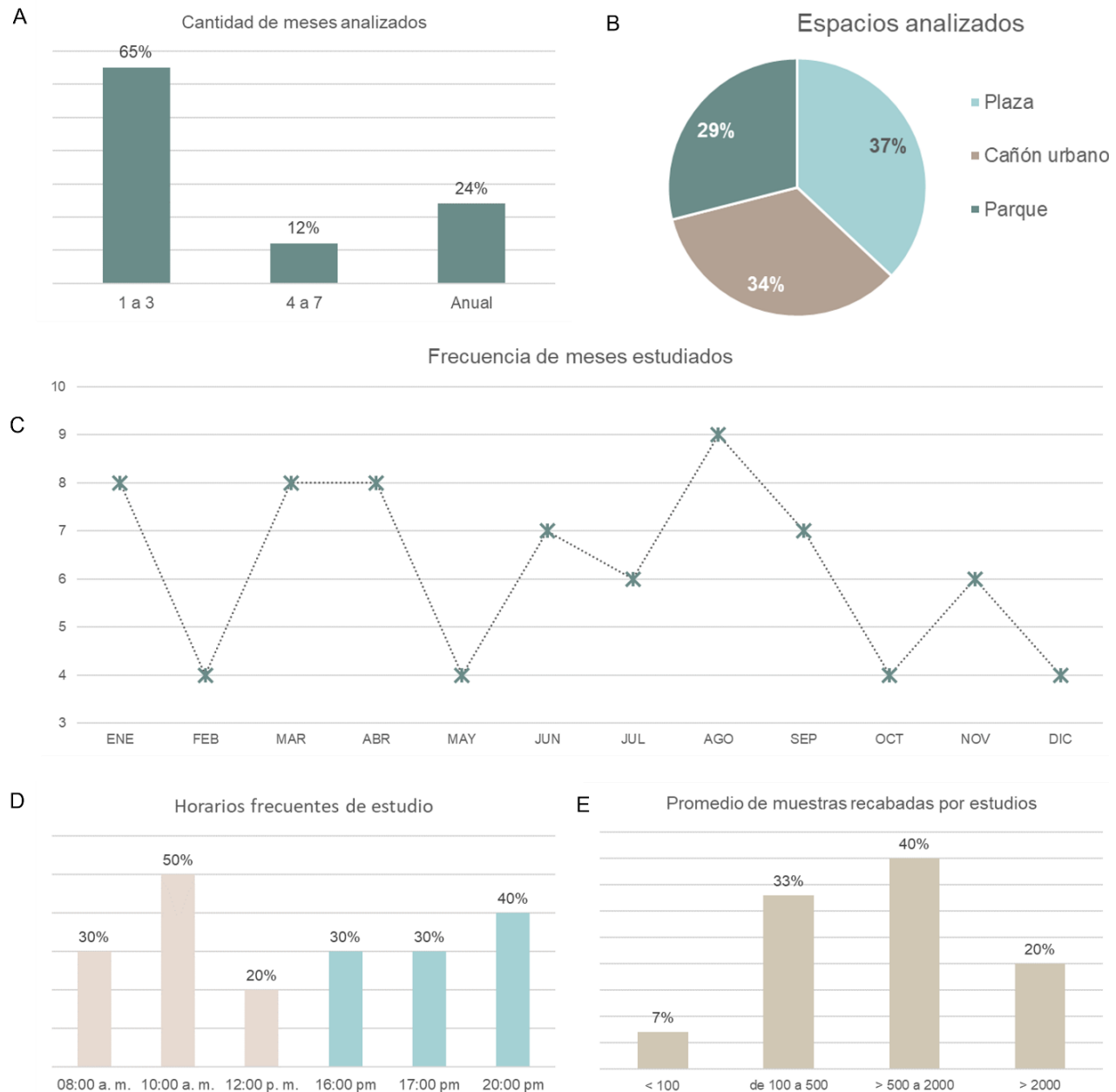
Por otra parte, se identificó una mayoría de prácticas son realizadas en sitio, en comparación a los estudios trabajados con información proveniente de laboratorio o recursos sistematizados (como estaciones meteorológicas o metadatos preestablecidos), así de acuerdo a las metodologías encontradas, estas se basaron en registros ambientales aunado a recolección de la percepción subjetiva que expresan los usuarios de espacios exteriores (Apéndice III. Marco Teórico Metodológico, Gráfico 4, Gráfico 5, Gráfico 6, Gráfico 7), lo cual permite concluir la ruta que se comienza a mostrar, marcada con una silueta de color rojo (Figura 28), de la orientación a desarrollar en la presente investigación.

Adicionalmente, se visualizó que durante el mes de agosto, se registraron la mayor cantidad de estudios, mientras que los segundos meses más frecuentes fueron enero, marzo y abril, como se aprecia en el apartado C (Figura 29), así mismo, se detectó una mayor frecuencia en la presentación de manuscritos los cuales presentaron el reporte de 1 a 3 meses (65.0 %), en menor parte a los reportes de trabajos anualizados (24.0 %), como se aprecia en el apartado A (Figura 29), mientras que por otra parte, al explorar por el concepto de “espacios públicos abiertos o exteriores”, la ubicación de las investigaciones se aprecian en tres clasificaciones principalmente: parque urbano (29.0 %), cañón urbano (34.0 %) y plaza pública (37.0 %), esta última, muestra un indicio de recurrencia respecto a la expresión de interés de un espacio de uso colectivo, como lo muestra el apartado B (Figura 29).

Otra de las características que mostró la relación de estudios, consiste en los horarios de inicio (diarios) en las campañas de estudio, predominantemente en un horario de 10:00 am, para posteriormente ubicar un cierre durante el día hasta las 8:00 pm, apartado D (Figura 29), mientras que la mayor cantidad de muestras recabadas oscilaron entre 500 a 2000 evidencias, con una proporción al 40.0 %, respecto al resto, como se observa en el apartado E (Figura 29), lo cual permite interpretar que para esta categoría de investigaciones, el volumen de registros obtenidos de campo, regularmente es significativo.

Figura 29.

Condicionantes de referencia: A. Meses recurrentes; B. Tipo de espacios analizados; C. Horarios frecuentes; D. Cantidad de meses analizados; E. Promedio de muestras recabadas.



Fuente: Elaborado a partir de Pellerin y Candas (2003); Nikolopoulou y Lykoudis (2006); Nikolopoulou y Lykoudis (2007); Thorsson et al, (2007); Honjo (2009); Bojórquez (2010); Jendritzky et al, (2012); Huang et al, (2014); Martinelli et al, (2015); Acero y Herranz-Pascual (2015); Lau et al, (2016); Shi et al, (2016); Djukic et al, (2016); Liu et al, (2017); Kruger y Drach (2017); Tan et al, (2017); Xu et al, (2017); Ali y Patnaik (2018); Beck et al, (2018); Piselli et al, (2018); Smith y Henríquez (2019); Balogun y Daramola (2019); Peng et al, (2019); Lemonsu et al, (2020); Li et al, (2020); Martín del Campo (2020); Moradpour y Hosseini (2020); Graziano et al, (2021); Ka-Lun y Choi (2021); Wang et al, (2021); Chen et al, (2021); Ka-Lun et al, (2022); Li et al, (2022); Rincón-Martínez et al, (2022); Peng (2022).

Adicionalmente, entre las normativas relacionadas, principalmente se encontraron en equidad de recurrencia, las normas ISO 7730 e ISO 7726, ambas con una proporción del 54.0 %, posteriormente siguieron la ISO 10551 y ANSI/ASHRAE 55, ambas con un total de 38.0 %, lo que relaciona entre estas cuatro normativas, la aproximación y empleo de normatividad para estudios de confort, con enfoque térmico, en condiciones de espacios al exterior.

Para finalizar las apreciaciones, respecto a los recursos estadísticos y gráficos para correlacionar las percepciones de los ocupantes, de acuerdo a condiciones ambientales determinadas, frecuentemente se recurrió a un sistema de regresión lineal simple, a razón de expresar una apreciación entre indicadores (eje x), con respecto de otro (eje y), lo cual derive en un criterio de correlación (r^2), y en este sentido, exprese la relación entre criterios subjetivos y valoraciones cuantitativas, como se demuestra en la siguiente Tabla 22.

Tabla 22.
Ecuaciones ponderadas de la regresión lineal, entre el VST y ICTU.

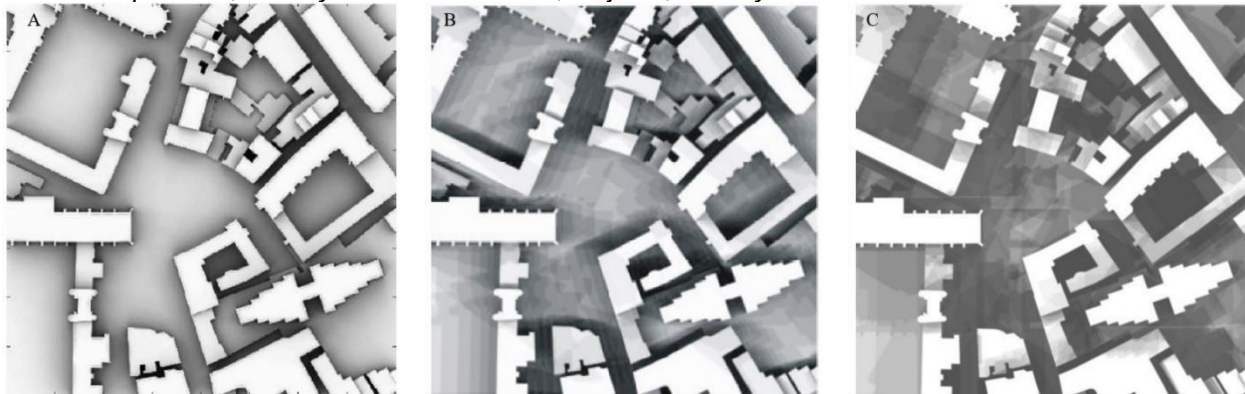
		Regression Equation	N	R ²	p-value	S.E.
<i>Aesthetic</i>						
Satisfactory	Raw	TSV = 0.200 + 0.048 UTCI	738	0.008	0.017	0.067
	Binned	TSV = 0.204 + 0.047 UTCI	10	0.400	0.068	1.099
Neutral	Raw	TSV = 0.310 + 0.045 UTCI	839	0.008	0.009	0.068
	Binned	TSV = 0.354 + 0.044 UTCI	10	0.617	0.007	0.0637
Unsatisfactory	Raw	TSV = 0.270 + 0.049 UTCI	265	0.011	0.091	0.130
	Binned	TSV = 0.178 + 0.051 UTCI	10	0.241	0.217	0.996
<i>Acoustic</i>						
Satisfactory	Raw	TSV = 0.200 + 0.048 UTCI	685	0.008	0.018	0.072
	Binned	TSV = -0.398 + 0.063 UTCI	10	0.686	0.011	0.809
Neutral	Raw	TSV = 0.920 + 0.027 UTCI	498	0.003	0.265	0.082
	Binned	TSV = 1.073 + 0.023 UTCI	10	0.134	0.373	0.373
Unsatisfactory	Raw	TSV = 0.170 + 0.052 UTCI	659	0.011	0.006	0.080
	Binned	TSV = 0.114 + 0.053 UTCI	10	0.581	0.028	0.773

Nota. Las ecuaciones son consideradas como modelos numéricos, aspecto que será retomado para la definición del próximo diseño de modelo estadístico. Fuente: Extraído de Ka-Lun y Choi (2021).

Adicionalmente, el proyecto RUROS (Nikolopoulou y Lykoudis, 2007), ha sido internacionalmente referenciado, respecto al abordaje de análisis de confort en espacios exteriores, del cual, además del empleo de cuestionarios y los registros ambientales en sitio, al ser analizado desde diferentes visiones, disciplinas y factores, como lo fueron modelos de confort respecto a diversas variables ambientales: térmicas, hígricas, radiaciones solares globales, vientos, acústicas, visuales, entre otras, igualmente se recurrieron a múltiples metodologías, tal es el caso, sobre el análisis de la morfología urbana, consideraciones sociales, instrumentos y herramientas especializadas, como la determinación por SVF (*Sky View Factor* - Factor de Cielo Visible), como se muestra en el siguiente ejercicio respecto a la identificación de las proyecciones de sombras, de manera puntual para un mes y horario específico, así como de forma anualizada (Figura 30), en el sitio de estudio, aunado a otros recursos como simuladores digitales de variables ambientales.

Figura 30.

A. Análisis por SVF; B. Proyección de sombras, 22 junio; C. Proyección de sombras anualizada.



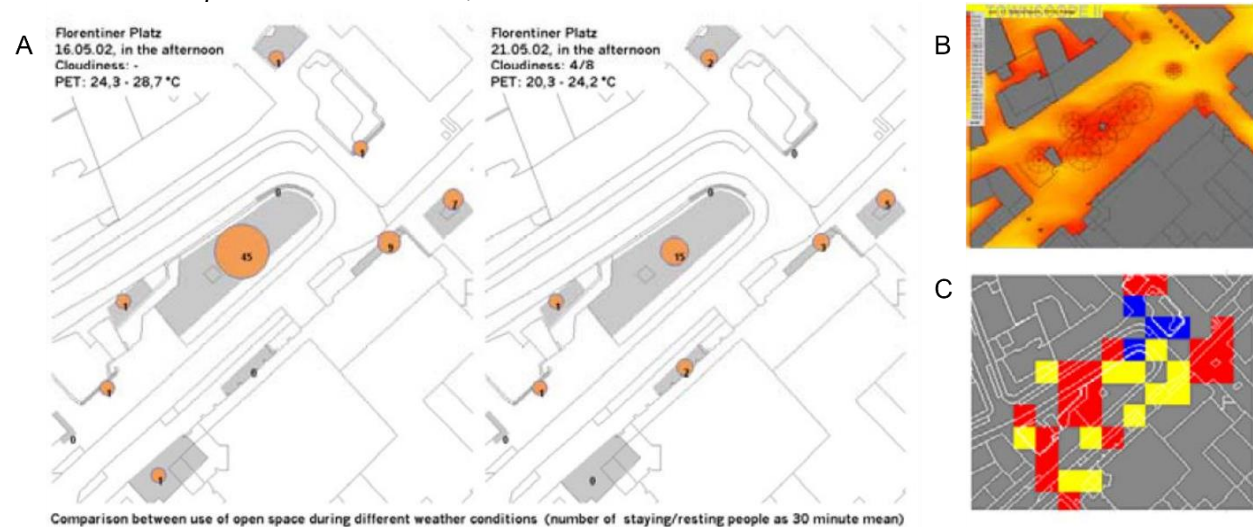
Fuente: Extraído de Nikolopoulou, et al, (2002).

Cabe agregar, el relacionar los análisis realizados respecto a los niveles de influencia de radiación solar en el espacio, así como la identificación de la velocidad del viento en el espacio, como lo mostró Katzschner, L., Bosch, U., y Roettgen, M. (2003), quienes estuvieron a cargo del capítulo de mapeo del confort térmico y zonificación, en el cual se presentan diagramas digitales en 2D y 3D, a partir del levantamiento del área de estudio, mediante los

registros de las variables meteorológicas, así como ejercicios de simulación, respecto a la representación de las mismas condiciones ambientales en el lugar y lograr compararlas, directamente, a través de la cartografía del área de estudio, con el fin de visualizar y/o anticipar las condiciones ambientales que se encuentran en desarrollo, durante las actividades de los usuarios en espacios al exterior, como se muestra en la siguiente Figura 31.

Figura 31.

Zona de confort para el sitio de Kassel, Alemania.



Fuente: Extraído de Nikolopoulou, et al, (2002).

La anterior figura, demuestra el registro de un aforo de usuarios, que se encuentran en el espacio público de la “Plaza Florentino”, en Kassel, Alemania y ubica el nivel de frecuencia de los puntos en los cuales se registran las valoraciones PET (apartado A); mientras que, en el apartado B, se representan sobre el sitio las escalas de radiación solar, que se encontraron; en comparación al apartado C, el cual ubica los niveles de intensidad de velocidad de viento que se presentan para el espacio involucrado (Figura 31), lo cual en su conjunto, aporta los recursos gráficos empleados para la representación de la información obtenida de estudio.

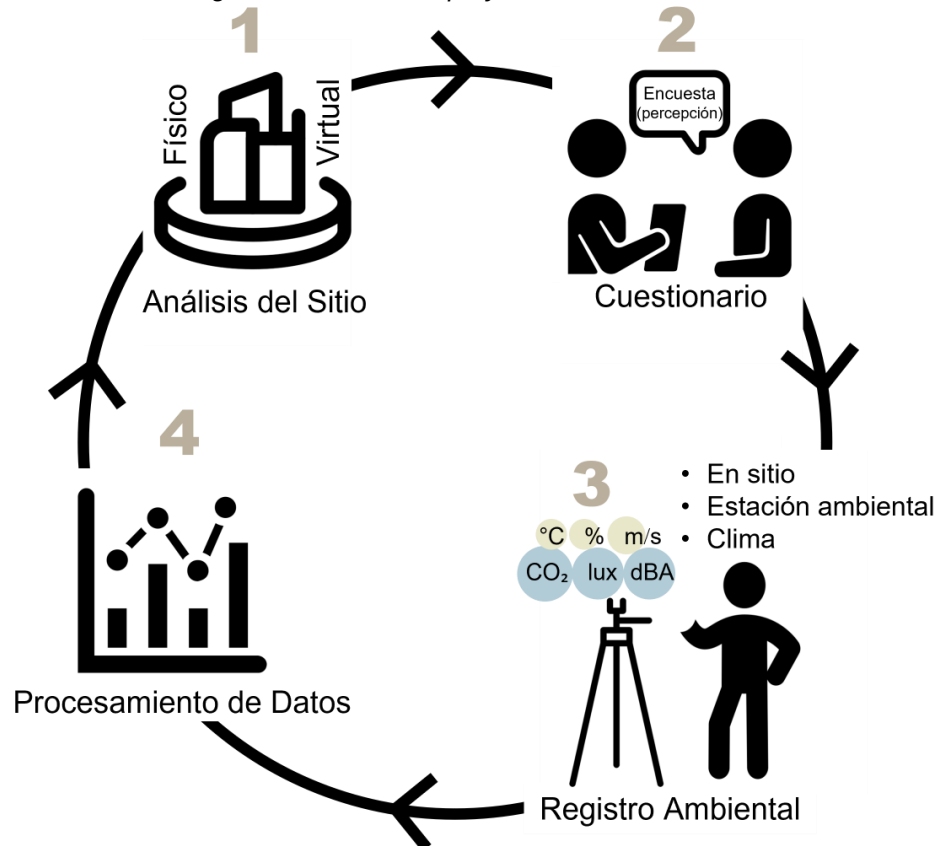
2.5. Conclusión Capítulo II

En síntesis, el proyecto RUROS (Nikolopoulou, M; Lykoudis, 2007), así como el conjunto de los demás trabajos citados anteriormente, muestra un vasto empleo de recursos de análisis que se realizaron durante la temporalidad de su ejecución, que permitieron profundizar

en ejercicios de investigación, a través de la correlación de los metadatos generados, motivo por el cual su consideración como referencia, resulta una base para los análisis de confort ambiental en espacios exteriores y mediante el cual, se retoman a su vez, los criterios generales para su investigación, conforme a cuatro aspectos apreciados: 1. La caracterización física y virtual del sitio de estudio; 2. La implementación de cuestionarios en campo, con el objetivo de recabar las condiciones y percepciones subjetivas de los usuarios; 3. El registro ambiental, en el instante del cuestionamiento, así con estaciones ambientales, e histórico climático del lugar; 4. Procesamiento de los datos, por métodos estadísticos (Figura 32).

Figura 32.

Síntesis de recursos metodológicos derivados del proyecto RUROS.



En conclusión, resulta conveniente el apropiar, a partir de las anteriores directrices y criterios implementados en el conjunto de proyectos de confort en espacios exteriores, siempre y cuando se adecuen con una orientación local (regionalizada-personalizada), para el caso y objetos de estudio, que a la postre además permita la generación de una base de datos.

Capítulo III. Diseño de Investigación



Para comenzar con la configuración del procedimiento aplicado a la investigación, se referencia el establecer un método, a razón de validar las formas de proceder u obrar con el fin de esclarecer la descripción respecto al abordaje para el encuentro de solución a la problemática planteada de investigación (Hernández et al., 2014), una vez fundamentados los apartados protocolarios y marco teórico, se establece el siguiente esquema para atender los pasos del diseño del presente estudio (Figura 33).

Figura 33.
Esquema de Diseño de Investigación.



En la anterior figura, se describe el proceso que orienta hacia la fundamentación respecto a la selección del caso de estudio, lo cual a su vez, permite la determinación del objeto de estudio, en cuyas condiciones puntuales, se especifican los periodos de estudio, sus enfoques, la elección y características de los instrumentos, así como la selección de herramientas más convenientes para su implementación, las cuales, permitan el proporcionamiento del universo de estudio y la muestra pertinente, conforme al objeto de estudio, elementos que sean finalmente integrados por la configuración del cuestionario, ficha de registro y metodologías de recaudación de datos en campo, resultados que a la postre, continuarán a ser procesados en el consecuente capítulo.

3.1. Caso de Estudio

En el apartado presente, se abordan los criterios para la selección del caso y objeto de estudio, resultantes del análisis poblacional y entre los aspectos más destacados, conforme a las condicionantes climáticas y ambientales, escaladas a nivel nacional, estatal, municipal, local y del sitio elegido como área de estudio, como se referencia a cotinuación (Figura 34).

Figura 34.

Diagrama de escala e indicadores para selección de caso y objeto de estudio.



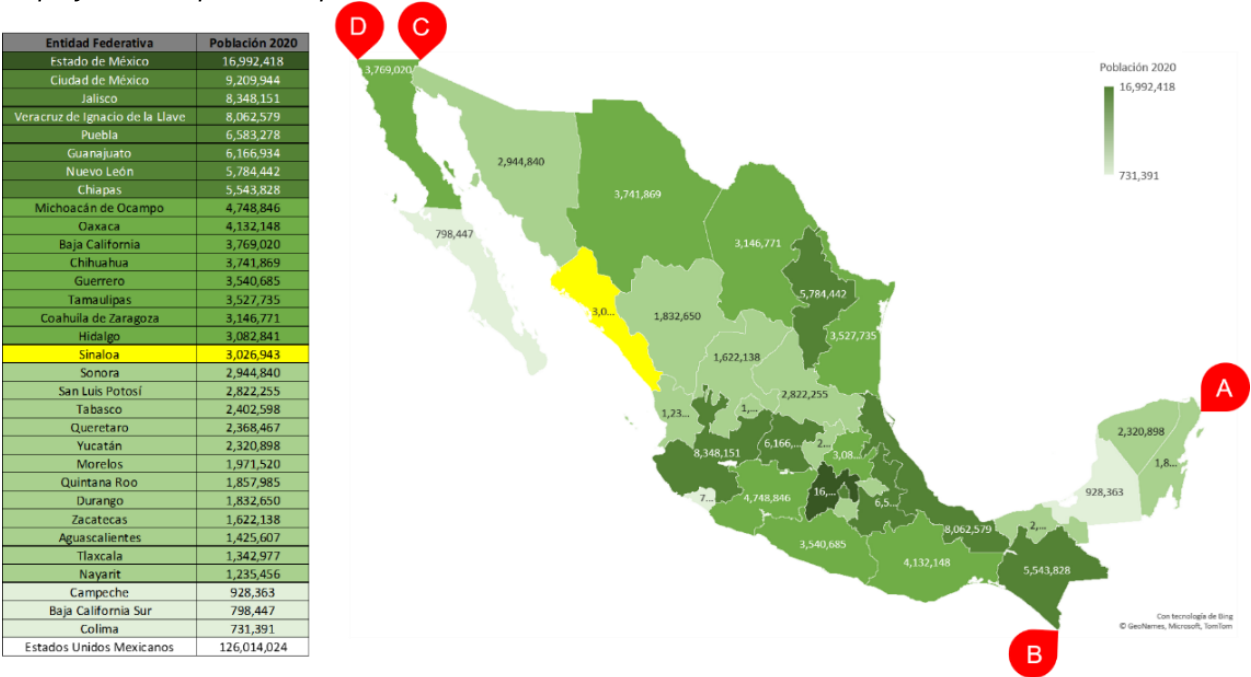
El identificar los indicadores anteriormente señalados, considera los principios para establecer los periodos de análisis, precisiones metodológicas y análisis de preexistencias ambientales, los cuales permiten aproximaciones fundamentadas en los aspectos inscritas a las condiciones de confort ambiental, para los usuarios de espacios públicos abiertos.

3.1.1. Características a Nivel Nacional

El caso de estudio se ubica a partir de la consideración del territorio de la República de los Estados Unidos Mexicanos, ubicada hacia el extremo este (punto A) con una latitud de 21° 32' 42" N y longitud de 86° 36' 19" O; mientras que al extremo sur (punto B) se localiza en una latitud de 14° 29' 54" N y longitud de 92° 14' 28" O; para su extremo norte (punto C), su latitud

refiere a 32° 42' 31" N y una longitud de 114° 43' 48" O; y al extremo oeste (punto D), de acuerdo a una latitud de 32° 31' 41" N, correspondiente a una longitud de 117° 08' 10" O (Sinergise Ltd., 2022), como se aprecia en la Figura 35 y cuya tabla de población se desglosa en el Apéndice IV. Caracterización del Caso de Estudio (Gráfico 8).

Figura 35.
 Mapa y tabla de población por entidad federativa en México.



Fuente: Procesado de INEGI (2020b).

Por otra parte, uno de los aspectos climáticos destacables a nivel nacional, resulta en considerar las condiciones normalizadas por temperatura, de las cuales, el Estado de Sinaloa se encuentra entre las entidades con un registro considerable de calor a nivel nacional, al mostrar parcialmente en sus 57.37 km² de territorio Estatal, una proporción de condición de calor (Apéndice IV., Gráfico 10) de acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2022).

En Sinaloa, se encuentran condiciones de calor que derivan en un rango de sequía de vasto a crítico, en comparación nacional, lo cual coloca en riesgo de sequía a sus municipios

(CONABIO, 2022), al justificar representar una entidad precaria por las condiciones ambientales que comprende (Apéndice IV. Gráfico 11).

Por otra parte, se suma el factor por radiación solar global media durante el periodo de verano a nivel nacional, del cual destaca nuevamente la entidad federativa de Sinaloa, al encontrarse entre los rangos de 16 kWh hasta 21 kWh (CONABIO, 2022), como se aprecia en el mapa Apéndice IV. Gráfico 12.

A partir de la potencial precariedad ambiental, aunada a la intermedia condición por vulnerabilidad socio-económica media, (Apéndice IV. Gráfico 9), se agrega la situación en Sinaloa, de contar con un porcentaje de uso del automóvil privado medio-alto, entre el 30.0 % y 40.0 % a nivel nacional (Apéndice IV. Gráfico 13), lo cual se asocia directamente en la inserción constante de material particulado aportados al ambiente, donde los efectos de contaminación que provienen del uso vehicular, no solo se acotan a la contaminación del aire, sino que además implican aspectos de contaminación por ruido, aportación por calor antropogénico, además de los requisitos espaciales que demanda, respecto al tránsito, seguridad vial, infraestructura de movilidad y el posible estrés social, que derivan las dinámicas del tránsito vehicular (BID, 2021).

3.1.2. Características a Nivel Estatal

A partir de los criterios anteriores, las referencias geográficas en la cual se encuentra la entidad federativa de Sinaloa, se ubica hacia el extremo este (punto A) con una latitud de 22° 32' 34" N y longitud de 105° 26' 47" O; mientras que al extremo sur (punto B) se localiza en una latitud de 22° 27' 05" N y longitud de 105° 42' 37" O; para su extremo norte (punto C), su latitud refiere a 27° 01' 47" N y una longitud de 108° 14' 53" O; y al extremo oeste (punto D), de acuerdo a una latitud de 25° 59' 15" N de acuerdo a una longitud de 109° 27' 24" O (Sinergise Ltd., 2022), como se aprecia en la siguiente Figura 36.

Figura 36.
Mapa de proporción de población por municipio en Sinaloa.

Municipio	Población 2020
Culiacán	1,003,530
Mazatlán	501,441
Ahome	459,310
Guasave	289,370
Navolato	149,122
El Fuerte	96,593
Salvador Alvarado	79,492
Sinaloa	78,670
Escuinapa	59,988
Elota	55,339
Rosario	52,345
Angostura	44,093
Mocorito	40,358
Choix	29,334
Badiraguato	26,542
Concordia	24,899
San Ignacio	19,505
Cosalá	17,012
Total Estatal:	3,026,943



Fuente: Procesado de INEGI (2020).

Geográficamente, el Estado de Sinaloa colinda al noroeste con el Estado de Sonora, al oeste con el océano Pacífico, al sureste con el Estado de Nayarit, al este con el Estado de Durango y al noreste, con el Estado de Chihuahua. Mientras que la proporción de territorio que guarda el Estado de Sinaloa, comprende 57,369 km2 (INEGI, 2021d), cuya orografía destaca por presentar regiones de costa, contigua al océano Pacífico con una altura sobre nivel de mar (msnm), condiciones de valle, entre 30 a 100 msnm y sierra, comprendiendo alturas > 100 msnm, hasta > 2,000 msnm en promedio, en sus zonas más altas (Apéndice IV. Gráfico 14).

Respecto a la proporción por población que se encuentra en el estado de Sinaloa, la entidad cuenta con 3,026,943 habitantes (INEGI, 2020b), constituido por 18 municipios, como

se relaciona en la Figura 36, de los cuales destaca el municipio de Culiacán, el cual contiene la mayor población a nivel estatal y asignada con el nombramiento de cabecera a nivel estatal.

Adicionalmente, se ubica la clasificación climática que se presenta para el Estado de Sinaloa, cuyas condiciones destacan por ser en gran proporción cálidas, hasta muy secas, destacando precisamente la única variable de zonas altas, con un tipo de clima templado subhúmedo, mientras que, el valle expresa, esa tendencia de temperatura hacia un clima cálido subhúmedo a semiseco cálido y por último, las condiciones de costa, las cuales presenta el mencionado incremento de temperaturas, al presentar condiciones de clima seco cálido y muy seco cálido, en la zona noroeste (INEGI, 2021e), como se aprecia en Apéndice IV. Gráfico 15.

Por consiguiente, el primer parámetro climático en apreciarse es el aspecto de temperaturas, al distinguirse en la extensión del territorio Sinaloense, expresado a través de los valores de las temperaturas máximas diarias anualizadas y georreferenciadas conforme a los puntos de las zonas urbanas, en las cuales se ubican las cabeceras de los 18 municipios del Estado y cuyos valores oscilan entre los 33.9 °C hasta los 40.6 °C, como se muestra en el Apéndice IV. Gráfico 16.

De igual forma, se identifican las condiciones de los rangos de precipitación pluvial media anualizada en el Estado, los cuales demuestran una tendencia de mayor afluencia en la zona alta, cercana a la sierra, así como en el sureste, contigua a la costa, mientras que las condiciones en la zona norte y noroeste, acercándose al estado de Sonora, expresa una escasez de precipitación pluvial, igualmente en algunos municipios de cercanos a la costa del Pacífico (Apéndice IV., Gráfico 17).

Por otra parte, si bien la humedad relativa, no es equivalente a los niveles de precipitación pluvial, estas se encuentran asociadas, y una vez que se correlacionan los registros de temperatura, con respecto a los valores de humedad relativa, estos permiten conocer el factor de índice calor o sensación térmica, de acuerdo con la NOAA (2020c), de un espacio o lugar involucrado, como se aprecia en el Apéndice IV. Gráfico 18, en el cual se ubica

al municipio de Culiacán, entre las zonas de mayor índice térmico del estado, criterio que denota nuevamente el factor de relevancia en la atención a sus condiciones térmicas.

Por otra parte, adicionalmente a los aspectos ambientales considerados, se realizó una aproximación respecto a los señalamientos de contaminación por iluminación de acuerdo con el *Earth Observation Group* (EOG), que forma parte del NOAA, quienes obtienen una visualización del nivel de contaminación por iluminación a nivel global y cuyos recursos a través de imagen satelital, demuestran la principal presencia de mayor incidencia de emisión lumínica por el municipio de Culiacán (Apéndice IV. Gráfico 19), condición que infiere una relación en concordancia a su cantidad de habitantes, puesto que los tres municipios más poblados de Sinaloa, coinciden en resultar ser los emisores de mayor contaminación lumínica.

3.1.3. Condiciones a Nivel Municipal

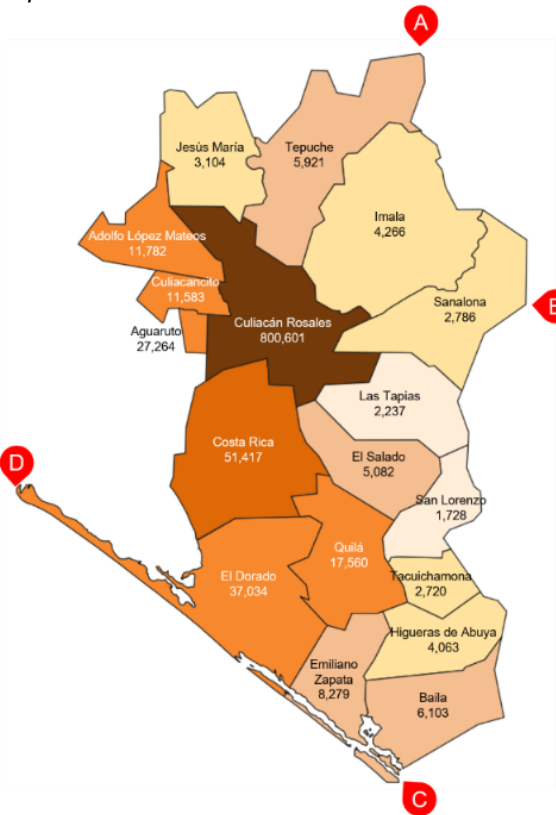
A partir de los criterios anteriores a nivel nacional y estatal, para la selección del caso de estudio a una escala Municipal, Culiacán se ubica conforme a las coordenadas geográficas, hacia el extremo norte (punto A) con una latitud de 25°16'28" N y longitud de 107°12'10" O; mientras que al extremo este (punto B) se localiza en una latitud de 24°48'24" N y longitud de 106°51'52" O; para su extremo sur (punto C), su latitud refiere a 24°1'54" N y una longitud de 107°6'48" O; y al extremo oeste (punto D), de acuerdo a una latitud de 24°31'24" N, correspondiente a una longitud de 107°49'30" O (G.Earth, 2023), (Figura 37).

El municipio de Culiacán presenta una población total de 1,003,530 habitantes (INEGI, 2020a) y se encuentra conformado por 18 sindicaturas, entre las cuales destaca la cabecera municipal de Culiacán Rosales, al presentar una diferencia significativa con el mayor número de población, equivalente a 800,601 habitantes (H.A.Culiacán, 2022) (Figura 37), aspecto que la distingue como la región más poblada, no solo en el municipio, sino además a nivel Estatal, por lo que en este tenor, representa la mayor proporción poblacional, aspecto que igualmente contiene implicaciones antropogénicas, lo cual expone un latente mayor grado de influencia

territorial, ambiental, económica y servicios, cuyo objetivo de evaluación resulte representativo a nivel local, estatal y nacional.

Figura 37.
Mapa de proporción de población por sindicatura en Municipio de Culiacán.

SINDICATURAS MUN. CULIACÁN	POBLACIÓN 2020
Culiacán Rosales	800,601
Costa Rica	51,417
El Dorado	37,034
Aguaruto	27,264
Quilá	17,560
Villa Adolfo López Mateos	11,782
Culiacancito	11,583
Emiliano Zapata	8,279
Baila	6,103
Tepuche	5,921
El Salado	5,082
Imala	4,266
Higueras de Abuya	4,063
Jesús María	3,104
Sanalona	2,786
Tacuichamona	2,720
Las Tapias	2,237
San Lorenzo	1,728
TOTAL	1,003,530



Fuente: Procesado de INEGI (2020) y Culiacán (2022).

La población del municipio de Culiacán, se encuentra en condiciones orográficas similares a su representatividad en el Estado, comprendidas de una extensión territorial de 6,305 km² (INEGI, 2021d), desde un extremo sureste en condiciones de costa, colindantes al mar Pacífico, al pasar por una región de valle, a mediana altura, hasta llegar a su territorio de condiciones serranas, con alturas >1,500 msnm (Apéndice IV. Gráfico 20).

Por consiguiente a la orografía municipal, permite la pauta en la identificación de clasificación climática específica que se ubican en las sindicaturas del municipio de Culiacán, al demostrar preponderantemente condiciones de calor, mismas que abarcan desde condiciones secas, semisecas, recorrido a cálido subhúmedo, hasta llegar en una consideración más benevolente, templada subhúmeda en la parte alta del municipio, de las cuales se destaca el

caso específico que se presenta para la ciudad de Culiacán Rosales, con un clima semiseco muy cálido extremoso “BS1(h’) w” con lluvias de verano (INEGI, 2021e), tal cual se aprecia en el Apéndice IV. Gráfico 21.

Aunado a la distinción de las clasificaciones climáticas, se recurrió en identificar las normales climatológicas por temperaturas que se presentan de forma promedio, en un registro histórico climático para las 18 sindicaturas del municipio de Culiacán, de acuerdo con los valores del SMN (2011), lo cual permite apreciar a una escala territorial ¿en dónde y en qué intensidad? se presentan las mayores o menores escalas de temperaturas, al posibilitar visualizar un acercamiento particularizado, de acuerdo a la condición térmica que se presenta en cada sindicatura, con respecto a otra, como se distingue en el Apéndice IV., Gráfico 22

A partir del anterior mapa Apéndice IV. Gráfico 22, se denotan las máximas condiciones térmicas en el municipio de Culiacán, mismas que indican que la sindicatura de Culiacancito, cuenta con el valor más alto de 37.0 °C, seguida por la condición en Culiacán Rosales, con 36.4 °C, las cuales expresan los dos máximos registros de temperaturas normales, mientras que para la región norte del municipio, las temperaturas descienden conforme al criterio de alta orografía, así en contraposición a la zona baja, junto a la costa, las temperaturas oscilan entre los 33.6 °C a 35.0 °C (SMN, 2011).

Otro elemento meteorológico referenciado a escala municipal fue la precipitación pluvial, misma que distingue cierta disminución de precipitación pluvial de 400 a 600 mm, en la mayoría de las sindicaturas cercanas a la costa, de manera anualizada de acuerdo con CONABIO (2022), mientras que de la zona centro, la cantidad anual se eleva a una proporción de 600 a 800 mm y esta situación se incrementa en la zona alta del municipio, al alcanzar la proporción de 800 a 1000 mm, cuya distribución se aprecia en el Apéndice IV. (Gráfico 24).

Por otra parte, adicionalmente al análisis de precipitación pluvial anual, se registraron los valores a una temporalidad específica para el mes más lluvioso de manera normalizada, el cual resulta el mes de agosto (SMN, 2011), mismo que evidencia variantes significativas de

acuerdo a los valores anualizados, puntos que son referenciados a las zonas urbanizadas de las 18 sindicaturas del municipio, así como para el caso específico de Culiacán Rosales, en la cual se distingue que en la zona centro existe una condición de aridez, con relación a los registros que se ubican en las periferias sur y norte, tal como se distingue en el Apéndice IV., (Gráfico 23), aspecto que destaca el evaluar, ¿cuáles son los posibles elementos y condicionantes del espacio, que ocasionen las apreciadas divergencias entre las cantidades de precipitación pluvial, de un punto a otro, dentro del municipio?

En la misma tesitura, respecto en apreciar otras condicionantes climáticas que se presentan para el municipio de Culiacán, se detectó la temperatura superficial de la Tierra (LST) conforme a su distribución municipal (Apéndice IV. Gráfico 25), valoraciones que distinguen una mayor incidencia directa de radiación solar que eleva las temperaturas en la zona sur y sureste, junto a la costa, además de las altas condiciones térmicas presentadas en la región de Culiacán y Culiacancito, en la zona centro-oeste, mientras que, para la zona norte se evidencia de acuerdo a las mencionadas condiciones de orografía y vegetación, propician que las temperaturas superficiales, desciendan significativamente, hasta los 18.0 °C.

A mayor abundamiento, se agrega una de las condicionantes ambientales más relevantes en aspectos de contaminación del aire, la cual refiere a la presencia por partículas de CO (monóxido de carbono), mismas que fueron relacionadas para la extensión territorial del municipio de Culiacán y posibilita evidenciar las zonas respecto a las sindicaturas que expresan contener mayor número de particulado en el ambiente, como se demuestra para el caso específico en la zona norte de la ciudad de Culiacán Rosales, en comparación al resto de las zonas, norte, este y sur (Sinergise Ltd., 2022) (Apéndice IV. Gráfico 26).

Una de las consecuencias en evidenciar mayores concentraciones de CO, justo en la zona de Culiacán Rosales, con niveles de 310.34 ppm, prevé una posible relación respecto a la condición urbanizada que se presenta en esta región del municipio, en comparación al resto de las sindicaturas, a partir de ser cotejadas con respecto a la zona norte, con registros de 287.39

ppm, donde las sindicaturas demuestran una tendencia hacia condiciones rurales, así en similitud a las regiones sur y sureste, las cuales se encuentran en procesos de urbanización y los niveles de particulado oscilan en valores de 302.32 ppm (Apéndice IV. Gráfico 26), de acuerdo los valores promediados durante el año 2021 al 2022 (*Sinergise Ltd.*, 2022).

Para finalizar con las evidencias de injerencia ambiental, se relacionan las condiciones de contaminación por generación de iluminación, lo cual enlaza los criterios antes mencionados respecto a las dimensiones antropogénicas que advierten las condiciones para las zonas con mayor desarrollo urbanizado (Apéndice IV. Gráfico 27), donde la mancha urbana de la ciudad de Culiacán Rosales, demuestra una comparativa diametralmente significativa de contaminación por iluminación, con respecto a cualquier otra región dentro del municipio de Culiacán, con respecto a los valores proporcionados por el sensor VIRRS (2021).

De esta manera, se encuentran recopilados una serie de indicadores ambientales, meteorológicos, así como sociales, a escalas regionales y municipales, las cuales justifican los elementos por los que, el municipio de Culiacán, del Estado de Sinaloa, resulta pertinente para realizar una evaluación respecto al nivel de influencia de contaminación ambiental, que se desarrolla en una de sus zonas urbanizadas más significativas, a raíz del marcado énfasis en los fenómenos ambientales que expone la localidad de Culiacán Rosales, por tal motivo resulta en la determinación de objeto de estudio en aras de profundizar respecto al nivel de influencia para con su población local, usuaria de espacios públicos.

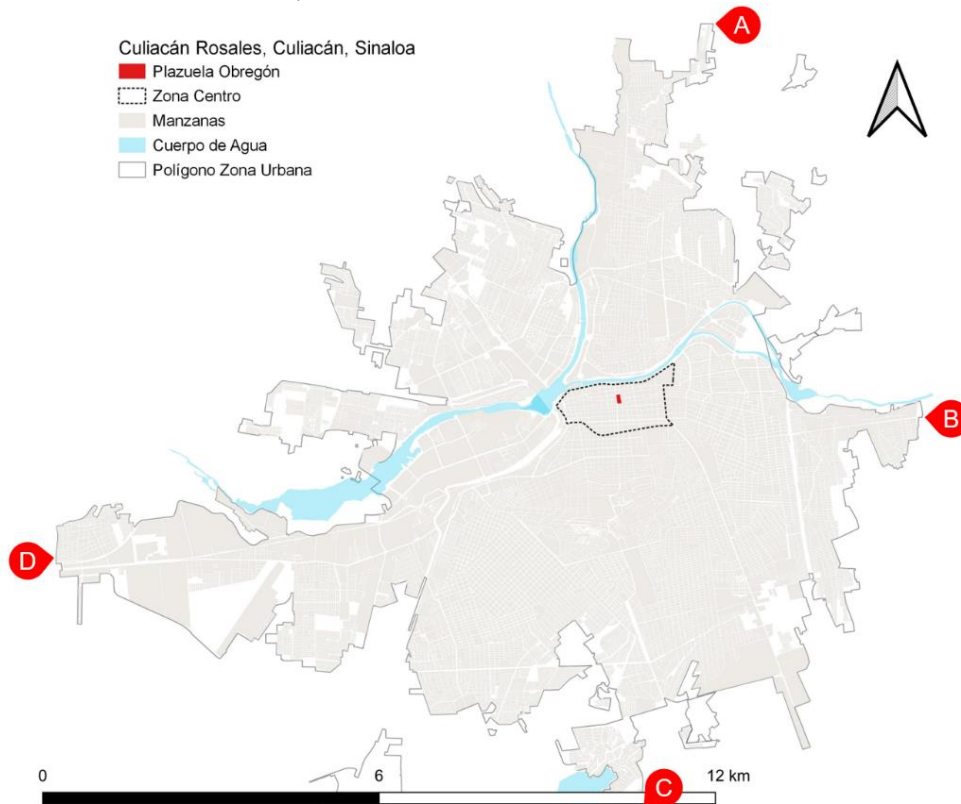
3.2. Objeto de Estudio

Una vez ubicado el objeto de estudio del proyecto de investigación, se presentan elementos que caracterizan al área de Culiacán Rosales, por lo que, inicialmente se señalan algunas referencias de la ciudad, mismas que señalan su ubicación en la región noroeste del país, cabecera municipal de Culiacán, además de representar la capital del Estado de Sinaloa, cuenta con una población de 800,601 habitantes (H.A.Culiacán, 2022), en una extensión territorial de 135,383.73 Km² (INEGI, 2021d). Esta se localiza entre las coordenadas

geográficas hacia el extremo norte (punto A) con una latitud de $24^{\circ} 53' 07''$ N y longitud de $107^{\circ} 22' 28''$ O; mientras que al extremo este (punto B) se localiza en una latitud de $24^{\circ} 48' 25''$ N y longitud de $107^{\circ} 19' 36''$ O; para su extremo sur (punto C), su latitud refiere a $24^{\circ} 43' 30''$ N y una longitud de $107^{\circ} 23' 17''$ O; y al extremo oeste (punto D), de acuerdo a una latitud de $24^{\circ} 46' 48''$ N, correspondiente a una longitud de $107^{\circ} 31' 05''$ O, a una altura de 55 msnm (G.Earth, 2023), como se identifican en la siguiente Figura 38.

Figura 38.

Mancha urbana de Culiacán Rosales, Sinaloa.



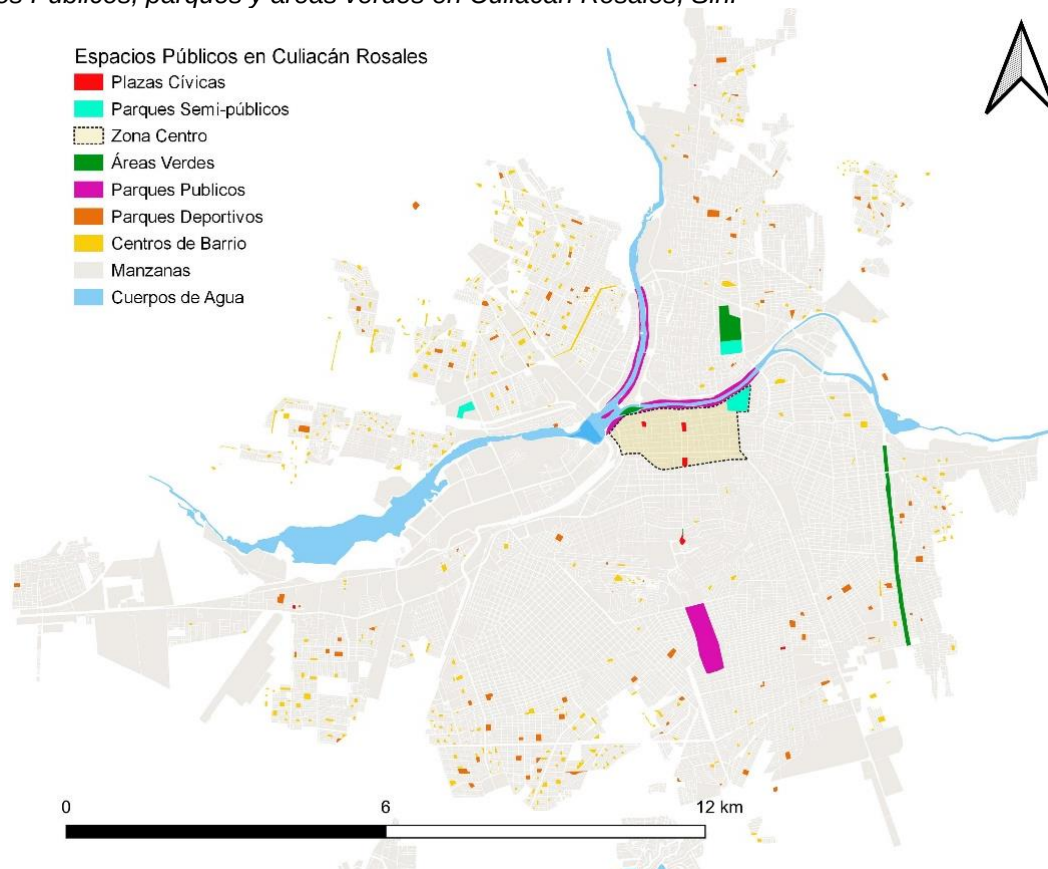
Fuente: Procesado de INEGI (2021b) e IMPLAN Culiacán (2022).

El área considerada a evaluar se encuentra en la zona centro de la ciudad de Culiacán Rosales, la cual corresponde a una proporción de extensión territorial de 2,434.71 km² (INEGI, 2021d), misma donde se ubican tres de las plazas cívicas representativas en la ciudad (Ruvalcaba, 2017), estas sitios se distinguen respecto al resto, a su vez, identificados en una clasificación de espacios públicos “abiertos”, en correspondencia a las dinámicas sociales que se presentan en el entorno, su accesibilidad pública, actividades económicas, convergencia de

rutas de transporte público, cruce y trayecto de vialidades principales y secundarias, que atraviesan la ciudad de norte-sur y de este a oeste, así como los elementos del entorno físico, como su relevancia por la carga de contenido histórico que se presenta para el primer cuadro de la ciudad, lo cual asume un arraigo y apropiación significativa del espacio por parte de los habitantes, no solo a nivel local, sino además a escala municipal, inclusive estatal (Figura 39).

Figura 39.

Espacios Públicos, parques y áreas verdes en Culiacán Rosales, Sin.

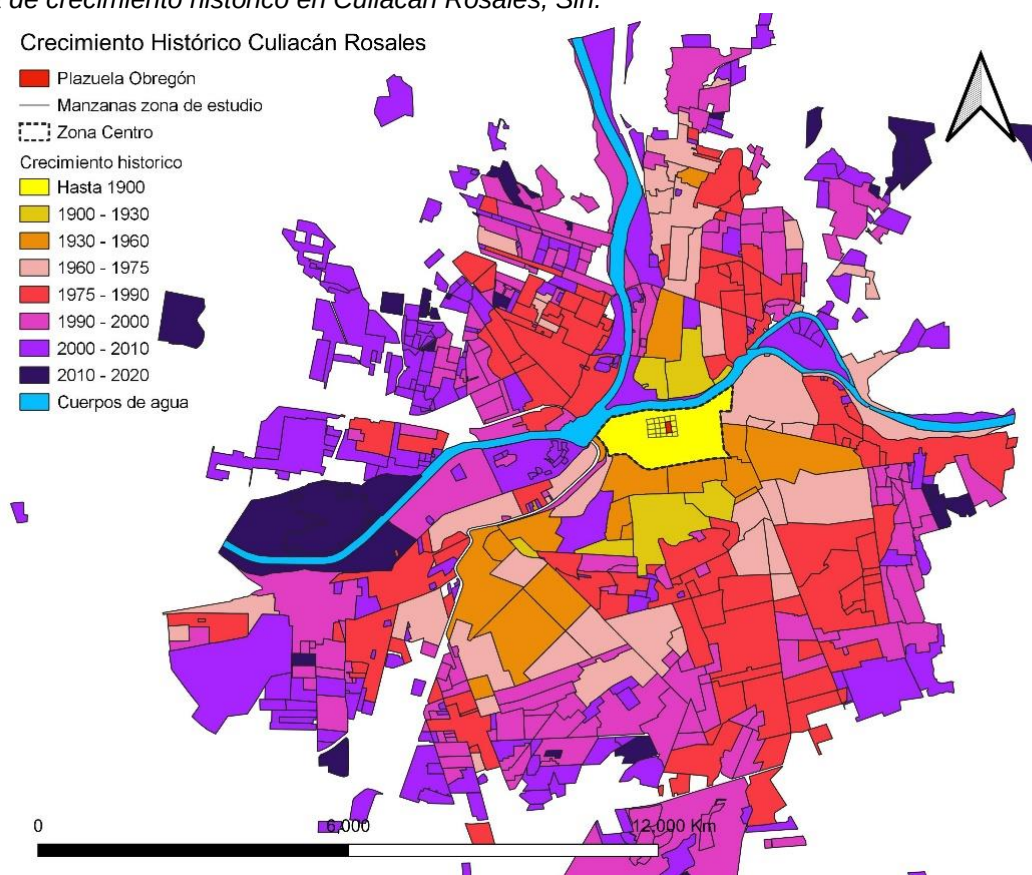


Fuente: Procesado de Parques Alegres IAP; IMPLAN Culiacán (2018).

Por lo tanto, entre los tres espacios públicos abiertos anteriormente identificados, la “Plazuela Obregón” sobresale al contener una representatividad destacada para la ciudad, desde la época de su fundación, desde la Villa de San Miguel en 1531, ya se encontraba la plazuela rodeada por cuatro manzanas que desde “los portales” (Actual edificio “La Lonja”) se encontraban orientados con vista hacia la plaza central, así como en la fecha de ser declarada como ciudad en 1793 (Ruvalcaba, 2017; Sandoval, 2018; Rojo, 2018; Mendoza, 2021; Pérez,

2022), la Plazuela se halla contenida en una superficie de 17.70 km² (INEGI, 2021d) y esta mantiene una relevancia histórica, como se menciona y se ubica, al representar el primer espacio público abierto en la ciudad de Culiacán Rosales, tal como se aprecia en el siguiente registro gráfico histórico Figura 40.

Figura 40.
Mapa de crecimiento histórico en Culiacán Rosales, Sin.



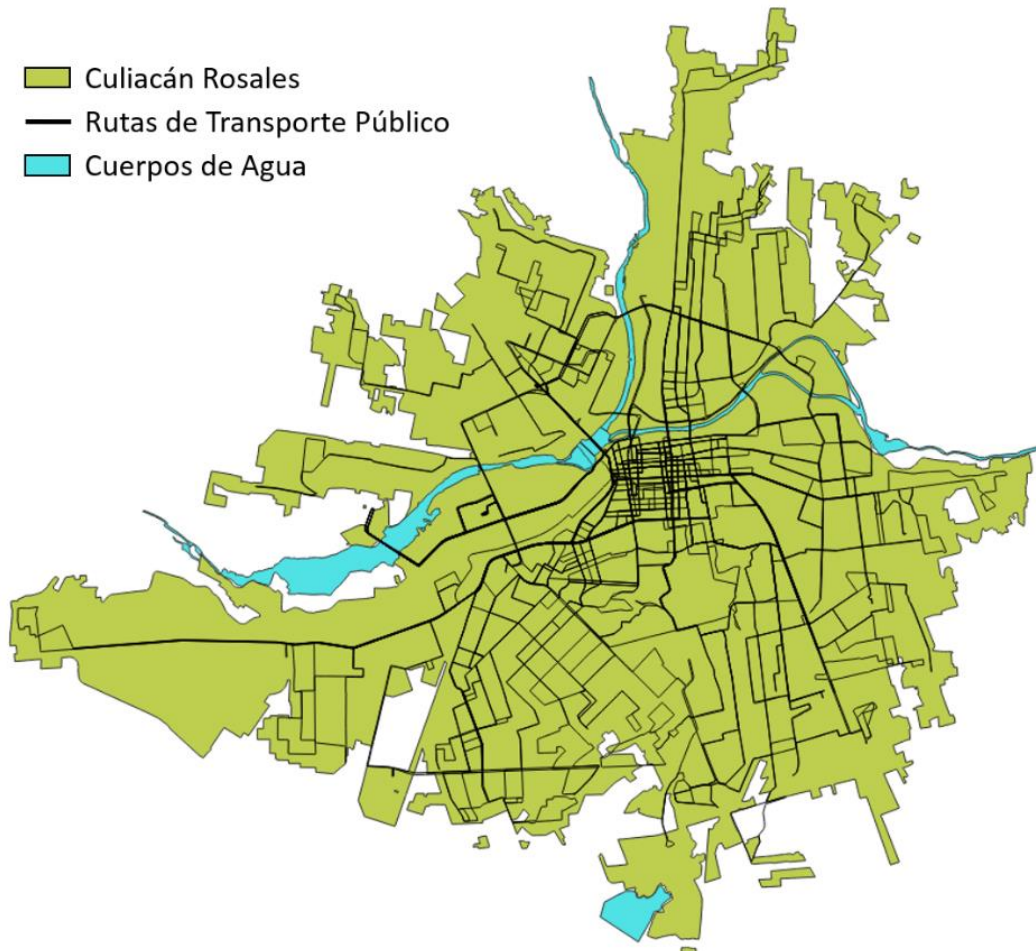
Fuente: Procesado de IMPLAN Culiacán (2022).

De esta manera, al apreciar el escalonado crecimiento histórico que ha tenido la ciudad, se permite deducir el arraigo histórico, cultural y patrimonial que representa el centro histórico, a razón de expresar un considerable valor simbólico, tanto para los habitantes locales de Culiacán Rosales, como a nivel estatal, lo cual lo convierte en un hito a escala urbana y territorial (Ruvalcaba, 2017; Sandoval, 2018; Rojo, 2018; Mendoza, 2021; Pérez, 2022).

Cabe destacar que la “Plazuela Obregón” por su ubicación en la zona centro, por la avenida Álvaro Obregón, en específico entre el Paseo Niños Héroes y Blvd. Francisco I.

Madero, circulan 61 de las 64 rutas de transporte público, como se puede apreciar en la Figura 41, de acuerdo con el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN, 2018) de Culiacán, Sinaloa.

Figura 41.
Rutas de Transporte Público en Culiacán Rosales, Sinaloa.



Fuente: Procesado de IMPLAN, Culiacán (2018).

Cabe mencionar que, para abril de 2020, por motivos de una Pandemia Mundial por COVID-19, el 90.0 % de las vialidades en la zona centro, fueron colocadas como peatonales, condición que, para abril del 2021 fueron reabiertas nuevamente a la circulación de transporte motorizado, lo que resulta en retomar aspectos que posibilitan la generación de contaminación del aire, ruido, olor, temperatura, además de aspectos de inseguridad vial para los transeúntes.

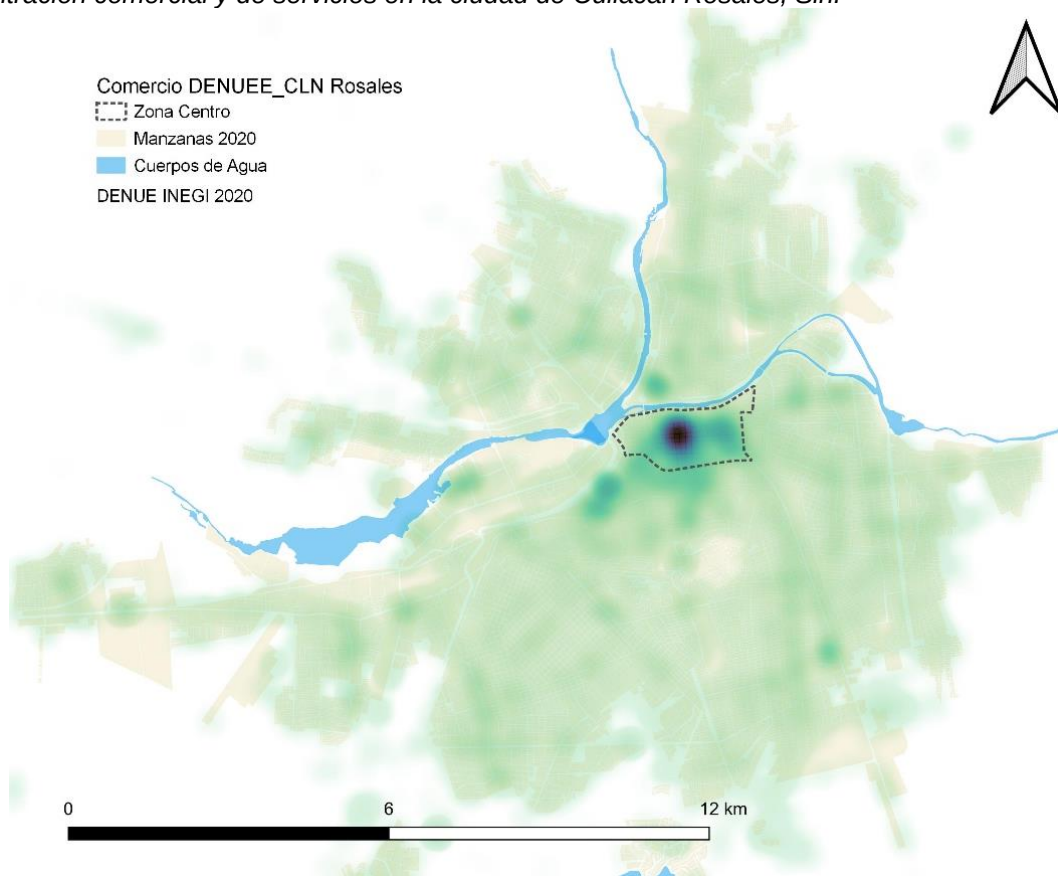
Adicionalmente, el transporte privado en Culiacán, presenta un crecimiento sostenido de habitantes por vehículo, entre los más amplios a nivel nacional, de acuerdo con el IMPLAN

Culiacán, a una tasa de 2.2 % habitantes, mientras que por parque vehicular al 6.0 %, lo cual potencializa problemas de movilidad y niveles por contaminación de aire. En el año 2000, el municipio contaba con un registro de transportes particulares, por 158,647 unidades, cuya cifra al 2019 alcanzó 454,168 vehículos, los que establecen una razón general equivalente a 1 automóvil, por cada 2 personas (MAPASIN, 2018).

Aunado entre otros aspectos locales, por el tránsito de una de las vialidades principales que cruzan la ciudad de norte a sur, como resulta la avenida Álvaro Obregón, y de este, a un parcial oeste, la calle Miguel Hidalgo y Costilla, y la avenida General Antonio Rosales, lo cual detona una significativa actividad social, comercial, además de una contención significativa de servicios públicos, privados, culturales, educativos y de salud, de acuerdo con el Directorio Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2021), como se aprecia en la siguiente Figura 42.

Figura 42.

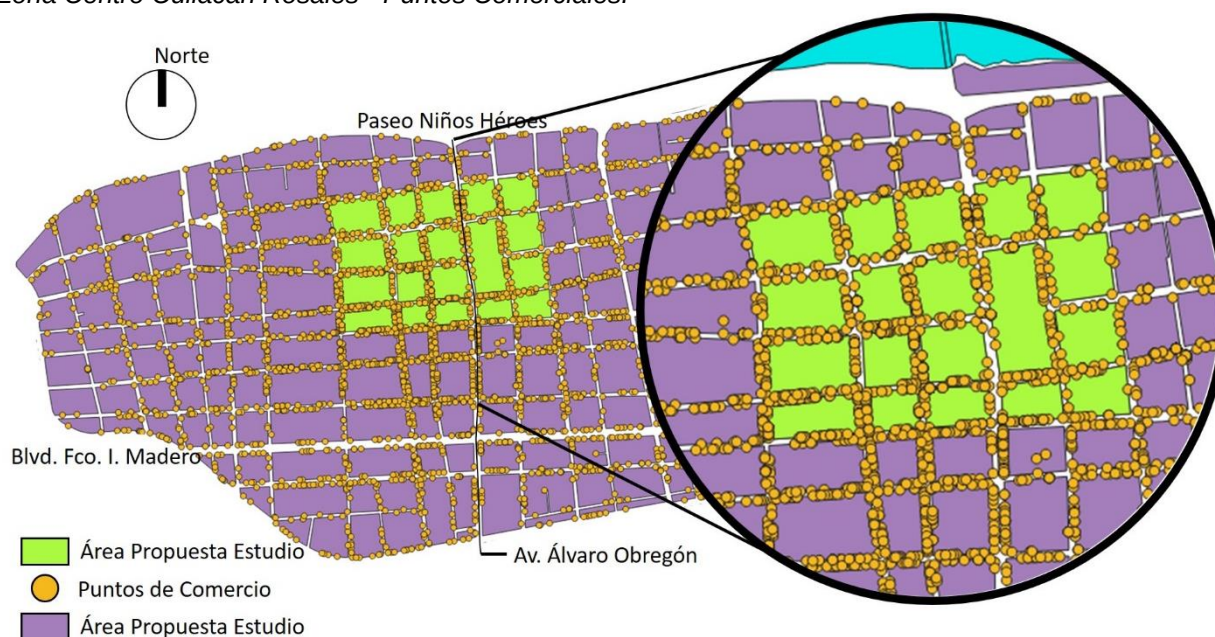
Concentración comercial y de servicios en la ciudad de Culiacán Rosales, Sin.



Nota. Son factores contabilizados por el DENUE⁶, comercios, manufacturas, servicios y resto de sectores (acuicultura, pesca, agropecuarias, forestales, agricultura, suministro de agua, gas, construcción, transportes, correos, servicios financieros y de seguros). Fuente: Procesado de DENUE (2021).

Otro de los factores que representa un peso relevante en las interacciones urbanas en la zona centro, son las dinámicas que se generan por el uso del suelo preponderante de actividad comercial, como se aprecia en la Figura 43, esta situación promueve estrategias comerciales enfocadas directamente a transeúntes a través de bocinas con mensajes o música promocional, con elevados niveles sonoros, que al paso peatonal cercano, alcanzan registros por más de 90 dBA, valoraciones dañinas para la salud auditiva, de acuerdo a la (OMS, 2022a).

Figura 43.
Zona Centro Culiacán Rosales - Puntos Comerciales.



Fuente: Procesado de DENUE (2021).

Es en este sentido, las diversas condiciones que presenta el primer cuadro de la ciudad de Culiacán Rosales, en el espacio público indicado, contienen una alta carga de impacto en las variables ambientales, por sus usos de suelo, actividades sociales, infraestructuras gris, verde y azul, así como los contaminantes derivados de la movilidad motorizada.

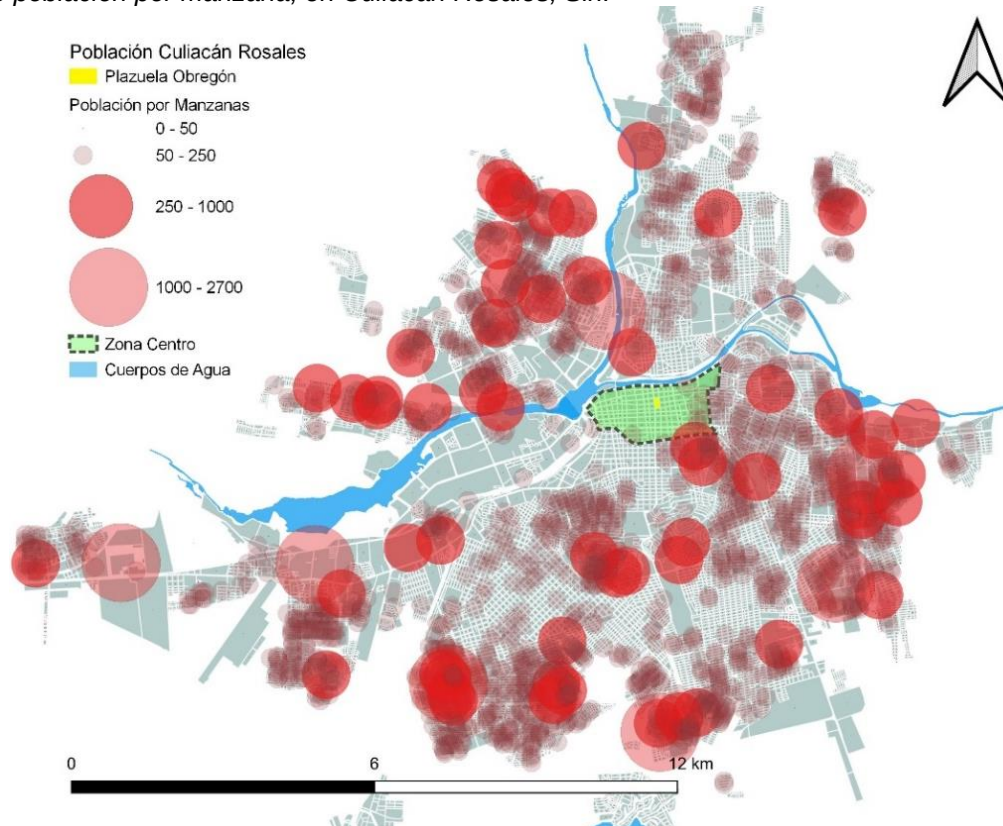
⁶ DENUE – Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Inscrito al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Tiene como objetivo el proveer a la sociedad en general, de datos de identificación, ubicación y contacto de las unidades económicas en el Territorio mexicano.

Una vez identificados las características de ubicación geográfica para el objeto de estudio, en este caso Culiacán Rosales, la proporción de territorio urbano que comprende (km²), los espacios públicos que se encuentran en ella, la identificación de la zona más representativas a través del registro de crecimiento histórico de la ciudad, lo cual trae como consecuencia, criterios de apropiación por parte de los habitantes, de acuerdo a sus niveles de relación con los espacios, así como el nivel de confluencia en la zona centro, de las actividades comerciales, servicios, manufacturas, entre otras. Permiten la obtención de criterios para considerar la zona centro de la ciudad, con relevancia entre otros espacios públicos abiertos.

3.2.1. Aspectos Sociales

Con respecto a los aspectos sociales, se recabaron los valores del INEGI (2022), con relación a la cantidad de habitantes por manzana, a manera de ubicar manzanas con respecto a su ocupación dentro del área urbanizada de Culiacán Rosales (Figura 44).

Figura 44.
Escala de población por manzana, en Culiacán Rosales, Sin.

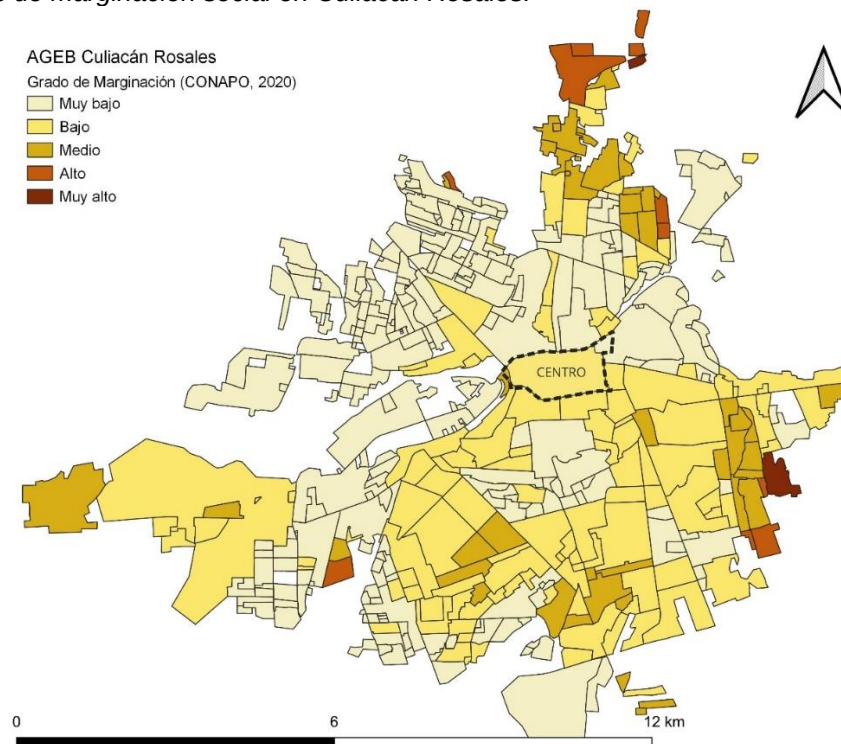


Fuente: Procesado de INEGI (2016).

Los resultados del mapa de población por manzana, demuestran que para la Zona Centro (área en verde de la Figura 44), el espacio habitacional en el Centro demuestra una escala menor densamente poblada, en consideración al resto de la ciudad, por lo que además infiere, las deducciones recabadas anteriormente respecto a la concentración de valores por el DENU (Figura 42), por las cuales resulta ser una zona, caracterizada por el cruce de vías relevantes de conexión, comercios, servicios, convergencia social, entre otros, más no de giro habitacional.

Para abundar al aspecto de condición social, se identificaron los grados de marginación social por AGEB⁷ en la ciudad de Culiacán Rosales, mismos que se encuentran recabados en cinco escalas de marginación, los cuales oscilan desde valores, muy alto, alto, media, baja y muy baja (Figura 45), mapa mediante el cual se aprecia que las zonas periféricas norte y sureste, ubican puntos con mayor concentración de marginación.

Figura 45.
Mapa de escalas de marginación social en Culiacán Rosales.



⁷ AGEB. Refiere a las Áreas Geoestadísticas Básicas. Una AGEB urbana implica una población igual o mayor a 2,500 habitantes (INEGI, 2021a)

Fuente: Procesado de CONAPO (2021).

A partir de ubicar los AGEBS conforme a su escala de marginación social, se logra apreciar que, la condición para la Zona Centro se mantiene en un criterio bajo, en consecuencia, permite agregar a las confirmaciones, por las cuales, la zona centro de Culiacán Rosales presenta una escasa densidad habitacional, al contener un giro con predominio orientado hacia actividades de comercio, tránsito y servicios, por otra parte, cabe deducir una inferencia social relevante para los habitantes del centro, quienes mantienen un rango socioeconómico con circunstancias más favorecidas respecto a un sector con mayores rangos de marginación, lo cual igualmente, asume un grado de accesibilidad favorable a las diversas condiciones dinámicas espaciales y socioeconómicas que se presentan en la zona, así también para el interés de análisis espacial respecto a las condiciones de sus espacios públicos abiertos, representados a través de sus plazas cívicas anteriormente ubicadas en la Figura 39.

3.2.2. Medio Físico Edificado

Por otra parte, a razón de caracterizar las condiciones del medio físico artificial o edificado, se optó por recabar la distribución por uso de suelo comprendidos para la ciudad de Culiacán Rosales (Apéndice V. Gráfico 28), el cual muestra que, las condiciones de la Zona Centro, destaca por apegarse al “Plan Parcial Culiacán Zona Centro” (H.A.Culiacán, 2018) e (IMPLAN Culiacán, 2022), este plan identifica la relación en la distribución de actividades como: vivienda, comercio, servicios administrativos y equipamientos en salud y educación (Apéndice V. Gráfico 29), plan que promueve encontrarse sujeto a un permanente proceso de regeneración urbana y desarrollo integral estructurado.

Entre otros de los aspectos que considera el “Plan Parcial Culiacán Zona Centro” (H.A.Culiacán, 2018), establece ocho políticas urbanas:

- i. Mejoramiento de la calidad de vida urbana de las familias, particularmente de escasos recursos.
- ii. Alcanzar una cultura urbana compacta.

- iii. Creación y recuperación del equipamiento social y espacio público.
- iv. Cobertura total y mejoramiento de los servicios públicos.
- v. Protección ambiental.
- vi. Creación de las condiciones para crecer y diversificar el empleo.
- vii. Mejoramiento de la movilidad de personas y bienes.
- viii. Políticas del Plan Parcial Culiacán Zona Centro.

De esta manera se fundamenta el interés legal, de acuerdo al plan parcial local, que sostiene la ciudad de Culiacán Rosales, en el cual se constata el velar por una calidad de vida urbana para los habitantes (i), objetivo relacionado al decreto de las Naciones Unidas, en el cual establece como derecho humano, en procurar condiciones saludable entre la población, así como destacar el énfasis en gestionar un equipamiento social y espacios públicos de calidad (iii), ya sea, a través de la creación o recuperación de los mismos, así como en atender condiciones sobre la protección ambiental (v). En este sentido la presente investigación, se enmarca al relacionarse a los principios y elementos legales que señalan las legislaciones locales del H.A.Culiacán (2018), por consecuencia fundamentan su pertinencia y relevancia.

3.2.3. Medio Físico Natural

De manera complementaria, se identifican los conceptos que refieren al Medio Físico Natural (MFN) en el apartado 2.1.5, por la apreciación de las condiciones naturales de la región o sitio, respecto a su desarrollo y evolución (Ducci, 2012), en este sentido, se aborda a continuación los aspectos del MFN, que se presentan para la ciudad de Culiacán Rosales, a través de analizar las siguientes condiciones: topografía, áreas verdes, temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial, vientos dominantes, radiación solar, contaminación lumínica y calidad del aire, tal como se realizaron algunas de ellas a escala nacional, estatal y municipal, lo cual posibilita la caracterización del área de estudio, conforme a sus diferentes escalas y de acuerdo a indicadores similares.

En síntesis, la mayor presencia de proporción de áreas, se destinan para parques urbanos y unidades deportivas, estas implican dinámicas socio espaciales con actividades deportivas, recreativas e inclusive de entretenimiento, por lo tanto, contienen un uso-destino con diferentes finalidades a los espacios públicos abiertos, al considerar estos últimos como espacios de confluencia social, en los cuales las dinámicas socio espaciales, si bien son igualmente de acceso público, permite desarrollar actividades de carácter colectivo, excepto deportivas, y respecto a la proporción de plazas cívicas, estas se encuentran representadas por ocho espacios, los cuales cubren 2.14 ha (Parques Alegres; IMPLAN Culiacán, 2018), como se aprecia en el Apéndice V. Gráfico 35, en consecuencia se consideran de valor social, cultural, y con dinámicas socio económicas destacadas, además de una conexión por distribución vial relevante, lo cual deriva en aspectos de representatividad y confluencia social significativa para la ciudad.

3.2.4. Aspectos Climáticos y Ambientales

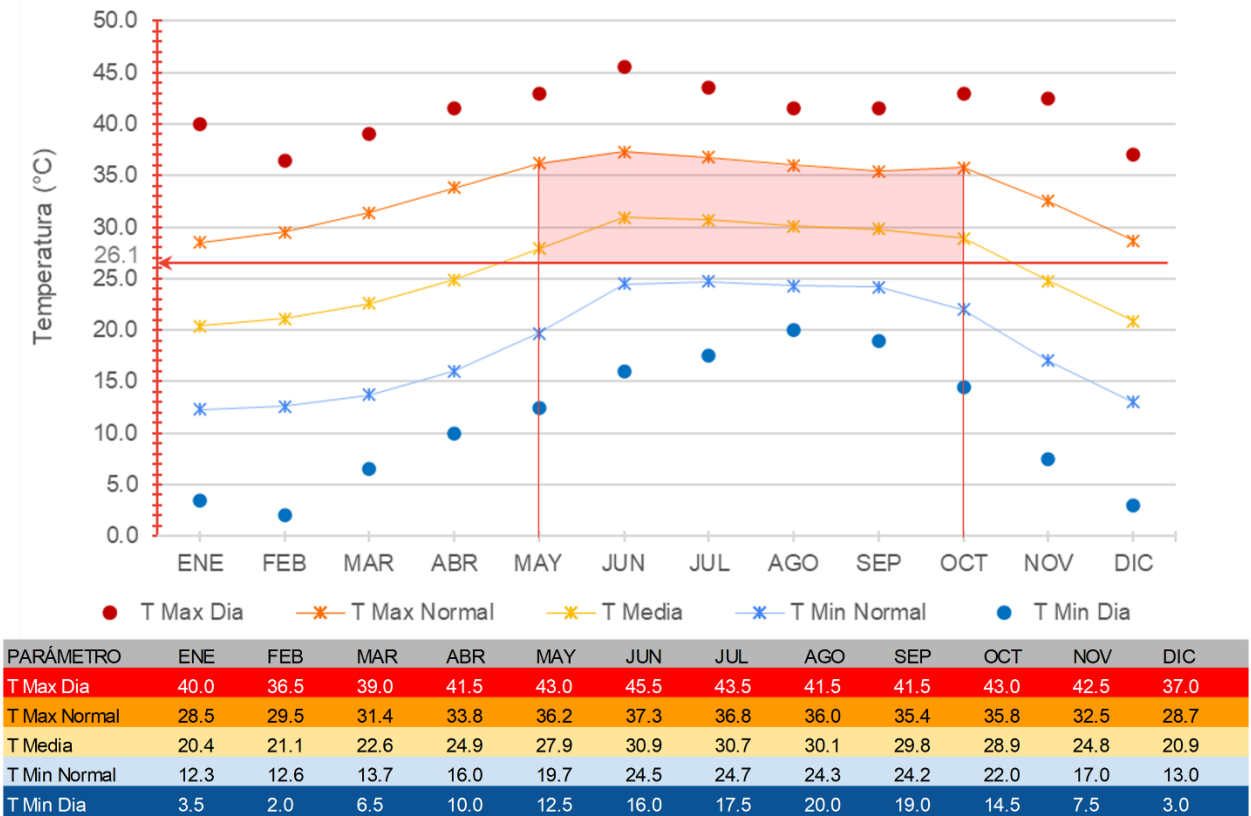
Para continuar con la caracterización del MFN, se presentan las condiciones climáticas y ambientales normalizadas, específicas para la ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa.

3.2.4.1. Temperatura

Las condiciones de temperaturas normalizadas para Culiacán Rosales, muestran una media anual de 26.1 °C (SMN, 2023), este valor pareciera considerarse térmicamente confortable, con excepción que, al visualizar las temperaturas máximas normales, estas mantienen una constante por encima del promedio, además que a partir del mes de abril hasta noviembre, se muestran valores máximos diarios por encima de los 40.0 °C, lo cual aunado a los registros por precipitación pluvial, durante la temporada de lluvias, eleva las condiciones de humedad relativa en el ambiente y expone un incremento en las condiciones de sensación térmica del sitio, por otra parte, las condiciones de temperatura media se muestran por encima del promedio anual, durante los meses de mayo, hasta octubre, con referencias a partir de 27.9

°C, hasta 30.9 °C (Figura 46), como resultado, se comienzan a visualizar seis meses de calor, lo cual permite deducir las condiciones para determinar los periodos críticos de análisis.

Figura 46.
Temperaturas normales para Culiacán Rosales, Sin. 1991-2020.



Fuente: Procesado de SMN (2023).

Mientras tanto, la situación para las temperaturas mínimas normales, destacan al mostrar una diferencia significativa a partir del mes de mayo las cuales se elevan hasta los 19.7 °C, y estas continúan en incremento hasta alcanzar su máximo de 24.7 °C, valor que se encuentra cercano a los 26.1 °C promedio anual, de esta manera a partir del mes de junio a octubre, se mantienen por encima de los 20.0 °C, lo cual demuestra una constante que, a pesar de los valores mínimos normales, estos se expresan con elevadas temperaturas, en contraparte a las estimaciones mínimas, las cuales durante enero a marzo y diciembre, se registran con escalas menores a los 15.0 °C (Figura 46).

Ahora bien, una vez recopiladas y capturadas las condiciones de temperaturas máximas diarias, máximas normales, medias, mínimas normales y mínimas diarias, entre las cuales, se

retomaron las temperaturas máximas diarias para ubicarlas geográficamente conforme a las cuatro estaciones y valores capturados para la zona urbana de Culiacán Rosales, tal como se muestran en el Apéndice V. Gráfico 30.

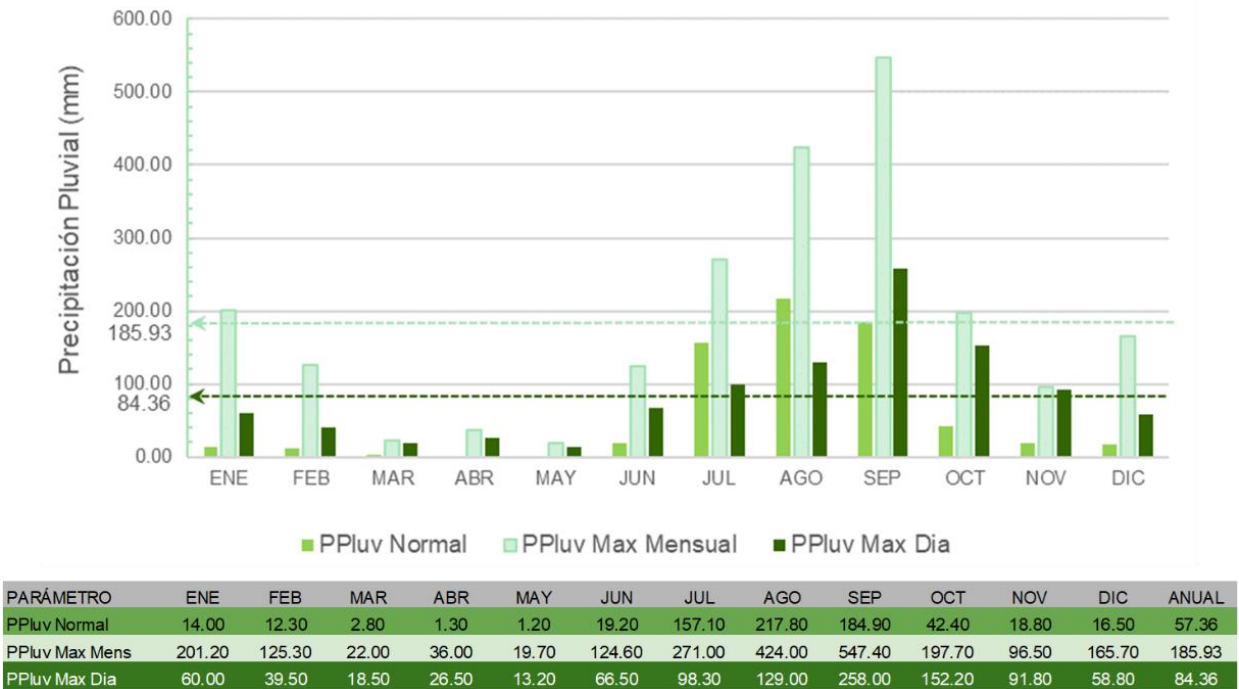
Por lo cual relaciona la Temperatura Superficial de la Tierra (TST), de acuerdo a la injerencia de radiación solar para uno de los meses más cálidos del año en la ciudad, puesto que, los parámetros mostrados por la TST aportan un factor esencial para la identificación del cambio climático global, comparados a los índices de vegetación y el control de clima urbano (Galvis, S.; Prada, 2017), por lo que se generaron los valores de TST que aplican a la ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, como se muestra en el Apéndice V. Gráfico 31.

A partir de la figura anterior, se logra distinguir la condición de TST que se presenta para la zona urbana de Culiacán Rosales, Sinaloa, en la cual se muestran los valores menores para la zona centro-sur, sureste y suroeste, las cuales coinciden conforme a las elevaciones topográficas, mostradas en el Apéndice V. Gráfico 31, misma que representa para la zona centro, una constante con las mayores temperaturas superficiales de la tierra, aspecto que incrementa las condiciones por interés ambiental en la ciudad.

3.2.4.2. Precipitación Pluvial

Respecto a las condiciones de precipitación pluvial para Culiacán Rosales, estas se identifican con una presencia significativa para los meses de julio, agosto y septiembre, al apreciarse los valores de precipitación máximas normales, por encima del promedio anual de 185.9 mm, al alcanzar sus máximas valoraciones durante el mes de septiembre, hasta alcanzar 547.4 mm (SMN, 2023) (Figura 47), cuyas condiciones de precipitación, además derivan en propiciar elevadas condiciones de humedad relativa para la entidad, como se aprecia en la próxima Figura 50, por lo tanto, al relacionar las estimaciones respecto a los registros de precipitación pluvial, estas se reflejan directamente en las condiciones de humedad relativa que se presentan anualmente en la ciudad, tal como se aprecia en ambas Figura 47 y Figura 50.

Figura 47.
Normales de precipitación pluvial, Culiacán Rosales, Sin., 1991-2020.



Fuente: Procesado de SMN (2022b).

Ahora bien, además de relacionar el comportamiento anual por precipitación pluvial en el lugar, se aislaron las estimaciones de precipitación pluvial para el mes con los mayores registros normalizados, los cuales se presentaron durante el mes de agosto, en base a las fuentes de información del SMN (2022b) y Meteonorm 7.0 (2012), entre los cuales se georreferenciaron los puntos de salida de información dentro de la mancha urbana y se escalaron de forma cromática, a través de la interpolación de sus valores, cuyos valores oscilaron los 52.9 mm a los 212.3 mm, como se aprecia en el Apéndice V. Gráfico 33.

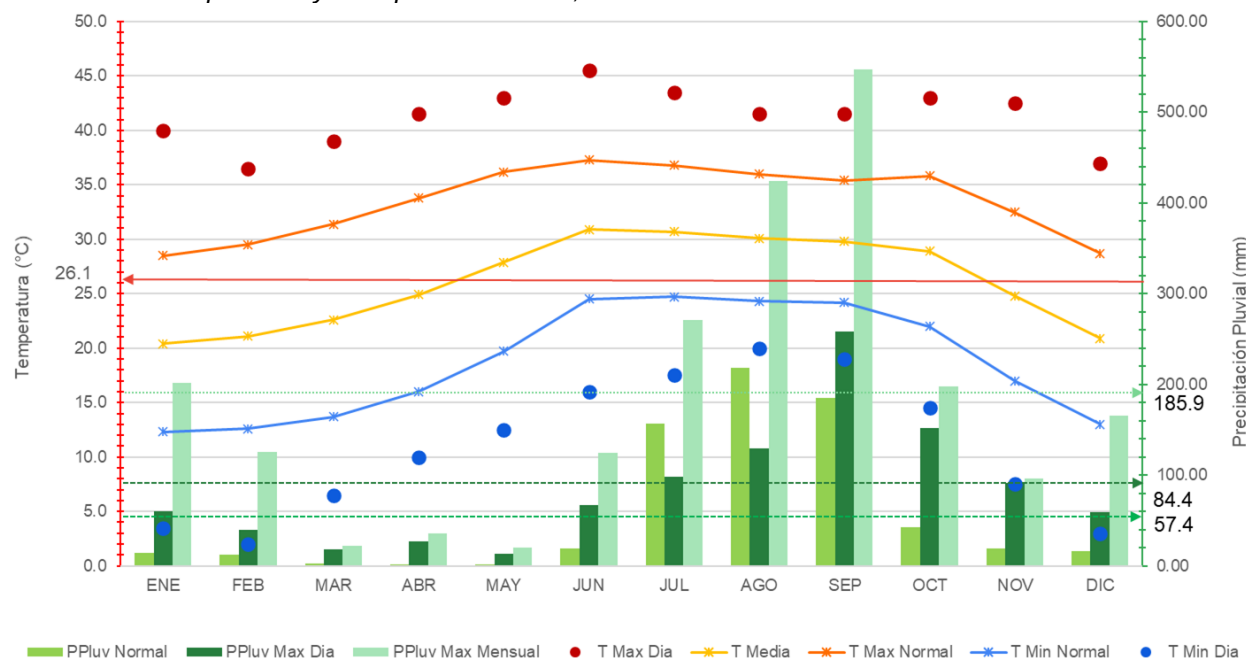
A partir de la anterior figura, destaca significativamente en la zona centro de la ciudad, un nivel de aridez mayor, con respecto al resto de los registros periféricos a la mancha urbana de Culiacán Rosales, lo cual deriva en justificar los aspectos y dinámicas que se propician en el entorno físico, mismas que posibiliten la disminución pluvial puntual, del sector centro.

En este sentido, si se relacionan los factores por la temperatura media anual, la cual se ubica en 26.1 °C, de acuerdo a la precipitación pluvial normal anual, de 57.4 mm, la combinación de estas dos variables meteorológicas generan que, en el periodo de verano,

durante los meses más cálidos para la ciudad, de junio a octubre (Figura 48), posibilite estimar una alta sensación térmica, al encontrarse resultado de la presencia de precipitación pluvial, a la par de las temperaturas más altas y en consecuencia la percepción social de condiciones climáticas para este periodo del año, resulte en considerarse cálidas-húmedas.

Figura 48.

Relación de Temperatura y Precipitación Pluvial, Culiacán Rosales 2008-2021.



Fuente: Procesado del SMN (2022b).

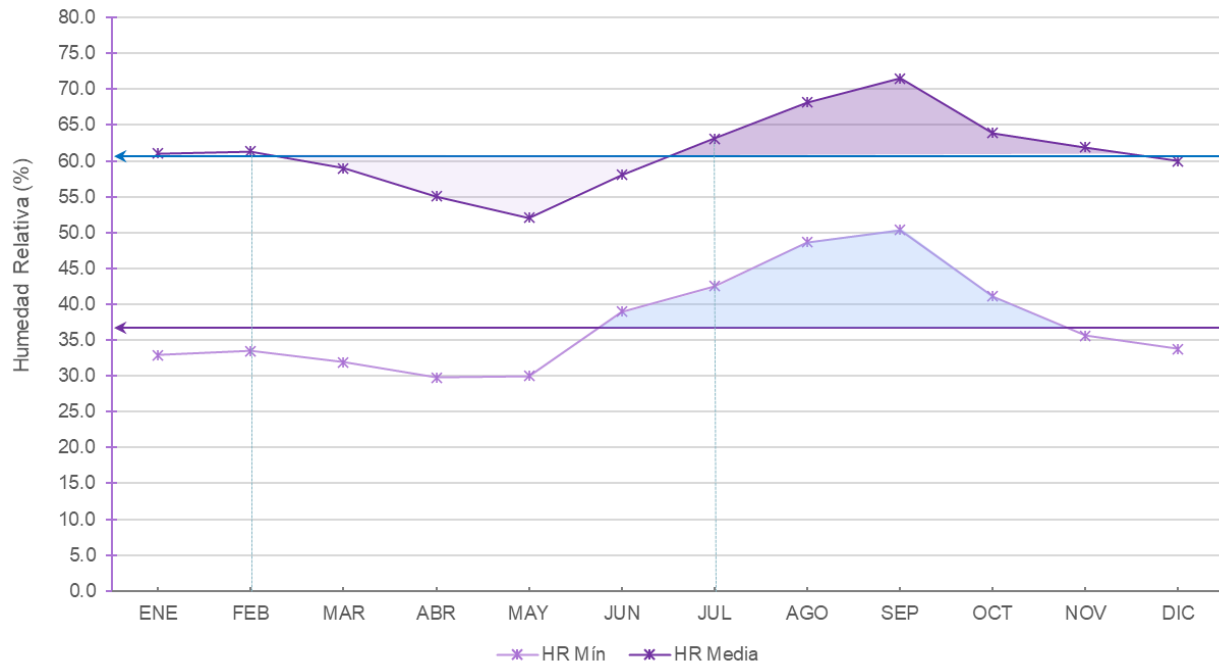
En consecuencia, resulta conveniente continuar los análisis respecto al parámetro por las moléculas de agua, contenidas en las partículas del aire, con el fin de apreciar y relacionar, los aspectos de precipitación pluvial, recién mostrados, en comparación a demás variables meteorológicas, como temperaturas, velocidad de viento, entre otras.

3.2.4.3. Humedad Relativa

A partir de los criterios anteriores de precipitación pluvial, se desprende una relación respecto las condiciones de humedad relativa para la ciudad de Culiacán Rosales, en la cual, conforme al comportamiento durante un año estimado promedio entre los años 1991-2020 (Meteonorm 7.0, 2012), y las valoraciones por humedades relativas máximas, media y mínimas normalizadas, las cuales hacen alusión respecto al comportamiento promedio anual por

humedad media equivalente al 61.2 %, permite asociar puntos de flexión para los meses de febrero, julio y diciembre, máximos para agosto a octubre y mínimas para el mes de marzo a junio, como se distingue en la siguiente Figura 49.

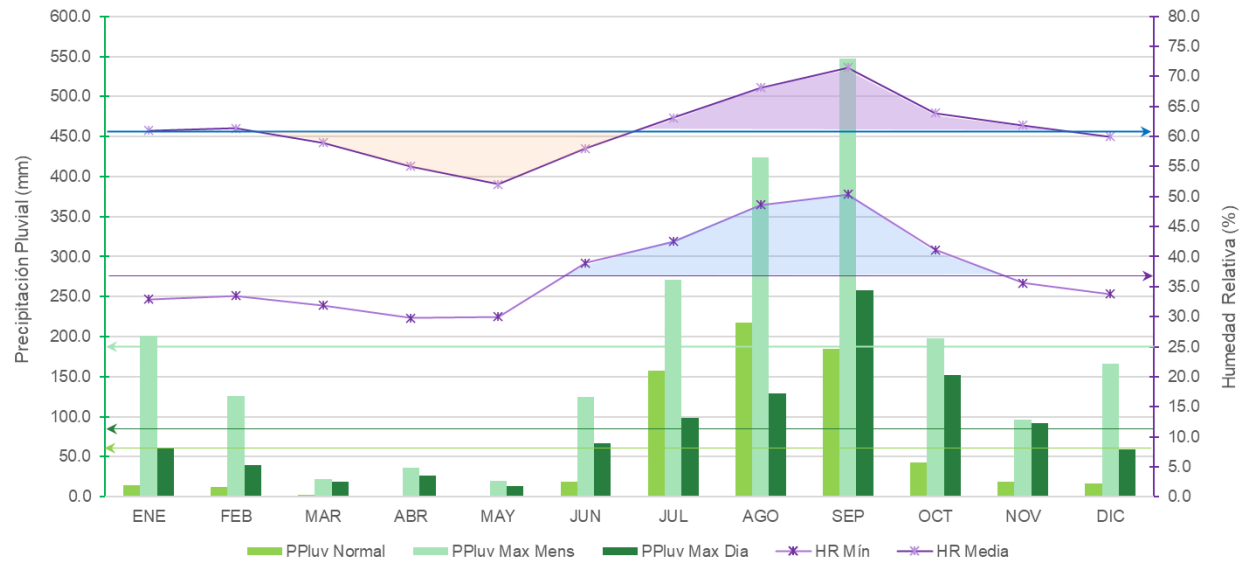
Figura 49.
Humedad relativa, Culiacán Rosales, Sin. 1991-2010



Fuente: Procesado de Meteonorm 7.0 (2012).

En este sentido, las conductas específicas de las humedades relativas medias y mínimas, expresan el comportamiento directamente proporcional a la presencia de lluvias, puesto que, las humedades disminuyen justo en la temporada ausente de lluvias, durante marzo a mayo, para posteriormente, mostrar un punto de flexión para el mes de junio, justo al aparecer súbitamente la manifestación de precipitación pluvial en la ciudad y a partir de esta condición, e incrementarse la presencia de precipitación pluvial, igualmente eleva los porcentajes de humedad relativa, durante los meses de julio hasta noviembre, al mostrar un porcentaje máximo para el mes de septiembre, como se muestra en la Figura 50.

Figura 50.
Relación de precipitación pluvial y humedad relativa, para Culiacán Rosales.

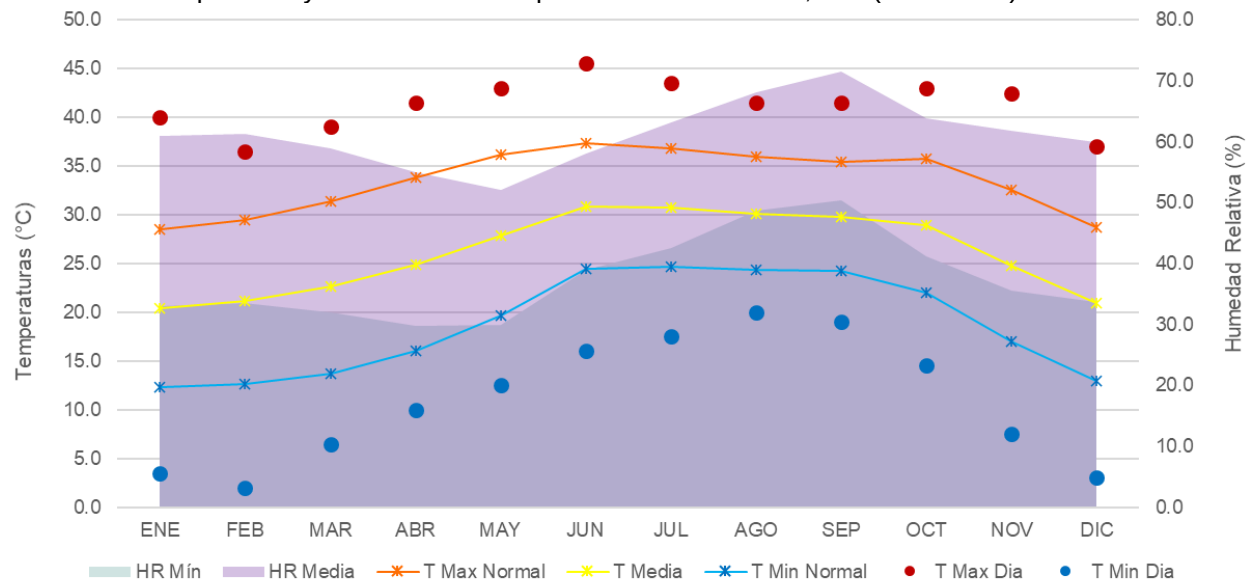


Fuente: Procesado de SMN (2022b) y Meteonorm 7.0 (2012).

Además de la asociación que permite la gráfica anterior, respecto a las estimaciones de precipitación pluvial y humedad relativa, posibilita asociar diversos parámetros meteorológicos, en relación a los aspectos de humedad relativa, tal cual las situaciones de temperaturas, mismas que evidencian una condición característica para la ciudad de Culiacán Rosales, en las cuales, igualmente a los factores de precipitación pluvial, los incrementos de humedades relativas, coinciden durante la presencia de altas temperaturas, especialmente para los meses de julio a octubre, razón por la cual, los habitantes de la ciudad, asumen una condición climática cálida húmeda, como se aprecia en la siguiente Figura 51.

Figura 51.

Relación de temperatura y humedad relativa para Culiacán Rosales, Sin. (1991-2020).

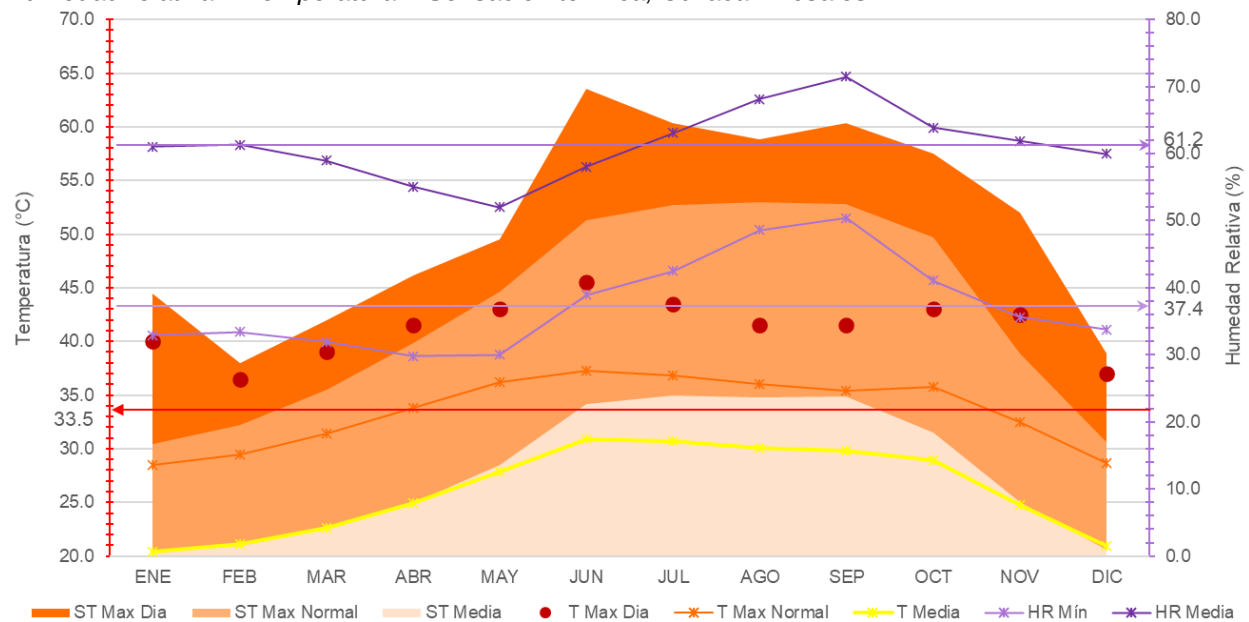


Fuente: Procesado de SMN (2022b) y Meteonorm 7.0 (2012).

En otro aspecto, las estimaciones de humedad relativa correlacionadas a las valoraciones de temperatura, permiten estimar las condiciones por sensación térmica, las cuales alcanzan un máximo normal de 53.0 °C, de acuerdo una temperatura máxima normal (36.0 °C) y una humedad relativa media (68.1 %) para el mes de septiembre SMN (2022b); Meteonorm 7.0 (2012)(Meteonorm 7.0, 2012) y NOAA (2020b), en este sentido, cabe relacionar las circunstancias para el resto del año, en las cuales se asocia una correlación directa al momento de elevarse las condiciones por humedad relativa y temperatura, durante los meses de mayo a noviembre, la sensación térmica se eleva considerablemente (Figura 52), lo cual nuevamente refuerza la estimación señalada para la percepción térmica de los habitantes locales, respecto a identificar una condición climática cálida húmeda, en contraparte a la categoría que señala la clasificación cálido seco de INEGI (2021e), la cual se basa en la tasación de precipitación pluvial del lugar, adicional a las condiciones de temperatura.

Figura 52.

Humedad relativa – Temperatura – Sensación térmica, Culiacán Rosales.



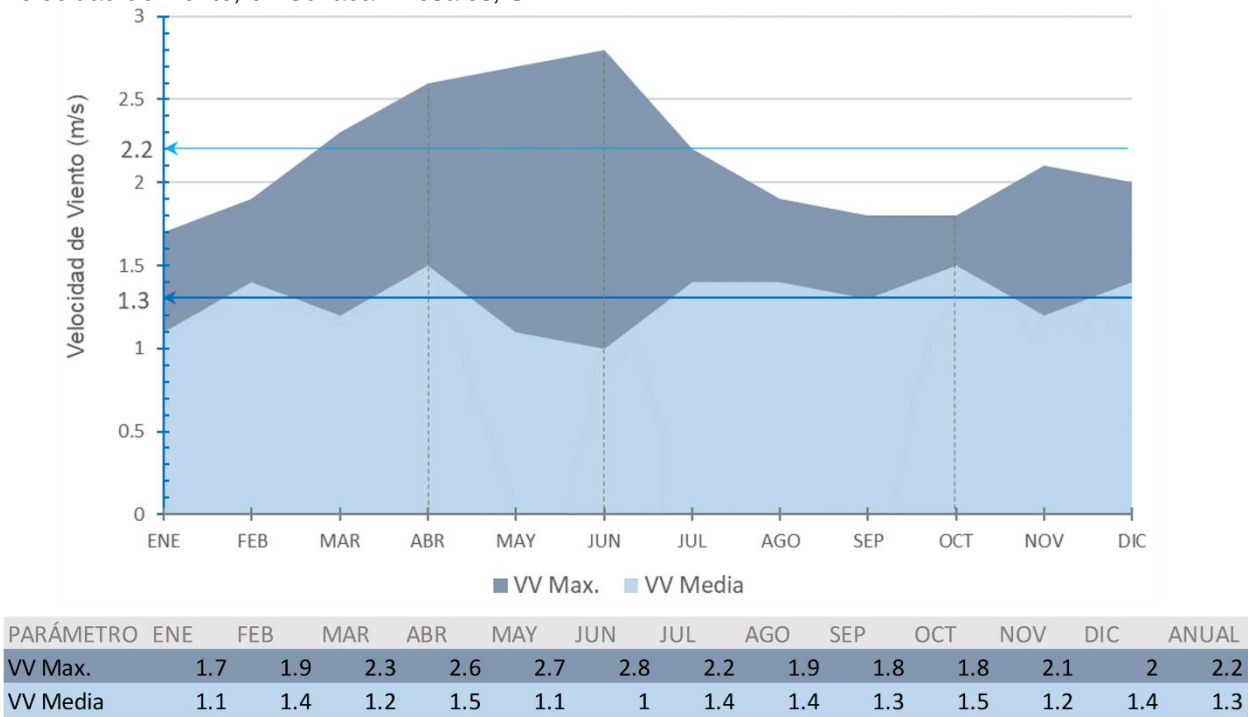
Fuente: Procesado de Meteonorm 7.0 (2012) y NOAA (2020b).

De esta manera, se mantiene un factor constante de correspondencia respecto a la asociación por humedad relativa entre los diferentes parámetros meteorológicos anteriormente estimados, precipitación pluvial, temperatura y sensación térmica, mismos criterios que igualmente posibilitan agregar otras variables, como a continuación se atañe a los parámetros de viento.

3.2.4.4. Viento

A su vez, respecto a las condiciones de viento que se presentan para la ciudad de Culiacán Rosales, en primera instancia se relacionan las estimaciones por flujo de viento, para posteriormente registrar las condiciones por dirección de viento, por lo que, en primer lugar se expone un flujo de viento significativo durante los meses de abril a junio, al mostrar en este periodo una máxima de 2.7 m/s, en contraparte las tasaciones menores corresponden a los meses de agosto a octubre, al ser este último, el cual presenta el valor más bajo con 1.7 m/s (Meteonorm 7.0, 2012), como se aprecia en la siguiente Figura 53.

Figura 53.
Velocidad de viento, en Culiacán Rosales, Sin.

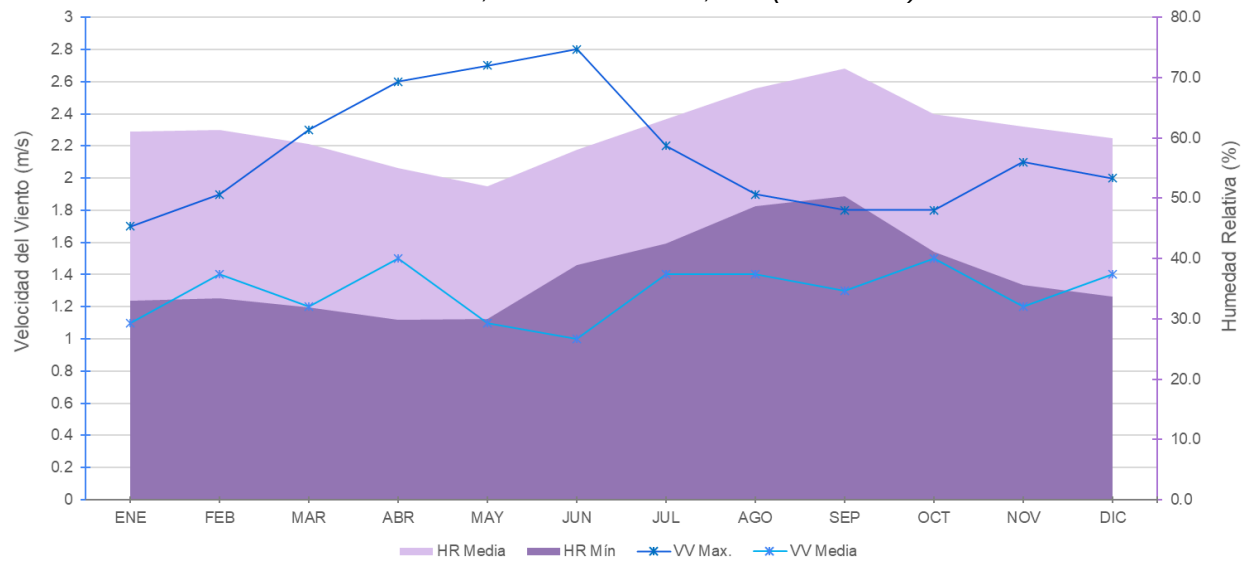


Fuente: Procesado de Meteonorm 7.0 (2012).

La anterior gráfica concerniente a la velocidad de viento, posibilita la visualización de una relación directa con las condiciones de humedad relativa en el ambiente, a partir de ubicar la existencia de las partículas de agua que se presentan en las moléculas del aire, las cuales asumen, que su presencia brinda una mayor propiedad de peso respecto a las partículas del aire, lo cual deriva en brindar una condición de ligereza o pesadez, que resulta en una mayor o menor cualidad para que se produzca el flujo de viento (Figura 54).

Figura 54.

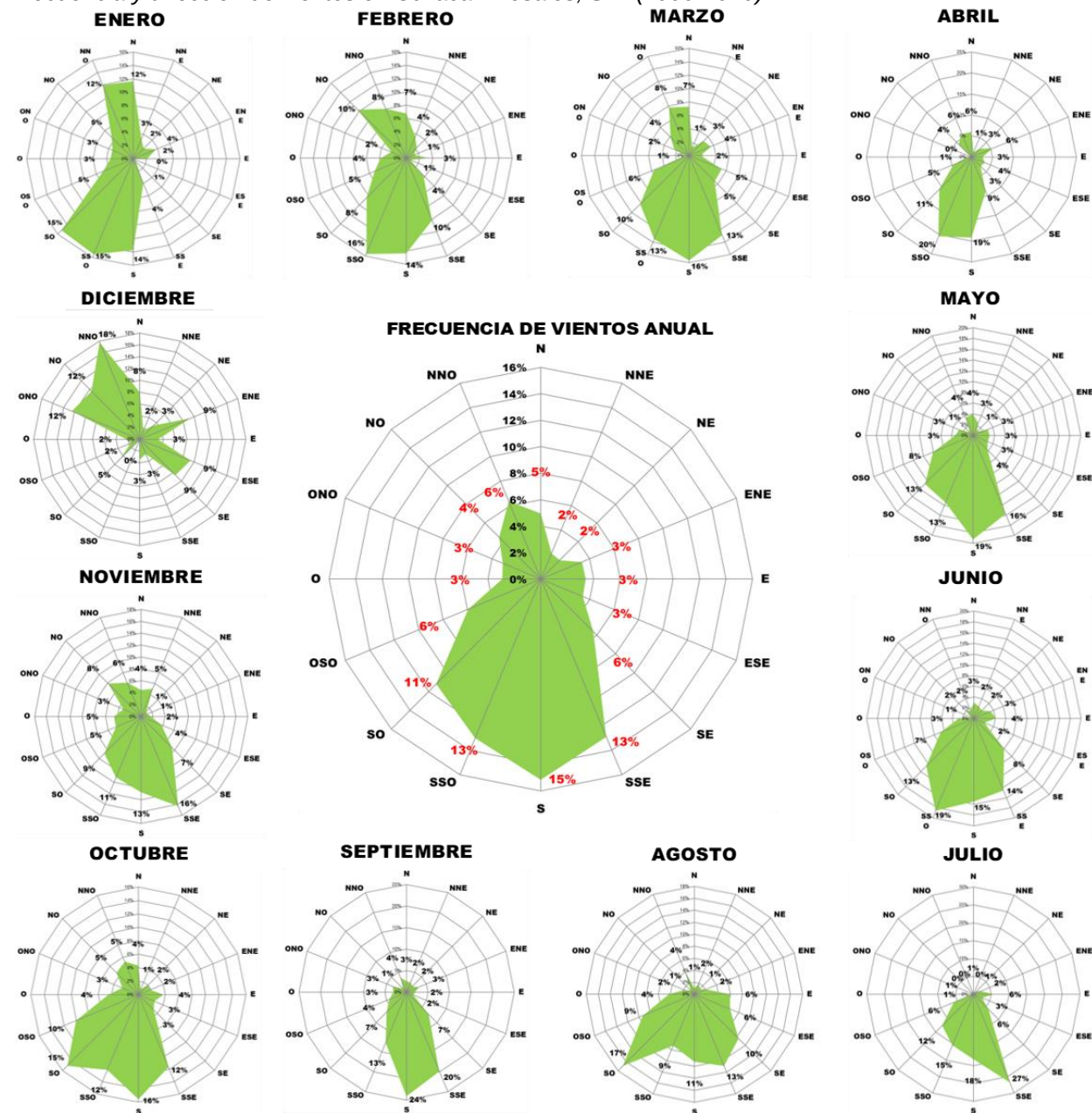
Velocidad de Viento - Humedad Relativa, Culiacán Rosales, Sin. (1991-2010).



Fuente: Procesado de Meteonorm 7.0 (2012).

En este contexto, respecto al análisis estipulado del viento para Culiacán Rosales, se desprende la caracterización de las condiciones por dirección del viento estimadas de manera anual y cuyo valor, resulta en ubicar una orientación de los vientos dominantes provenientes del sur-oeste, por otra parte, se evidencia que durante los meses de temporada de invierno (diciembre y enero), los vientos provienen mayormente del norte y esta situación, disminuye conforme se establecen las temporadas de primavera, verano y otoño, las cuales muestran un comportamiento de la dirección del viento proveniente del sur, coincidentes a las condiciones de temperatura que se presentan en el lugar (Figura 55).

Figura 55.
Frecuencia y dirección de vientos en Culiacán Rosales, Sin. (1990-2010).



Fuente: Procesado de Meteoronorm 7.0 (2012) y Luna (2021).

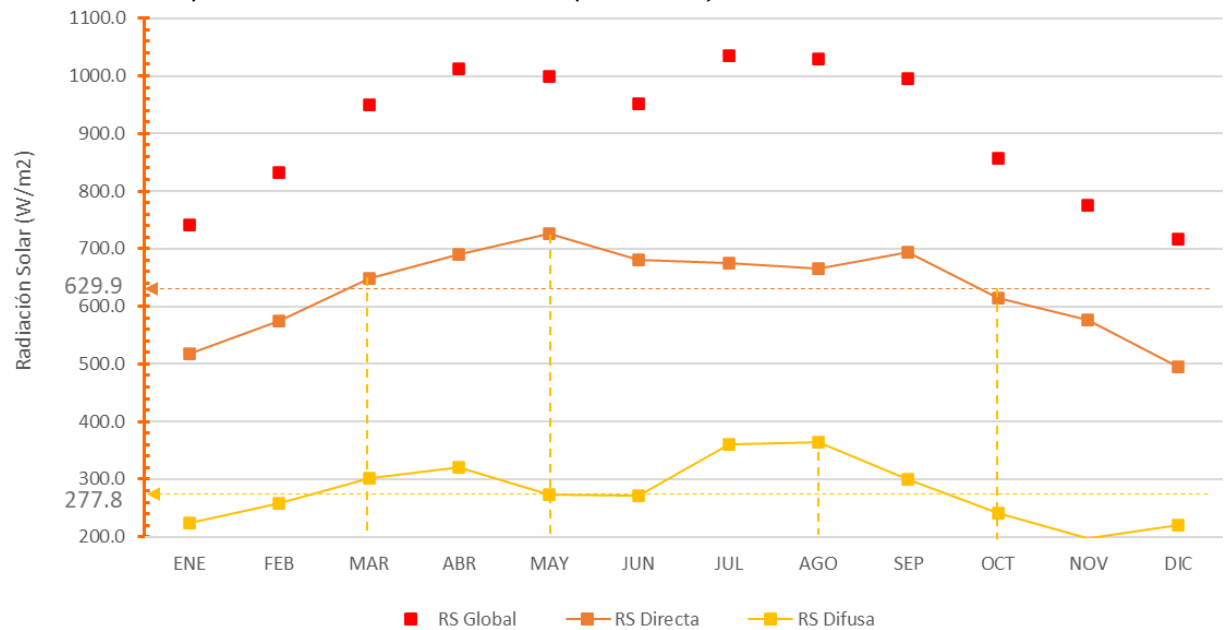
Por consiguiente, el conocer la frecuencia y dirección de vientos anualizada, así como de manera particular por cada mes, posibilita identificar la procedencia de la frecuencia de los vientos, adicional a la condición de temperatura, puesto que, tal es el caso de los meses de enero (Figura 55) en el cual se registra una proporción de vientos provenientes del sur, pero igualmente una significativa procedencia del norte, lo cual infiere que los vientos del norte,

traen consigo un atributo de vientos fríos, mismos que en consecuencia establecen las condiciones de comportamiento de acuerdo a la temporada, así como para los meses de febrero y diciembre en menor medida, con una situación similar de frío.

3.2.4.5. Radiación Solar

Adicionalmente a los análisis por variables meteorológicas, se agrega el factor de radiación solar directa normal que se presentan para Culiacán Rosales, Sin., durante los años 2008-2021 (SMN-EMAS, 2021), cuyas condiciones medias muestran un promedio anual de 264.5 W/m2, mientras que, para los valores máximos normales resulta de 736.6 W/m2, como se aprecia en la siguiente Figura 56, por otra parte, se identifica un registro nulo para las estimaciones por radiación solar mínimas normales y diarias

Figura 56.
Radiación solar para Culiacán Rosales, Sinaloa (2008-2021).



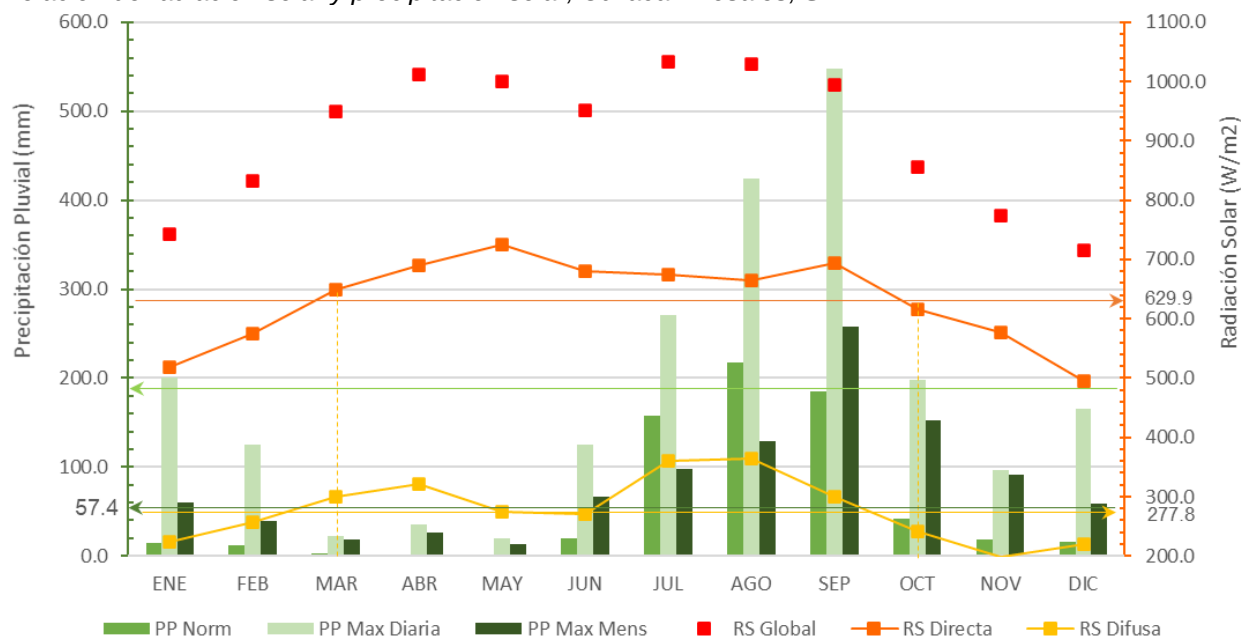
Fuente: Procesado de SMN-EMAS (2021).

Ahora bien, esta gráfica permite correlacionar los factores que se asocian para que la radiación solar se eleve o disminuya, y es que, si bien la radiación solar, se eleva por encima del promedio normal y máximos, durante los meses de marzo a mayo, igualmente coincide con la temporada de ausencia de lluvia para la ciudad, mientras que, cuando la radiación solar

disminuye, es coincidente a la presencia de temporada de lluvias (Figura 57), durante los meses de junio a septiembre, en contraposición a los meses de octubre a noviembre, en los cuales vuelve a disminuir la precipitación pluvial y la radiación solar vuelve a incrementarse (Meteonorm 7.0, 2012); (SMN-EMAS, 2021).

Figura 57.

Relación de radiación solar y precipitación solar, Culiacán Rosales, Sin.



Fuente: Procesado de SMN-EMAS (2021).

De esta manera, permite concluir la relación inversamente proporcional que guarda la precipitación pluvial, respecto a la presencia por radiación solar, de la cual, posibilita asumir como anteriormente se mencionó, que la relación de humedad relativa y la precipitación pluvial, posibilitan la presencia de nubosidad, misma que contribuye a la disminución o al incremento de radiación solar.

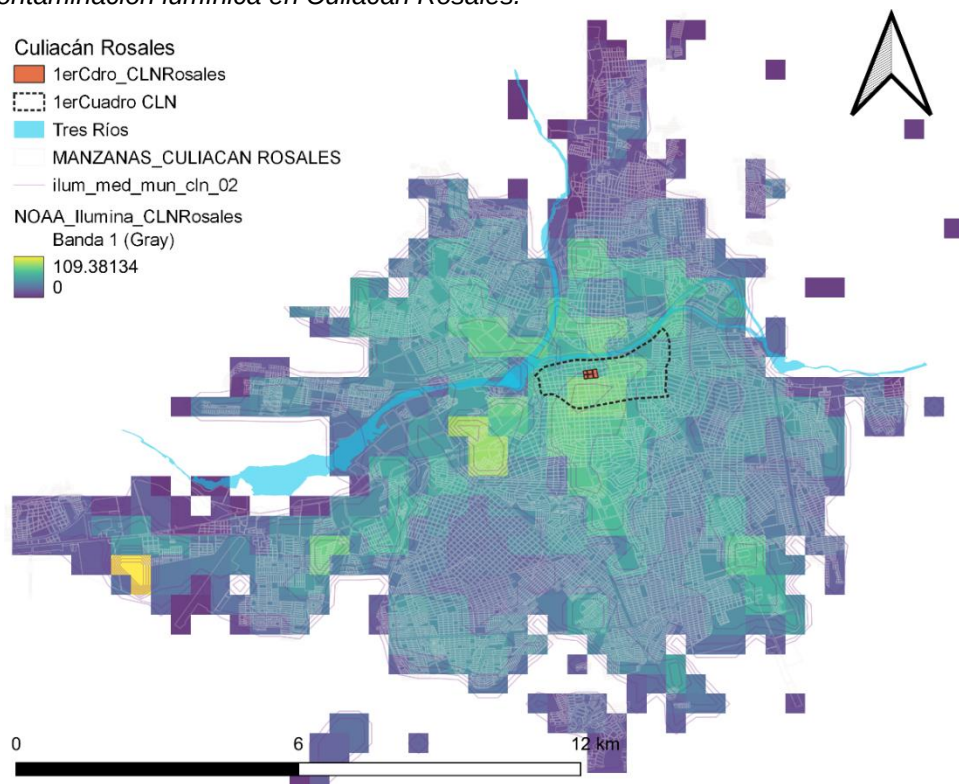
En consecuencia, se agregó el apreciar la distribución de radiación solar sobre la mancha urbana de Culiacán Rosales, Sin., a través de los registros de la CONABIO (2022), en los cuales, se muestra una distintiva consideración que oscila entre valores de 17 a 18 mega Watts y 18 a 19 mega Watts, como se aprecia en el Apéndice V. Gráfico 34, en la cual destaca una significativa diferencia para los valores ubicados en la mayoría de zona urbanizada.

Cabe recalcar que, nuevamente para esta comparativa de radiación solar, distingue las condiciones que guarda la zona centro de la ciudad, así como el contexto inmediato de la estimada área de estudio, para el espacio público de la “Plazuela Rosales”, en la cual se identifican los mayores registros que van de los 18 a 19 MW/m² (Apéndice V., Gráfico 34), donde cuyas condiciones, abonan a la justificación para el análisis, acerca de qué elementos, dinámicas y posibles condiciones aporten a la mitigación o adaptación espacial, del sitio.

3.2.4.6. Contaminación Lumínica

Por otra parte, para la valoración ambiental en Culiacán Rosales, se estimaron las condiciones por contaminación artificial lumínica, que desarrolla en conjunto la zona urbana, a razón de identificar los puntos que provoquen en mayor medida elevados registros por iluminación, cuyas escalas oscilan desde 0 a 109 lux (EOG, 2021), entre las cuales se aísla la zona centro de la ciudad, a razón de evidenciar las condiciones específicas para este sitio y el entorno que contextualizan al espacio público de la “Plazuela Obregón” (Figura 58).

Figura 58.
Mapa por contaminación lumínica en Culiacán Rosales.



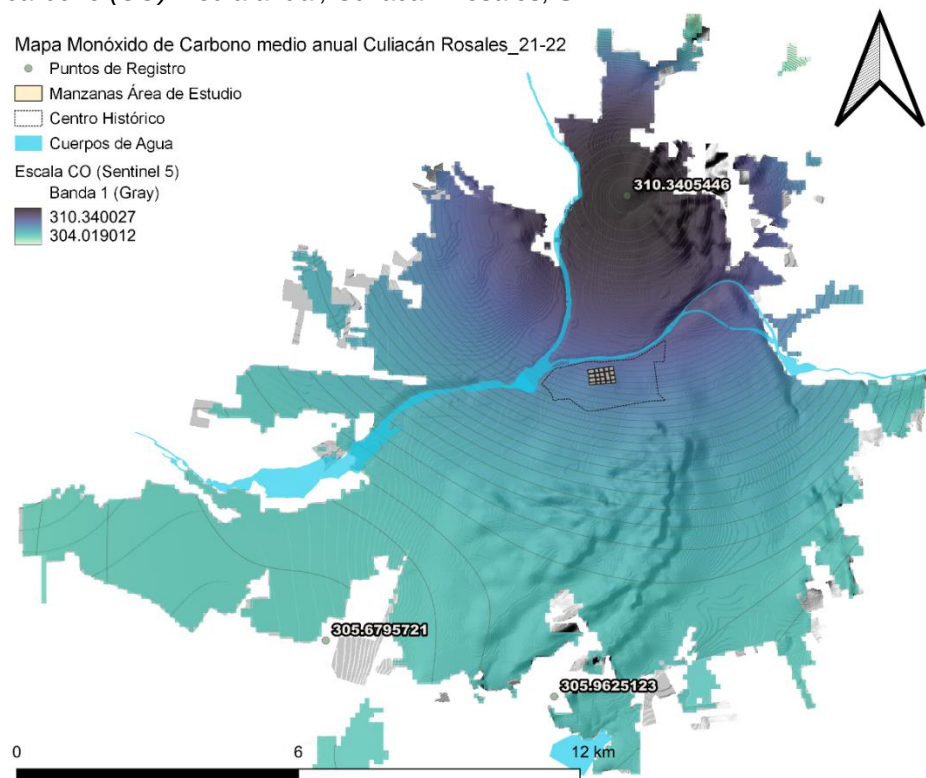
Fuente: Procesado de EOG (2021).

A partir del anterior mapa, se distinguen las zonas con una mayor y menor escala de contaminación lumínica, al ubicar para las zonas de extremos periféricos, el nivel de contaminación lumínica es menor, lo cual permite asumir una ausencia de condiciones habitacionales y demanda frecuente del suelo, mientras que, por otra parte la zona centro mantiene valoraciones constantes con estimaciones de contaminación lumínica, que oscilan de intermedios, hasta medianamente altos (Figura 58).

3.2.4.7. Calidad del Aire

De igual modo, la calidad del aire que se presenta para la ciudad de Culiacán Rosales, se recabaron los registros por monóxido de carbono promediados durante los años 2021-2022 (Sinergise Ltd., 2022), valores que oscilaron entre los 304 ppm y 310 ppm (Figura 59), mismos que al ser comparados con las estimaciones globales de dióxido de carbono, equivalentes a 423 ppm al cierre del año 2024 (NASA, 2024).

Figura 59.
Monóxido de carbono (CO) media anual, Culiacán Rosales, Sin.



Fuente: Procesado del satélite Sinergise Ltd. (2021).

Por otra parte, al georreferenciar e interpolar las valoraciones de monóxido de carbono respecto a la zona urbana, distinguen que, en la zona norte de la ciudad, se ubican los registros más altos con 310 ppm, en comparación a la zona sur, en la cual se ubican condiciones de 306 ppm, mismas que posibilitan la visualización de una tasación para la zona centro de la ciudad, equivalente a 308 ppm (Figura 59), por lo tanto, la zona centro se encuentra dentro del rango de las mayores estimaciones y en consecuencia, resulta ser pertinente de análisis, respecto a identificar las condiciones y dinámicas socio-espaciales que prevalecen para el sitio.

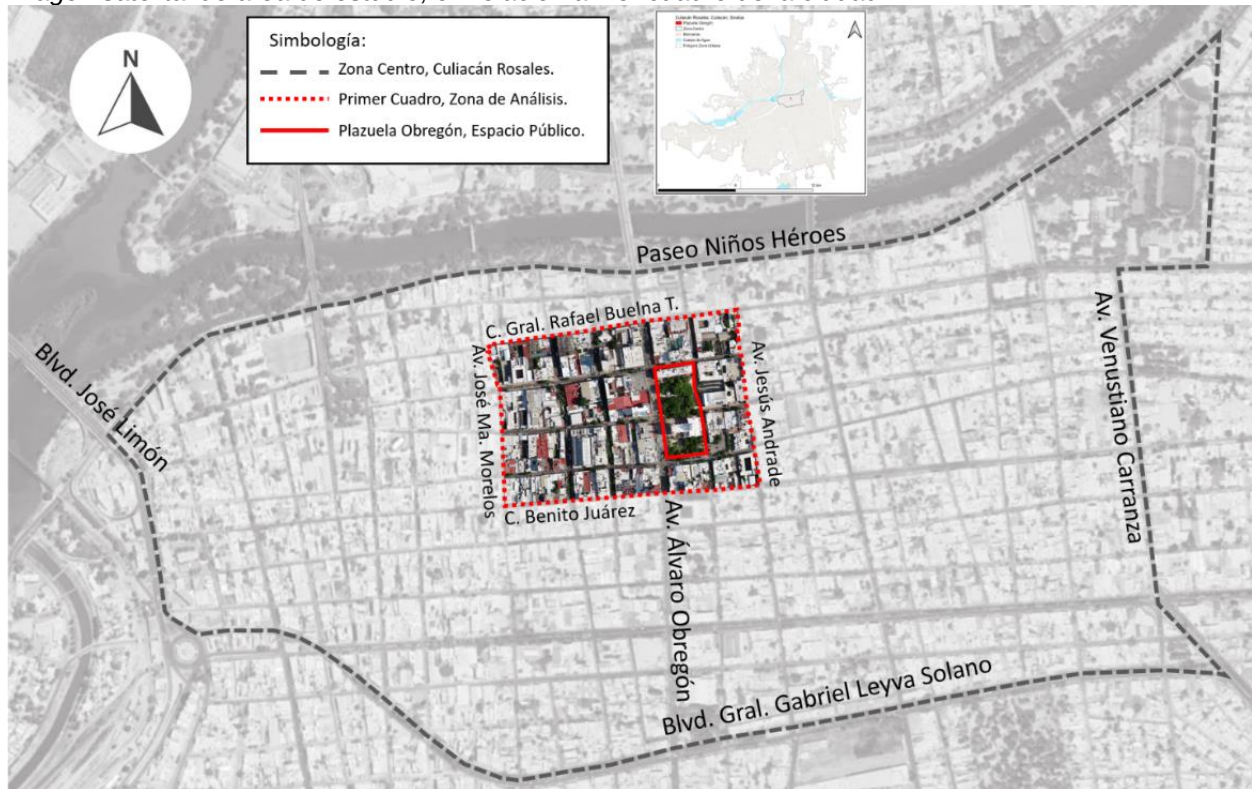
En síntesis, la pertinencia del análisis espacial para la zona centro, se encuentra fundamentado, a razón de considerarse con una significativa relevancia ambiental, así como para la población local, las cuales se encuentran representadas en uno de los espacios públicos más distintivos de la ciudad, la “Plazuela Obregón”, espacio público abierto que reúne los elementos, dinámicas y condiciones suficientes para resultar el sitio designado en analizar.

3.2.5. Selección del Objeto de Estudio

En este sentido, al haber establecido área de análisis y como espacio público la “Plazuela Obregón”, esta se encuentra en la zona centro de la ciudad de Culiacán Rosales, la cual está delimitada por las calles, al norte con el paseo Niños Héroes, al este con la Av. Venustiano Carranza, al sur con el Blvd. Gral. Gabriel Leyva Solano, y al oeste con el Blvd. José Limón, como se aprecia en el polígono (color negro) de la siguiente Figura 60.

Figura 60.

Imagen satelital de área de estudio, en relación al 1er cuadro de la ciudad.



Fuente: Elaborado a partir de (G.Earth, 2023) e imagen ortofoto (Apéndice. Gráfico 39).

A partir de la contextualización en la zona centro, en la cual se encuentra el conjunto de la Plazuela Obregón, esta se posiciona determinada por las vialidades, al norte con la calle Gral. Antonio Rosales, al este con la Av. Ruperto L. Paliza, al sur con la calle Miguel Hidalgo, y al oeste con la Av. Álvaro Obregón, en este conjunto destacan la presencia de las edificaciones de la Catedral “Nuestra Señora del Rosario”, el edificio “La Lonja” y el quiosco (Figura 61).

Figura 61.

Vista aérea del área de estudio, contexto urbano “Plazuela Obregón”.



Fuente: Elaborado a partir de Apple Maps (2020).

Diez son las manzanas que rodean la Plaza Cívica del primer cuadro, de la zona centro, aunado a la realización de una contextualización con respecto al resto de las manzanas, con el fin de visualizar posibles influencias del entorno físico construido, en relación al direcciones y velocidad de vientos, alturas del medio, vialidades primarias y secundarias alrededor del espacio, así como entre otras posibles dinámicas e interacciones socio espaciales (Figura 61).

3.3. Enfoques de Estudio

Respecto al enfoque de estudio, este se encuentra con referencia al precursor modelo en confort térmico adaptativo, establecido por Humphreys y Nicol (1998), al apreciar al usuario como un receptor activo en busca del confort térmico; razón por la cual, se estimó considerar una adaptación teórica, al extender y extrapolar el alcance del análisis de las variables ambientales que infieren en la percepción psicológica del usuario conforme a condiciones de prueba con variación continua, con una diversidad de variables ambientales y meteorológicas, como lo refieren y exploran diversos autores (Nikolopoulou y Lykoudis, 2007; Piselli et al., 2018; Martín del Campo, 2020; Peng et al., 2021; Ka-Lun et al., 2022).

Tipo de Estudio

Como principio metodológico para el diseño de la investigación, de tipo no experimental a partir de considerar la correlación de las variables meteorológicas y ambientales, naturalmente independientes, ajenas a ser controladas, manipuladas o modificadas por recursos humanos (Hernández et al., 2014), así al descartar un ambiente controlado de laboratorio, cotejadas en relación a las percepciones que los sujetos presentan durante el pleno desarrollo de sus actividades en los espacios abiertos.

En este sentido, el diseño de la investigación resulta entonces, considerada de tipo correlacional-causal, transversal al contrastar las condiciones del medio físico con la percepción subjetiva, tanto de sensación como en la preferencia de los sujetos involucrados en el área de estudio (Hernández et al., 2014); (Gómez et al., 2007), lo que deriva en un desarrollo de trabajo con un enfoque mixto:

- a) Cuantitativo, por las mediciones ambientales en el entorno físico.
- b) Cualitativo, por la recopilación de percepción a los sujetos ocupantes del espacio.

En relación con las metodologías de referencia, se retomaron los criterios abordados por Nikolopoulou y Lykoudis (2005); Bojórquez (2010); Martín del Campo (2020); (Rincón-Martínez et al, (2023), cuyas investigaciones concuerdan con una orientación marcada a la identificación de confort térmico (como enfoques de referencia) en espacios exteriores e interiores, sin embargo, además concluyen en su mayoría que, abordar de manera aislada, solamente una de las variables meteorológicas, representa un sesgo en el rango de confort integral, puesto que requiere de la integración del mayor conjunto de variables ambientales, que sea posible recabar de los usuarios involucrados.

En esta tesitura, comienza la estructura de la investigación con implicaciones del espacio urbano arquitectónico, cotejado con las recomendaciones por normatividades y reglamentos ambientales. Estos registros por parámetros ambientales y percepciones

sensoriales, eventualmente posibilitan la construcción del índice de confort ambiental, por la sumatoria del total de indicadores registrados y su evaluación por correlación, como lo indica Sabino (1992).

3.4. Periodos de Estudio

De manera complementaria, al caracterizar las condiciones ambientales y meteorológicas para la zona de Culiacán Rosales, se identifica la dinámica térmica que se encuentran de manera anual normalizada en el sitio de estudio, aunado a la relación por las normales de temperatura del aire conforme a los registros del SMN (2023), como fueron indicadas en el punto 3.2.4, se posibilita aplicar la ecuación para ubicar la temperatura neutra (T_n) y zonas de confort máximas y mínimas (ZC_{max} y ZC_{min}), para condiciones térmicas en exteriores de acuerdo con Auliciems (1981), a través de la ecuación:

$$T_n = 17.6 + 0.31 (T_{em})$$

Donde:

T_n = Temperatura neutra

T_{em} = Temperatura exterior media

ZC_{max} = $T_n + 2.5$ °C

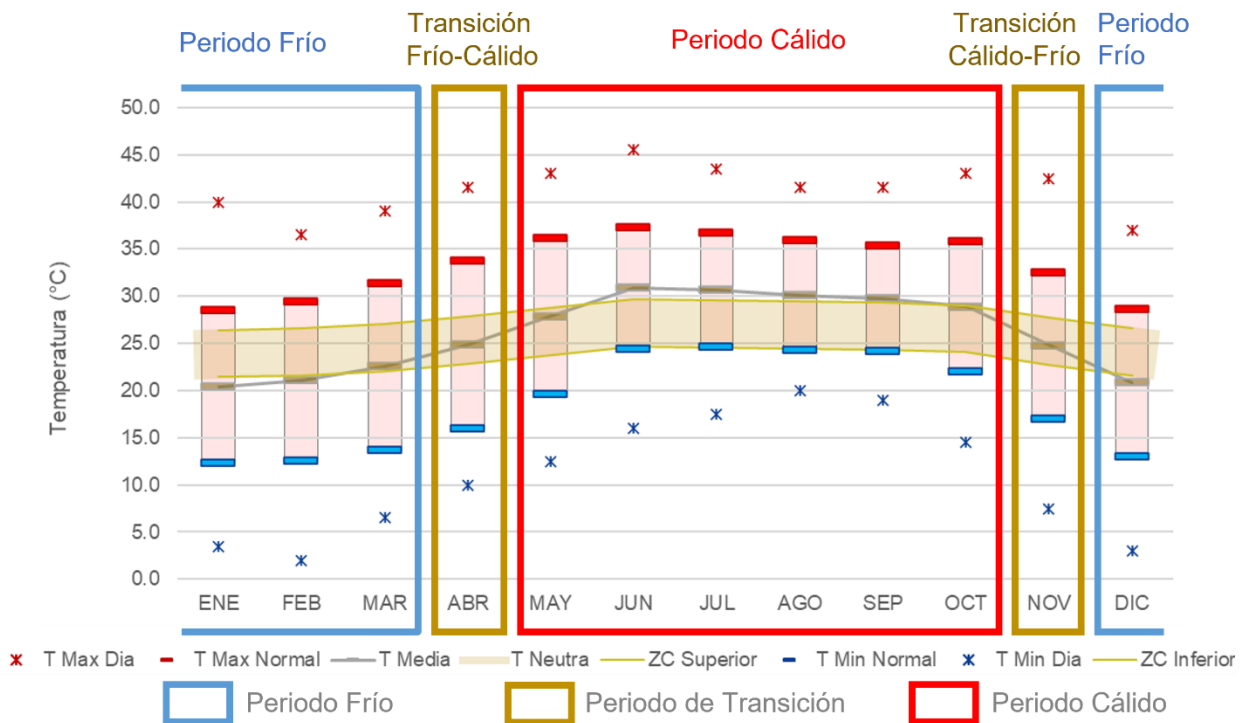
ZC_{min} = $T_n - 2.5$ °C

Derivado de la ecuación e implementada sobre las temperaturas normalizadas de Culiacán Rosales (Apéndice V. Caracterización del Objeto de Estudio, Cuadro 12), las zonas de confort y temperatura neutra, se encuentran representadas en la siguiente Figura 62.

En este sentido, se demuestran una serie de elementos que contribuyen a determinar los tres periodos de dinámica térmica: cálido, transición cálido a frío, frío y transición de frío a cálido, que se presentan para la región de estudio, a partir de la identificación del estatus del comportamiento de la temperatura media, así como el rango de amplitud que se presenta conforme a los promedios de máximas y mínimas para cada mes (como se encuentra representado con los rectángulos verticales en color rojo) (Figura 62).

Figura 62.

Periodos de dinámica térmica mensual, conforme a un año normalizado para Culiacán Rosales, Sin.



Fuente: Elaborado a partir de SMN (2023) y Auliciems (1981).

Por consiguiente, para la identificación del periodo cálido, el comportamiento de la temperatura media se encuentra por encima de la zona de confort (en amarillo), al ser los meses con mayor énfasis, de junio a octubre, a partir de ubicar que la mitad de los días las condiciones térmicas se encuentran en sobre calentamiento, es decir por encima de la franja de confort, como se aprecia en la anterior Figura 62.

Por otra parte, se definen como periodos de transición, las condiciones para los meses que se encuentran entre los periodos de frío y calor, puesto que la temperatura media, se muestra justo en el rango intermedio entre la franja de confort, como se identifican durante el mes de abril, al transcurso del periodo frío al cálido, en cambio, para la transición del periodo cálido al frío, este se presenta durante el mes de noviembre (Figura 62).

En última instancia, el periodo de frío se destaca por evidenciar un comportamiento de la temperatura media por debajo de la franja de confort, y esta situación se presenta durante

los meses de diciembre, enero y febrero, puesto que, en la mayor parte del tiempo se encuentran en condiciones de bajo calentamiento, mientras que la otra parte del día se ubican dentro de la franja de confort térmico (Figura 62), por lo tanto, la tendencia se encuentra dictaminada a percepciones de frío.

En esta tesitura, al haber fundamentado el establecimiento para los tres periodos de condiciones térmicas, de forma anualizada para la región de estudio, esto permite en consecuencia ubicar los pre-condicionamientos que presentarán los habitantes locales de la ciudad de Culiacán Rosales y en específico, para el espacio público, al momento del cuestionamiento, acerca de sus percepciones subjetivas del ambiente térmico en que se encuentran, motivo por el cual resulta fundamental el haber expuesto el razonamiento y las amplitudes de estimación térmica, las cuales, se verán correlacionadas de manera directa, al momento de recabar las apreciaciones de confort, conforme al periodo que se efectúan los registros en sitio.

3.5. Instrumentos y Equipos de Medición

Respecto al instrumental empleado, se consideraron recursos que cubrieran en lo posible múltiples variables, además de una mayor cantidad de parámetros por variable, así como las características propias de operatividad y oportunidad de registro, alámbrico o inalámbrico, al estimar una facilidad de registro en instrumentos que permiten su captura por aplicación de teléfono celular, tal es el caso de:

- i. Termo-anemómetro Kestrel 5400, altura hipotálamo 1.55 m (h1), registra temperaturas del bulbo seco (TBS), húmedo (TBH) y globo gris (TGg), humedad relativa (HR) así como velocidad (m/s) y dirección del viento (grados decimales).
- ii. Termohigrómetro REED SD2010, altura abdomen 1.10 m (h2), registra temperaturas del bulbo seco (TBS), bulbo húmedo (TBH) y humedad relativa (%).
- iii. Termohigrómetro REED R6250SD, altura tobillos 0.10 m (h3), registra temperaturas del bulbo seco (TBS), húmedo (TBH), globo gris (TGg) y humedad relativa (HR).

- iv. Medidor de calidad del aire ONSET HOBO MX1102, altura “h1”, registro de dióxido de carbono (CO₂).
- v. Medidor de calidad del aire ATMOTube 2501573 Pro, altura “h1”, registro material particulado PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀, COV, AQS.
- vi. Luxómetro EXTECH LT10, altura “h1”, registro de iluminancia (lux).
- vii. Sonómetro UNI-T UT353 BT, altura “h1”, registro de ruido (dBA).
- viii. Piranómetro SM206-Solar, altura “h1”, registro de radiación solar (W/m²).
- ix. Termómetro infrarrojo FLUKE 59 MAX, altura “h3”, registro de temperatura de superficie (°C), a un máximo de 30.0 cm de distancia a la superficie, al aplicar un factor de emisividad para una superficie de hormigón color mate= 0.93.

Adicionalmente, a la lista por instrumentos a emplear durante la campaña de estudio, la cual se profundiza en el Apéndice VIII. Especificaciones de Instrumentos y Ecuaciones de Calibración (pág.: lxxiv), colocados en la Estación de Registro Ambiental (ERA), además se recurre a un tripié con una extensión adaptada en la parte central, así como igualmente la adecuación de una base cuadrangular en el apoyo superior del tripié que posibilitó la ubicación de seis instrumentos en la parte superior, a la altura del hipotálamo 1.55 m (h1), luego un termohigrómetro en altura de abdomen 1.10 m (h2) y por último en altura de tobillos 0.10 m (h3), complementado por el empleo manual del termómetro infrarrojo (Figura 63).

Figura 63.
Estación de Registro Ambiental (ERA).



Nota. - Escala representativa para la estación de instrumentos.

De esta manera, se conforma la denominada “ERA”, así como los recursos complementarios a emplear durante la campaña de estudio, báscula para el peso (kg), flexómetro para la altura física (m) de los entrevistados, así como el apoyo gráfico de una cédula con las escalas de sensaciones y percepciones de las variables ambientales y climáticas, con el objetivo de generar una mayor conciencia de la percepción subjetiva que estima el ocupante en el instante justo de la entrevista (Apéndice VII. Gráfico 49).

Aunado a estas condicionantes y recursos del instrumental, se considera contar con dos cuadrillas conformadas por tres integrantes cada una, quienes cumplen los siguientes roles: un instrumentista, un entrevistador y un integrante de apoyo para soporte fotográfico registros, entre otros, esto a partir de la determinación de cubrir dos horarios, matutino y vespertino, por lo tanto, cada cuadrilla cubrirá e intercambiará la cobertura de sus turnos conforme a la planeación de logística, de horarios y días, indicada en el Apéndice VII. Cuadro 13.

3.6. Diseño de la Muestra Poblacional

Una vez definida la unidad y objeto de estudio, determinada por la “Plazuela Obregón”, espacio público abierto representativo de la localidad, mismo que se encuentra en la ciudad de Culiacán Rosales, en cuyo caso, como se mencionó anteriormente, el nivel de habitación resulta escaso (ver sub apartado 3.2.1), en comparación al resto de la mancha urbana, así como la existencia de una significativa presencia de flujo de usuarios, debido a una alta ubicación de comercios, aunado a la convergencia de una vasta cantidad de rutas de transporte público, convergentes en este sector, estas condicionantes detonan dinámicas socio espaciales valiosas para estimar como universo de estudio, la totalidad de cantidad de población de la ciudad, a partir de su alta frecuencia de uso colectivo social local.

La determinación de la muestra resulta significativa para una investigación, a partir de optimizar los tiempos y recursos para llevar a cabo la misma (Hernández et al., 2014), en este sentido, a continuación se presentan los pasos y condicionantes, mediante los cuales es determinado el universo y muestra de análisis representativa para el objeto de estudio.

Universo de Estudio

En seguimiento al planteamiento anterior, respecto al universo de usuarios de estudio, resulta considerar el total de la población de Culiacán Rosales, equivalente a 800,601 hab. (H.A.Culiacán, 2022), por motivo del giro principal que se desarrolla en el espacio, principalmente en comercio, manufactura, servicio y administración pública, entre otros (DENUE, 2021), elementos que fundamentan la selección del total de población en la ciudad.

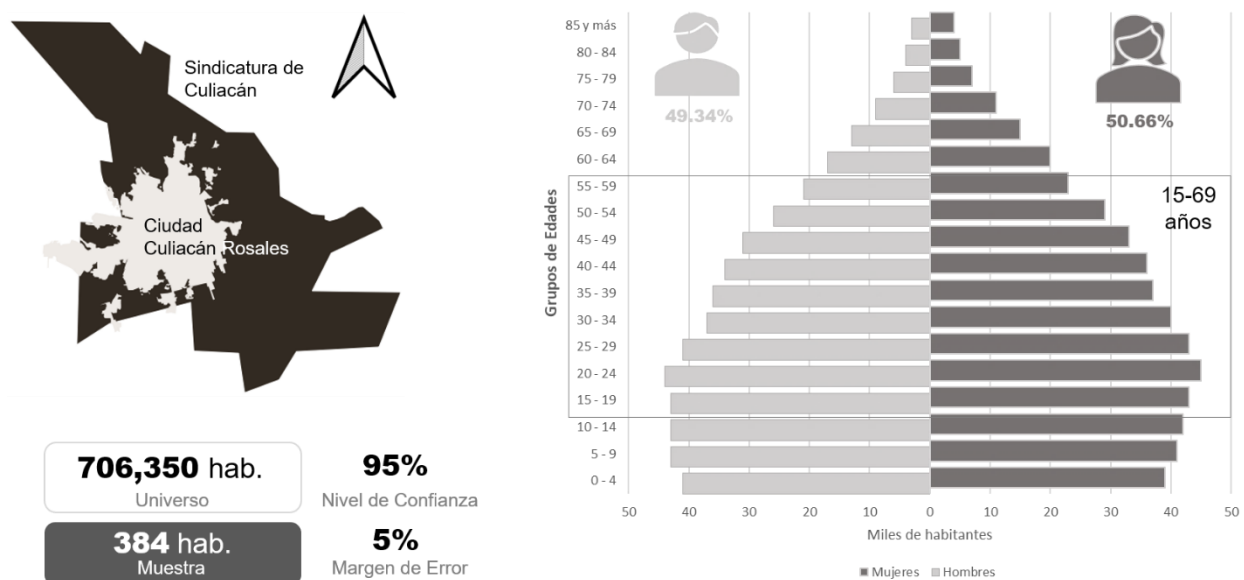
Tamaño de la Muestra

Así mismo, se identifica el nicho poblacional objetivo, los quinquenios de edades, entre 15 y 19 años (INEGI, 2021b), al ser considerada una población económicamente activa (SEDESOL, 1999) y en asumidas condiciones de madurez respecto a su potencial emisión de respuestas, en relación a su apreciación del entorno inmediato, hasta una población con edades entre 55 y 59 años de edad, concerniente a un periodo previo a ser considerados en

una clasificación poblacional de “tercera edad” de acuerdo con INEGI (2021b) y en cuyas situaciones fisiológicas y psicológicas personales, los ocupantes mayores a 60 años, suponen una respuesta comprometida a los estímulos en el ambiente del espacio físico, al variar significativamente respecto a un individuo en condiciones de un organismo que alude a una mejor recepción física y mental, de las variables ambientales en cuestión.

Derivado de las anteriores consideraciones, resulta en un universo equivalente a 641,933 habitantes , del cual, a través de considerar una estimación con factores de un 95.0 % de nivel de confianza y 5.0 % de margen de error, resultan en valorar un tamaño de la muestra poblacional por 384 observaciones (netquest, 2022), como se desglosa en la Figura 64.

Figura 64.
Estratificación de la población muestra.



Fuente: (INEGI, 2021b); (H.A.Culiacán, 2022) y (netquest, 2022).

De esta manera, se encuentran estimadas 319,130 mujeres y 312,803 hombres , comprendidos entre los rangos de edad de 15 a 59 años, que habitan la ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa (H.A.Culiacán, 2022), los cuales son proclives inminentemente a manifestar una presencia social en el espacio público de la “Plazuela Obregón”, con múltiples propósitos, en consecuencia a la diversidad de fines que presenta y otorga el espacio, ya enunciados.

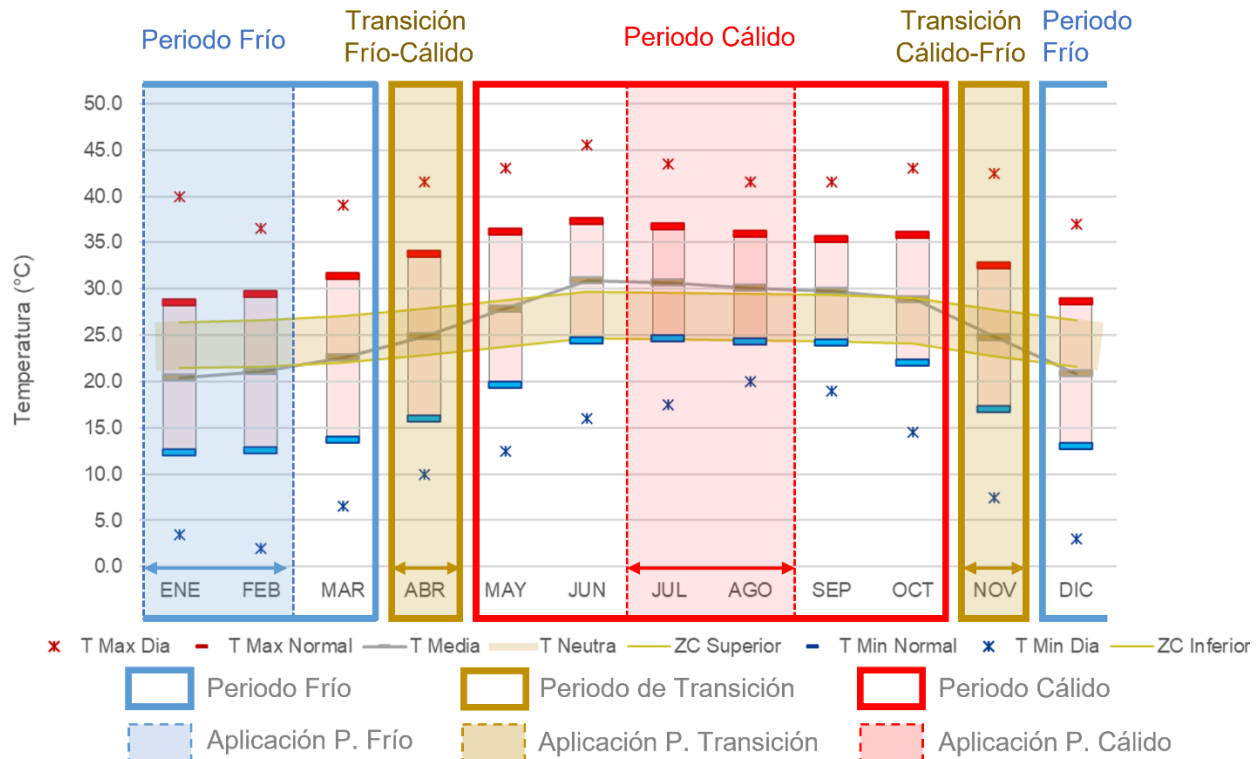
Consideraciones Generales

En el siguiente sub apartado se abordan consideraciones generales, derivadas de los anteriores puntos definidos del diseño de investigación, puesto que, una vez señalado el objeto de estudio, los periodos durante los cuales se realizará el análisis, así como sus enfoques y precisiones metodológicas, en cuanto a la cantidad de observaciones mínimas requeridas, de acuerdo al universo de estudio, proporcionan la muestra representativa, por lo tanto

En base a los periodos de dinámica térmica anual, identificados en la anterior Figura 62, su referencia resulta fundamental para la definición de la campaña de estudio en el sitio (trabajo de campo), por lo cual fueron seleccionados los meses de enero y febrero, para la apreciación del periodo frío; abril, para el periodo de transición de frío a cálido; julio, agosto y septiembre, durante el periodo cálido; y el mes de noviembre, en representación al periodo de transición de cálido a frío, como se aprecia en la siguiente Figura 65.

Figura 65.

Determinación de meses para campaña de estudio por periodo térmico.



Fuente: Procesado del SMN (2022b) y Auliciems (1981).

La razón de omitir la selección de los meses entre cada periodo, atiende principalmente a dos principios:

- La cantidad de observaciones requeridas por periodo, equivalentes a 384, distribuidas durante las semanas de cada uno de los meses estimados, así como la recolección de muestras, durante los turnos matutino y vespertino.
- Considera la pauta para la estabilización y adaptación térmico-ambiental de la población de estudio, entre cada uno de los periodos.

En este sentido, una vez determinados los periodos y meses para llevar a cabo la campaña de estudio, continua la determinación de los horarios, para lo cual, se realizó un ejercicio aforo, respecto a la concurrencia de usuarios en la “Plazuela Obregón” (Apéndice VII., Gráfico 51), el cual arrojó como resultado, el evidenciar que, a partir de las 9:00 h de un día típico, se conglomeran más de 100 usuarios, durante un horario matutino, mientras que la mayor cantidad de usuarios, se presenta a las 14:00 h, con más de 200 usuarios para un horario vespertino.

Por consiguiente, se estimó la realización de 10 muestras, durante el turno matutino y 10 muestras para el turno vespertino, comprendidas en los días lunes, martes y miércoles, de las cuatro semanas de los meses representativos seleccionados de análisis, resultando así, un acumulado de 480 observaciones mínimas para cada uno de los periodos (Tabla 23).

Tabla 23.

Distribución de muestras durante periodos y horarios de campaña de registro.

PERIODO	MUESTRAS/ PERIODO	MES	TURNOS	HORARIOS	MUESTRAS/ DIARIAS	DÍAS / MENSUALES	MUESTRAS/ MENSUALES
Frío	480	Ene	Matutino	9:00 a 11:00	10	12	120
			Vespertino	14:00 a 16:00	10	12	120
		Feb	Matutino	9:00 a 11:00	10	12	120
			Vespertino	14:00 a 16:00	10	12	120
Transición Frío-Cálido	480	Abr	Matutino	9:00 a 11:00	10	24	240
			Vespertino	14:00 a 16:00	10	24	240
Cálido	480	Jul	Matutino	9:00 a 11:00	10	12	120

			Vespertino	14:00 a 16:00	10	12	120
		Ago	Matutino	9:00 a 11:00	10	12	120
			Vespertino	14:00 a 16:00	10	12	120
Transición Cálido-Frío	480	Nov	Matutino	9:00 a 11:00	10	24	240
			Vespertino	14:00 a 16:00	10	24	240

En consecuencia al establecimiento de las condicionantes anteriores y sus determinantes, se estimó un proceso metodológico para la aplicación de instrumentos y recolección de datos en la campaña de estudio (Apéndice VII. Gráfico 50), entre las consideraciones que estiman inicialmente, la calendarización de actividades (1), el programa de implicaciones de actividades por día de la semana (2), el horario para la realización de las mismas, el traslado necesario y seguro de los instrumentos (3), ubicación respecto a los puntos de estudio (4), los procesos de inicio de trabajo de campo (5) dentro del contexto de la “Plazuela Obregón”, las consideraciones para el empleo de los instrumentos para llevar a cabo la implementación de encuestas (6), registros de los parámetros ambientales (7), así como posterior al término del periodo de registro (8,9,10).

Criterios que permiten la confirmación de obtención y almacenamiento de los datos de forma inmediata en campo, la cual posibilita ser ratificada durante el mismo día, al cierre del turno (matutino y/o vespertino), que permiten la pauta a la conformación de la base de datos.

Para finalizar, con la determinación por horarios mínimos específicos para la realización por cada actividad, durante la campaña de estudio y/o trabajo de campo, los cuales consisten en arribar al sitio de estudio a las 8:30 h, continuado por el armado, estabilización y confirmación de funcionamiento de los instrumentos hasta las 9:00 h, a partir del cual da inicio a la recaudación de las 10 observaciones y registros estimados conforme a las muestras calculadas, hasta el cierre de turno a las 11:00 h, para dar pie a la descarga y conformación de datos recabados, cuya cuadrilla cierra con la espera e intercambio para el turno vespertino a las 12:30 h (Apéndice VII., Cuadro 13).

A su vez, la cuadrilla del turno vespertino esperará hasta las 13:40 h, para preparar los instrumentos, los cuales ratificará en batería, colocación y configuración, para luego dar inicio al registro de las 10 observaciones requeridas a partir de las 14:00 h, hasta un cierre de encuestas y registros, a las 16:00 h, lo cual permita la posterior descarga y confirmación de los datos, para la estimación de un cierre de turno vespertino a las 17:00 h.

Cabe hacer hincapié que, durante el proceso de calibración de los instrumentos, se detectó, la necesidad de encender el termo-anemómetro (Kestrel), 2 horas antes del registro directo en campo, esto resulta en, trasladar por parte del instrumentista asignado, diariamente el aparato y encenderlo a las 7:00 h de la mañana (Apéndice IX., Cuadro 15), en cambio para el turno vespertino, el encendido del mismo, se realiza a las 12:00 h.

3.7. Diseño de Cuestionario

Ahora bien, para la obtención de las muestras en sitio, respecto a las percepciones subjetivas que los ocupantes refieren del espacio público que se encuentran, se recurrió a la configuración del instrumento de recolección de observaciones, por la estructura de un cuestionario virtual, alojado en línea reproducible y aplicable a través de un dispositivo móvil , cuya modalidad implica una aportación, en referencia a la metodología a emplearse, en comparación a anteriores metodologías de estudios (Nikolopoulou y Lykoudis, 2007; Bojórquez, 2010; Piselli et al., 2018; Martín, 2020; Peng et al., 2021; Ka-Lun et al., 2022; Rincón-Martínez et al., 2022).

Cabe destacar que, al emplear el formulario con recursos en línea, posibilita oportunas ventajas respecto al evitar los errores humanos, al momento de la captura de encuestas en formato impreso, puesto que, a través de este recurso en línea, se captura de forma automática la fecha, hora y el resto de elementos cuestionados y recaudados durante el formulario, por lo tanto, se optimizan tiempos, recursos de papelería, y, en consecuencia, recursos económicos.

Por consiguiente, el cuestionario se compone de los siguientes criterios generales:

- a. La identificación del instrumento de recolección de datos, por las instituciones de soporte, así como exponer el objetivo de investigación, con el motivo de mantener informado a los ocupantes.
- b. La recaudación de la percepción y preferencias que los usuarios de espacios públicos, refieren de los estímulos ambientales que se presentan, a través de las escalas indicadas por las diversas normatividades.
- c. Adicionalmente a la identificación de características sociales, como procedencia, tiempo de residencia, posición durante la encuesta, nivel de arropamiento, entre otros.
- d. Para finalizar, con apuntes respecto a las condiciones espaciales durante la encuesta, como, punto de encuesta respecto al conjunto de la “Plazuela Obregón”, condición del espacio al exterior, condiciones del día, dinámicas socio espaciales, entre otras.

Por otra parte, la mencionada estructura y elementos del cuestionario, se encuentran representados a través de las siguientes Figura 66 y Figura 67, por lo cual permite apreciar los detalles respecto a la elaboración de las preguntas a los ocupantes, las estrategias cromáticas que fueron consideradas para la distinciones entre las escalas, así como los recursos gráficos empleados, para validar las situaciones y condiciones que surgen en ése instante, que los individuos expresan sus opiniones puntuales, estos criterios se encuentran desarrollados en el Apéndice VII. Diseño y Estructura de Instrumentos de Registro Ambiental.

Figura 66.
Estructura de formulario CAEPA (parte 1) modalidad en línea.



Objetivo: Recabar la percepción ambiental de los usuarios de espacios públicos abiertos (investigación académica).

Zona Centro "Plazuela Obregón", Culiacán Rosales, Sin.

¿Qué edad tiene? *

(procurar encuestar usuarios, entre 15 a 60 años)

Texto de respuesta corta

¿Ha sido encuestado anteriormente para este estudio?

☐ SI

☐ NO

¿Peso (kg)? *

Texto de respuesta corta

¿Estatura (m)? *

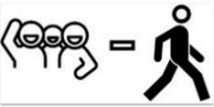
Texto de respuesta corta

Actividad desarrollada *

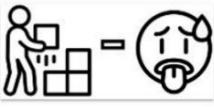
☐ Pasiva (acostado, sentado, de pie actividad ligera)



☐ Moderada (actividad moderada / caminata)



☐ Intensa (labor / calor o sudoración)



¿Lleva más de 15 min realizando esta actividad? *

☐ SI

☐ No

¿Cómo siente la temperatura, en este instante? *

Muy frío Fresco Algo de fresco Ni calor, Ni frío Algo de calor Calor Mucho calor

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

¿Cómo preferiría la temperatura en este momento? *

Muy fresco + Fresco Algo fresco Sin cambio Algo cálido + Cálido Muy cálido

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

¿Qué tanta humedad percibe en el ambiente, en este instante? *

Mucha humedad Húmedo Algo húmedo Normal Algo seco Seco Muy seco

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

...y cómo la preferiría? *

Muy húmedo + Húmedo Algo húmedo Sin cambio Algo seco + Seco Muy seco

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

¿Cómo siente la intensidad del viento, en este instante? *

Sin viento Poco viento Agradable Algo fuerte Mucho viento

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

¿Cómo preferiría la intensidad del viento? *

+ viento Menos viento Sin cambio

1 2 3

☐ ☐ ☐

Figura 67.
Estructura de formulario CAEPA (parte 2) modalidad en línea.

Sección 2 de 2

Registro de condiciones del espacio.

Obtenidas por parte del encuestador.

¿Punto de captura de encuesta?

	1	2	3	4	5	6	7	8
Fila A	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fila B	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fila C	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fila D	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fila E	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fila F	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

¿Condición del espacio al exterior? *

☐ Intemperie
☐ Bajo árbol
☐ Bajo losa
☐ Bajo cubierta
☐ Bajo sombra de elemento arquitectónico
☐ Otra...

¿Cuál es el ruido predominante en el ambiente, de la Plazuela Obregón?

☐ Por bocinas (evento)
☐ Ruido por comercios
☐ Ruido por transporte motorizado
☐ Aglomeración de gente

¿Cuánta gente hay en la Plazuela? *

☐ Muy concurrido (más de 150 personas)
☐ Regular (de 51 a 150 personas)
☐ Poca gente (de 6 a 50 personas)
☐ Solo (de 1 a 5 personas)

¿Dinámicas en el espacio? *

☐ Sin eventos
☐ 1 evento
☐ 1 a 3 eventos
☐ + de 3 eventos

¿Condición del cielo durante la encuesta? *

☐ Despejado
☐ Medio nublado
☐ Nublado
☐ Llovizna

Ahora bien, cabe señalar que se recurrió a recursos gráficos de apoyo muy puntuales, que propiciaron una detallada especificación de las condiciones que se encuentran a evaluar, tal es el caso del mapa representativo del conjunto de la “Plazuela Obregón” (Figura 66), el cual, es producto del levantamiento por fotogrametría, procesamiento y síntesis para simplificar su comprensión (Apéndice VI. Caracterización Física del Objeto de Estudio), así como la ubicación por cada cuadrante que fue desglosado el conjunto de la plaza cívica y en este sentido, proporcionara derivado del ejercicio de la encuesta, una preconcepción a futuro, acerca de las condiciones espaciales al momento de ser efectuadas las muestras por cada uno de los usuarios, conforme al determinado día y horario en que fueron realizadas.

3.7.1. Cédula de Registro Ambiental

De igual manera, a los principios del cuestionario, otro de los recursos implementados, de acuerdo a la literatura anteriormente señalada en el marco teórico metodológico, consistió en trabajar de forma simultánea a la aplicación de cuestionarios a los usuarios, el registro ambiental y meteorológico, a través del recurso de una Cédula de Registro Ambiental (CERAM) (Nikolopoulou y Lykoudis, 2005; Piselli, et al., 2018; Peng, et al., 2019; Martín, 2020; Ka-Lun y Yin, 2021; Rincón et al., 2022), la cual contiene las valoraciones por los instrumentos de medición antes señalados (ver anterior apartado 3.5), los cuales son ubicados a una distancia no mayor a 1.20 m respecto al sujeto encuestado, conforme a normatividad (NOM-015-STPS 2021; ANSI/ASHRAE 55, 2020 y la ISO 7726, 1998).

Estas valoraciones de registro ambiental, se recaban a través de un formulario adaptado igualmente en línea, por lo cual mantiene las mismas aportaciones consideradas anteriormente en el cuestionario, en consecuencia recauda los registros para cada variable: calidad del aire (ppm), temperatura (°C), humedad relativa (%), velocidad y dirección de viento (m/s), iluminación (lux), ruido (dB), temperatura en superficie (°C), a efectos de recopilar valores de fecha, horario y puntos de registro, a razón de ubicar las condicionantes físicas del espacio, situación del día al instante de la muestra y temperatura de superficie (Figura 68).

Figura 68.
Estructura de formulario registro ambiental (cédula), modalidad en línea.











Cédula de Registro Ambiental y Meteorológico

Iniciar el registro, justo cuando inicien las respuestas por VOTOS DE CONFORT, en la encuesta.
Realizar el registro, de acuerdo a las mismas condiciones del espacio que se encuentre el encuestado.
Ej. Intemperie, bajo árbol, bajo cubierta, etc.
Colocar la estación de registro ambiental a una distancia, no mayor a 1.20 m, del encuestado.

 KESTREL - temp bulbo seco (°C) Texto de respuesta corta	Temp. Bulbo húmedo (°C) * Texto de respuesta corta Velocidad del viento (m/s) * Texto de respuesta corta	 CO2 * Texto de respuesta corta	PM 1 * Texto de respuesta corta PM 2.5 * Texto de respuesta corta
Humedad relativa (%) * Texto de respuesta corta	Dirección del viento (°deg, número) Texto de respuesta corta	 AQS * Texto de respuesta corta	PM 10.0 * Texto de respuesta corta
Temp. Globo gris (°C) * Texto de respuesta corta	 Iluminación Natural (lux) - manual * Texto de respuesta corta	 Radiación Solar (W/m2) - manual * Texto de respuesta corta	VOCs * Texto de respuesta corta
 Ruido (dBA) - manual * Texto de respuesta corta	 Temperatura superficial horizontal (°C) Texto de respuesta corta		

De esta manera, se encuentran definidos los instrumentos para la recaudación de muestras subjetivas y cuantitativas, en modalidad virtual, respecto a la recaudación de escalas de juicio por parte de los ocupantes, simultáneas al registro de los parámetros ambientales y meteorológicos, establecidos como suficientes para estimar su posterior correlación al futuro modelo de confort ambiental, de acuerdo al espacio público involucrado.

3.8. Metodología del Registro

Una vez considerados los anteriores criterios operativos del trabajo en campo, resulta fundamental el conocimiento previo respecto a las alturas en que deberán ubicarse los instrumentos, principalmente los termohigrómetros, así como anemómetros, puesto que en base a las anteriores designaciones normativas (NOM-STPS-015, 2001; ANSI/ASHRAE 55, 2020 y la ANSI/ASHRAE 7726, 2021), estas plantean evaluar una condición térmica del usuario respecto a tres diferentes alturas promedio, altura 1 de hipotálamo (1.70 m), altura 2 de abdomen (1.10 m), y altura 3 de tobillos (0.10 m), para evaluar la percepción de una persona al estar de pie, así como las correspondientes a una persona sentada (Tabla 24).

Tabla 24.
Adaptación de alturas por normatividad para implementar en estación de registro ambiental.

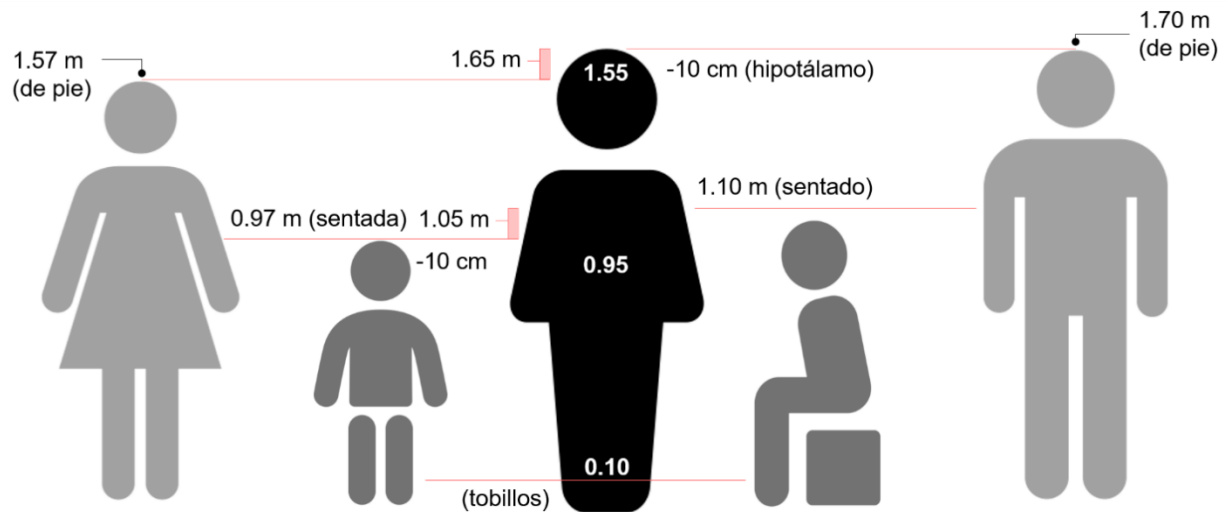
ALTURAS DE REFERENCIA	ISO 7726 ANSI/ASHRAE 55 NOM-015-STPS	ADAPTACIÓN	ISO 7726 ANSI/ASHRAE 55 NOM-015-STPS	ADAPTACIÓN	ADAPTACIÓN FINAL
		De pie (m)		Sentado (m)	Promediada (m)
Hipotálamo	1.70	1.55	1.10	0.95	1.55
Abdomen	1.10	0.95	0.60	0.45	0.95
Tobillos	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Fuente: Elaborado a partir de ISO 7726 (1998); ANSI/ASHRAE 55 (2020); NOM-015-STPS (2021).

A partir de la anterior figura, se asume el planteamiento en base a las normativas internacionales y nacionales, para los procesos de referencia de las evaluaciones térmicas de los ocupantes, a través de la consideración de alturas correspondientes a la población mexicana de 1.65 m (1.57 mujeres y 1.70 hombres, de acuerdo con INEGI, 2019), menos un estimado de 10.0 cm, respecto a la ubicación del hipotálamo considerados para una persona de pie, como se ejemplifica en la siguiente Figura 69.

Figura 69.

Establecimiento de alturas de instrumentos, en estación ambiental CAEPA.

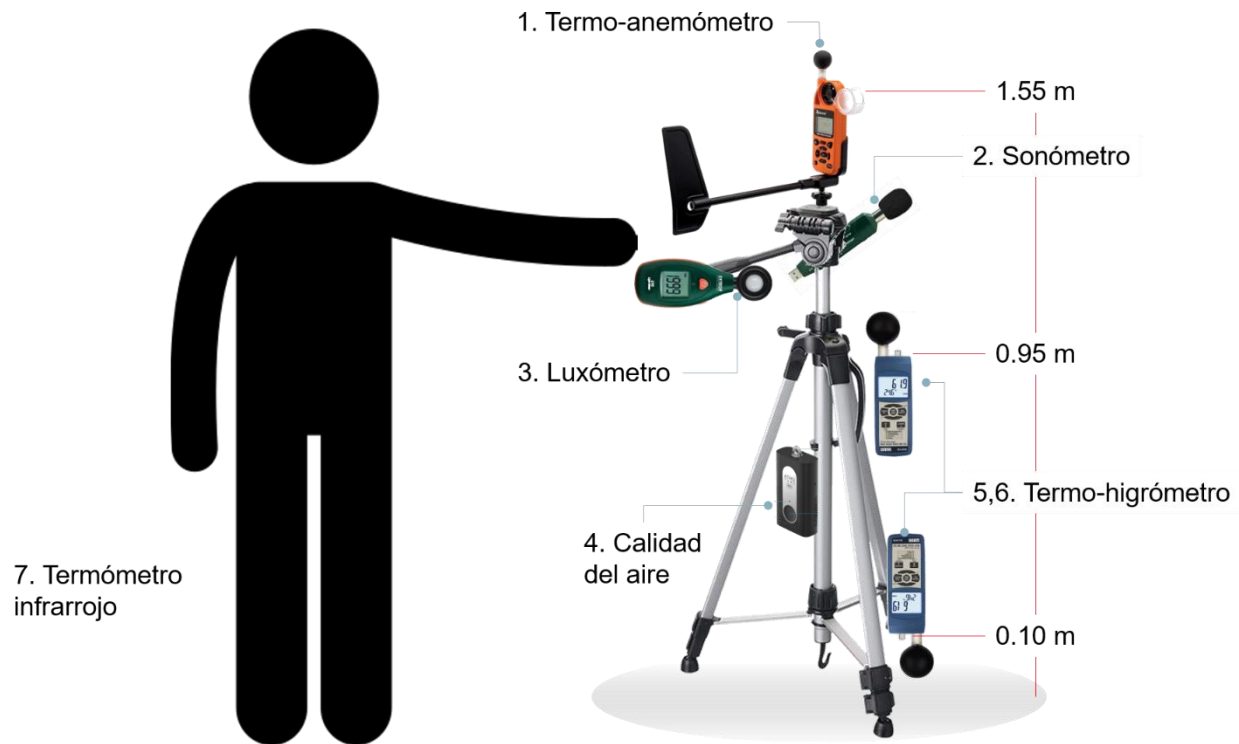


Fuente: Elaborado a partir de ISO 7726 (1998); ANSI/ASHRAE 55 (2020); NOM-015-STPS (2021).

Mientras que adicionalmente, para una persona sentada, las mismas normatividades (NOM-STPS-015, 2001; ANSI/ASHRAE 55, 2020 y la ANSI/ASHRAE 7726, 2021), consideran una altura de 1.10 m, al hipotálamo, 0.60 m, al abdomen, y 10 cm, igualmente respecto a los tobillos del ocupante, valoración que considera los efectos de reflectancia y emisión térmica, que igualmente sucede a nivel de superficie, como se aprecia en la anterior Figura 69.

Por lo cual, cabe recalcar los anteriores criterios resultan fundamentales para la colocación de las alturas de los sensores de los instrumentos, conforme al mismo principio se contemplaron los diversos instrumentos estimados de velocidad de viento, calidad del aire, iluminación y ruido, por lo tanto, debe procurarse su ubicación a una altura promedio al horizonte del usuario de pie, por consiguiente la estación de registro ambiental, cubre la ubicación de estas condicionantes en su conformación y operatividad, como se representa en la siguiente Figura 70.

Figura 70.
Estación de registro ambiental (ERA).



Fuente: Elaborado a partir de ISO 7726 (1998); ANSI/ASHRAE 55 (2020); NOM-015-STPS (2021).

Ahora bien, una vez definidos los periodos de estudio, enfoques, precisiones metodológicas, instrumentos y equipos de medición, así como las condicionantes de muestra, respecto al tamaño poblacional, la configuración de cuestionario y cédula de registro por los parámetros ambientales y meteorológicos, permite el continuar con la metodología del registro y campaña de estudio, la cual estima las siguientes consideraciones:

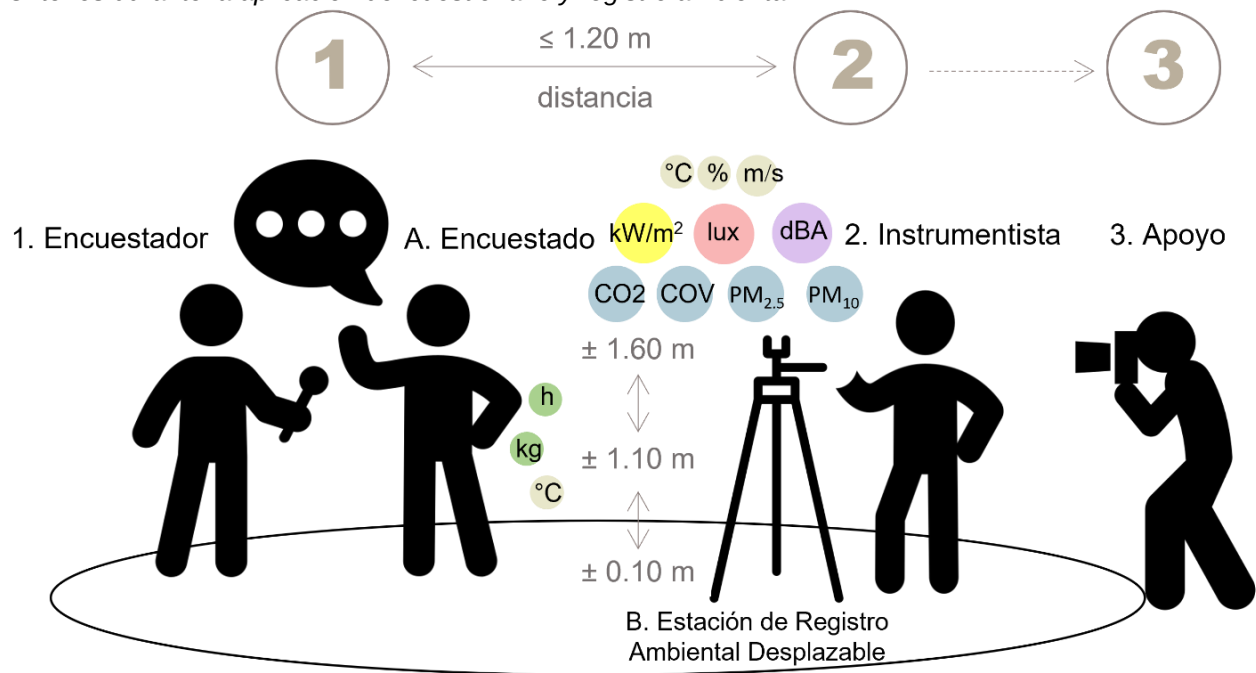
- a) Horarios de aplicación, turnos matutinos (9:00-11:00 h) y vespertinos (14:00-16:00 h).
- b) Proporcionar, entre el género de los usuarios encuestados, es decir: de cada 10 individuos, buscar preferentemente 5 mujeres y 5 hombres.
- c) Selección por rangos de edades entre 15 a 59 años.
- d) Discernir los criterios de selección por ubicación del sitio que se encuentra el usuario e identificar trasladarse a otro punto dentro de la “Plazuela Obregón”, la cual no haya sido

encuestada previamente, esto a razón de obtener muestras representativas conforme a las condiciones espaciales.

- e) Revisar previamente, el funcionamiento y colocación de los instrumentos de registro, así como los recursos virtuales para el registro en línea.
- f) Revisar durante el trabajo de campo, el funcionamiento y colocación (alturas) de los instrumentos de registro, así como los recursos virtuales para el registro en línea.
- g) Considerar una distancia, no mayor a 1.20m, entre la persona encuestada y la estación de registro ambiental, como se contempla en la Figura 71.
- h) Una vez realizadas las 10 observaciones por turno del día de registro, retirar y guardar de forma segura, los instrumentos en los estuches correspondientes que permitan una óptima transición entre turnos.
- i) Verificar al cierre de cada turno, en la campaña en campo el registro virtual de los datos recabados, así como su almacenamiento en línea.

Figura 71.

Criterios durante la aplicación del cuestionario y registro ambiental.



A partir de los anteriores criterios para el desarrollo de la metodología de investigación a implementarse durante el registro de los votos de confort (percepción subjetiva), así como el registro de los parámetros ambientales y meteorológicos (valores cuantitativos), permite el paso para el desarrollo de pruebas piloto, que confirmen o ajusten aspectos para el óptimo registro de los diversos análisis.

3.9. Métodos Estadísticos para el Procesamiento de Datos

A continuación, se describen los fundamentos teóricos respecto a los métodos estadísticos para aplicar en el próximo **Capítulo IV. Procesamiento de Datos**, elementos que estarán conformados en una base de datos, resultante de la campaña de estudio durante los periodos estimados de análisis, los cuales son los siguientes:

- Regresión lineal simple
- Regresión lineal simple a partir de medias de sensación ambiental (REMSA)
- Medias por Intervalos de Sensación y Preferencia Ambiental (MISPA)
- Métodos de Griffiths
- *t de Student*
- Algoritmos de Aprendizaje o *Learning Machine Algorithms*

3.9.1. Regresión Lineal Simple

El análisis de regresión lineal simple, es un modelo matemático, el cual asocia una línea recta en relación a una tendencia o correlación entre dos variables determinadas, una variable independiente “x” y una variable dependiente “y”, criterio que se encuentra representado por la ecuación de la recta (Carrasquilla-Batista et al., 2016):

$$y = a + bx$$

Donde:

y= variable dependiente

a= ordenada con el eje

b= pendiente de la recta de regresión

x= variable independiente

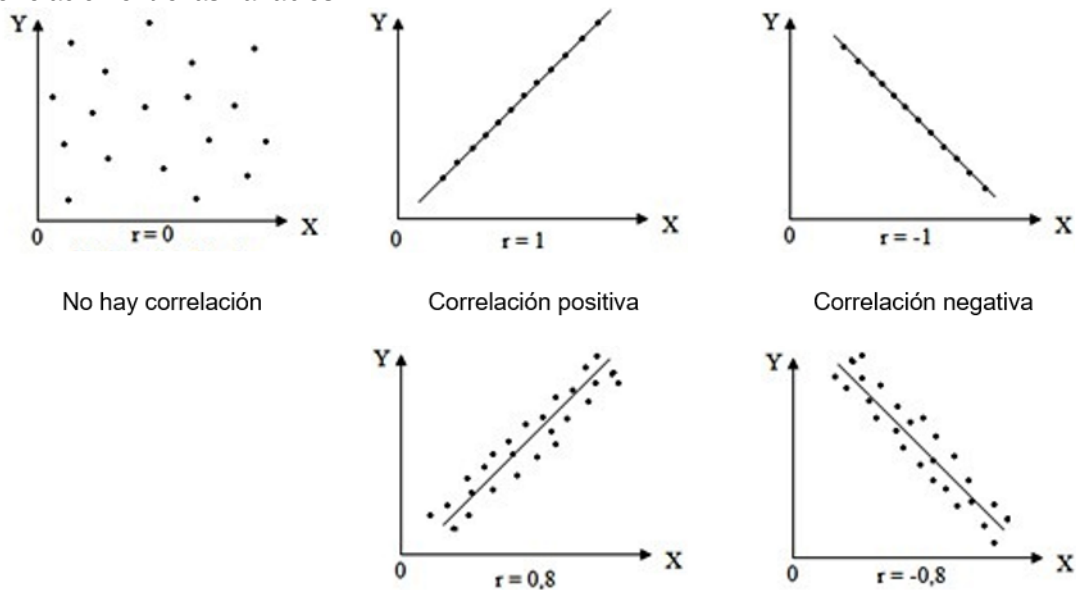
Por lo tanto, esta línea recta representa el valor diferencial promedio, entre el grado de asociación o variación entre las dos variables cuantitativas continuas “x” y “y”, de tal manera que, se obtiene un coeficiente de correlación (r) el cual indica la expresión numérica que existente entre las dos variables y su magnitud indica el grado de asociación entre las variables; donde oscila respecto a un valor de $r = 0$, el cual indica que no existe relación entre las variables; y un valor de $r = \pm 1$, resulta en un indicador de una correlación perfecta positiva (al crecer o decrecer X, crece o decrece Y) o negativa (Al crecer o decrecer X, decrece o crece Y) (Vinuesa, 2016). De tal manera que, la correlación (r) es en sí mismo una medida del tamaño del efecto, que suele interpretarse de la siguiente manera (Vinuesa, 2016); (Sifuentes, 2017):

- correlación nula: $r \pm |0|$
- correlación despreciable: $r < |0.1|$
- correlación baja: $|0.1| < r \leq |0.3|$
- correlación mediana: $|0.3| < r \leq |0.5|$
- correlación fuerte o alta: $|0.5| < r \leq |0.85|$
- correlación perfecta: $|0.85| < r \leq |1.0|$

De tal manera, que la expresión gráfica involucra la conformación y, en consecuencia, la visualización de la línea de regresión respecto a los puntos registrados Figura 72.

Figura 72.

Nivel de relación entre las variables.



No hay correlación

Correlación positiva

Correlación negativa

Fuente: Procesado de Suárez (2011).

En este sentido, resulta útil el considerar recurrir al empleo del factor de determinación entre las variables, a raíz que el presente estudio involucra igualmente en su diseño metodológico, el cual asocia correlacionar la percepción subjetiva que refieren los ocupantes de un espacio determinado, con respecto a las variables cuantificables ambientales y meteorológicas.

3.9.2. Regresión Lineal Simple a Partir de Medias de Sensación Ambiental

El Método de Regresión Lineal Simple a Partir de Medias de Sensación Ambiental (REMSA), resulta del adaptar dos criterios al método por regresión lineal:

- i. Discierne entre los registros capturados, a través medias aritméticas, mismos que resultan graficados.
- ii. Consta de la estimación directa de las escalas de sensación ambiental, con respecto al parámetro por variable correspondiente.

Ahora bien, la media aritmética es señalada por López (2020), como la media que otorga la misma ponderación a los valores de estudio de una variable, es decir, es el producto

de las sumas de todos los valores, entre la cantidad de observaciones, las cuales derivan de las escalas de apreciación subjetiva respecto a un ambiente determinado.

La media aritmética está representada= $\bar{x}$, y determinada por la siguiente ecuación:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 \dots + X_n}{N}$$

Donde:

Sumatoria: indica la suma del conjunto de valores desde el primero hasta el “n”.

N: Representa el número de observaciones.

X: Representa la variable sobre la que se calcula la media aritmética.

i: representa la posición de cada observación.

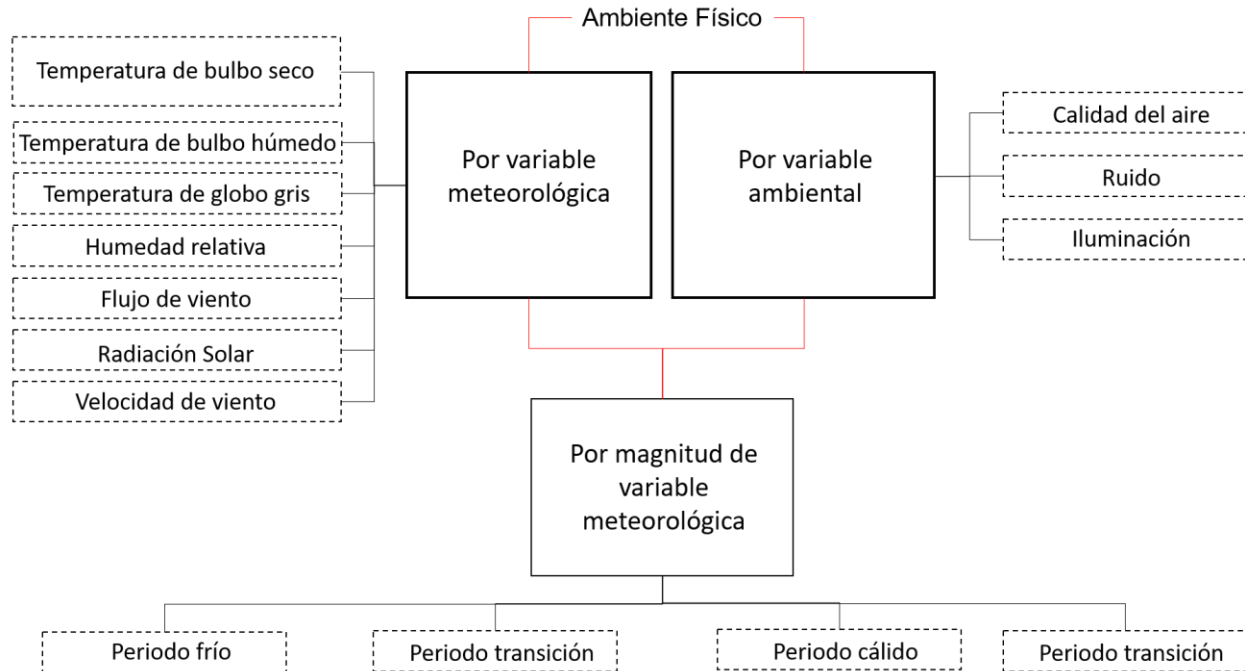
En este sentido, una vez identificado el dimensionamiento del valor de media aritmética, esta se encontrará relacionada para cada variable analizada en el presente estudio, ya sea ambiental o meteorológica, como se distinguió en la Tabla 1, de tal manera que las medias son aplicadas para cada una de las variables y su estimación por sensación o preferencia ambiental.

3.9.3. Medias por Intervalos de Sensación Térmica

Se retoma el Método por Intervalos de Sensación Térmica (MIST), y se extiende su aplicación al resto de los parámetros ambientales, como calidad del aire, ruido, e iluminación, y no solo del ambiente térmico, temperaturas, humedad relativa, radiación solar y viento, tanto en criterios de sensación como de preferencia Figura 73.

Figura 73.

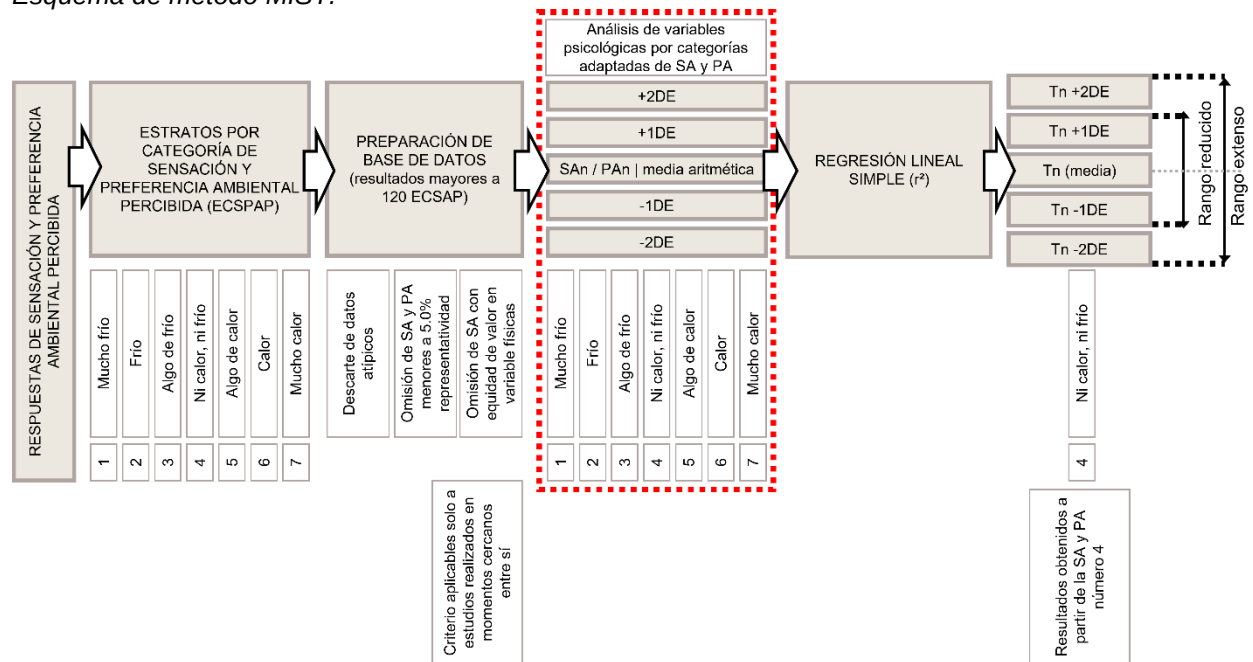
Análisis de datos por variable del ambiente físico, en relación a la magnitud de variable meteorológica.



Fuente: Adaptado de Rincón-Martínez (2019); Bojórquez (2010); Fuentes-Freixanet (2010); Gómez, et al. (2007).

De tal manera que, el proceso igualmente correlaciona las escalas en lugar de categorizarlas en solo de Sensación Térmica (ST), se adaptan en una definición de Sensación Ambiental (SA) y Preferencia Ambiental (PA) de acuerdo a los valores por variable física estimada, en consecuencia, se comienza al recaudar las estimaciones de SA / PA de los sujetos objetivo, estratificadas de acuerdo a las escalas de SA y PA, identificadas sea el caso conforme a las normatividades correspondientes, ya sea en siete, cinco o tres intervalos, para posteriormente procesar la base de datos en relación a los criterios a descartar, como valoraciones que se encuentran fuera de una representatividad equivalente al 5.0%, por consiguiente se analizan las SA / PA por las categorías correspondientes, según sea el caso, en ± 1 Desviaciones Estándar (DE), ± 2 DE y una escala media aritmética neutral, Sensación Ambiental neutral (SAn) y Preferencia Ambiental neutral (Pan), como se muestra en el recuadro color rojo, Figura 74.

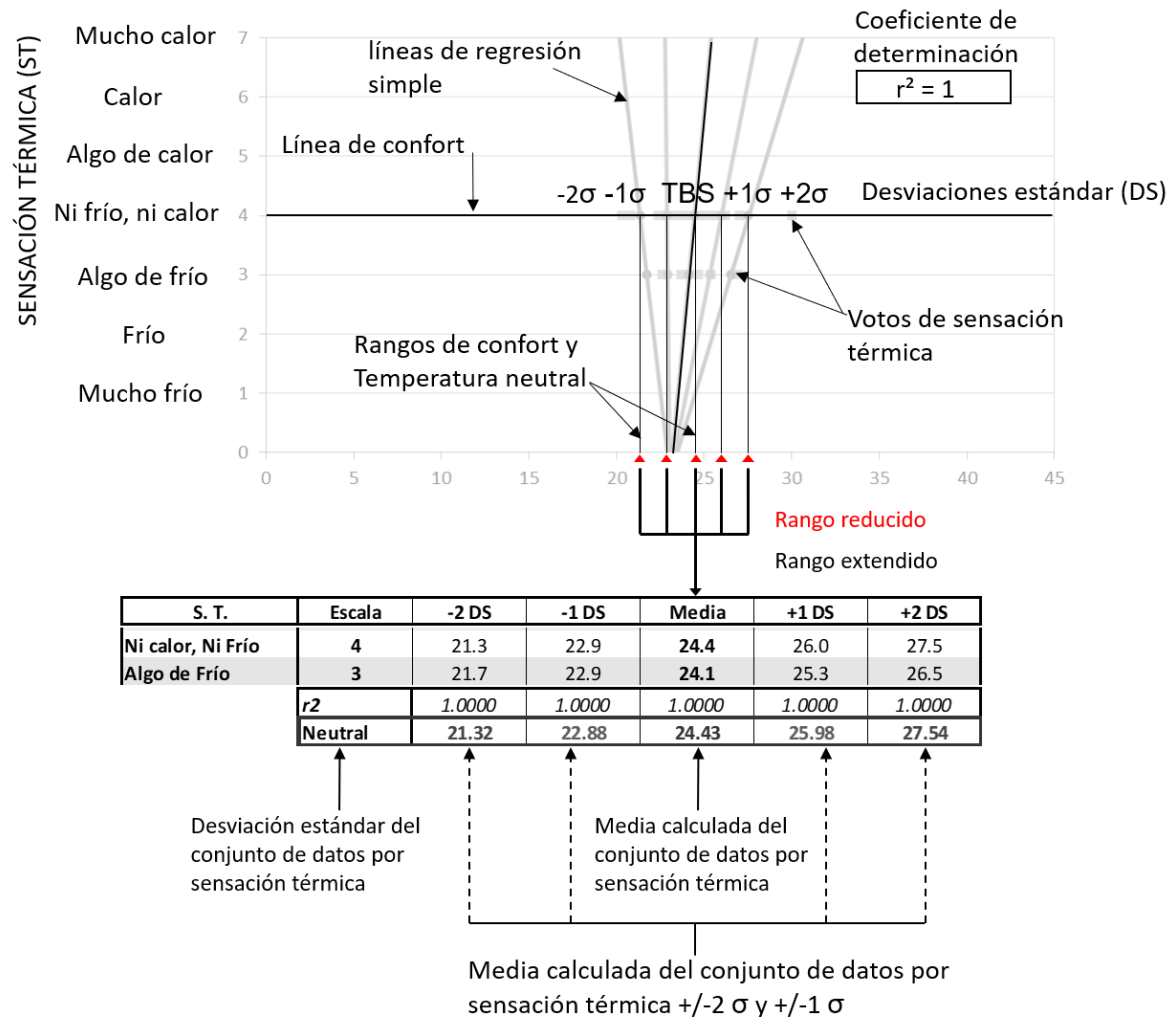
Figura 74.
Esquema de método MIST.



Fuente: Adaptado a partir de Rincón (2023); Bojórquez (2010); Gómez, et al. (2007).

Cabe mencionar además, la adaptación de la escala de 1 a 7 unidades según sea el caso de la sensación o preferencia de la variable estimada, en lugar de -3 a +3 (ANSI/ASHRAE 55, 2023), de tal forma que, una vez procesadas las desviaciones estándar, se procede a ubicar cada una de las categorías por SA / PA, a través de regresiones lineales simples, las cuales estarán sujetas a la proyección de la línea abscisa de la escala neutral (ni frío, ni calor), que determinarán a través de sus proyecciones perpendiculares hacia el eje de la variable física estimada, lo que resultará en la ubicación de la valoración neutral, así como los rangos reducidos y extendidos, positivos y negativos, respectivamente, como se muestra en el siguiente ejemplo (Figura 75) por Sensación Térmica (ST).

Figura 75.
Ejemplo de grafica de Sensación Térmica por método MIST.



De tal forma que el método MIST, aporta las virtudes ya consolidadas del método a nivel estadístico, por lo cual se obtiene una interpretación fenomenológica de la situación por la variable física estimada ya sea ambiental o meteorológica, lo cual extiende el abanico de apreciaciones respecto a la condición que se contemple para un determinado periodo o temporada de análisis, de acuerdo a la estimación por las sensaciones y preferencias recabadas de los sujetos de estudio, lo que deriva en apreciar los rangos de adaptación de las personas, de acuerdo a la variable involucrada en un ambiente determinado, al obtenerse así una visión holística de la condición de confort ambiental de los ocupantes.

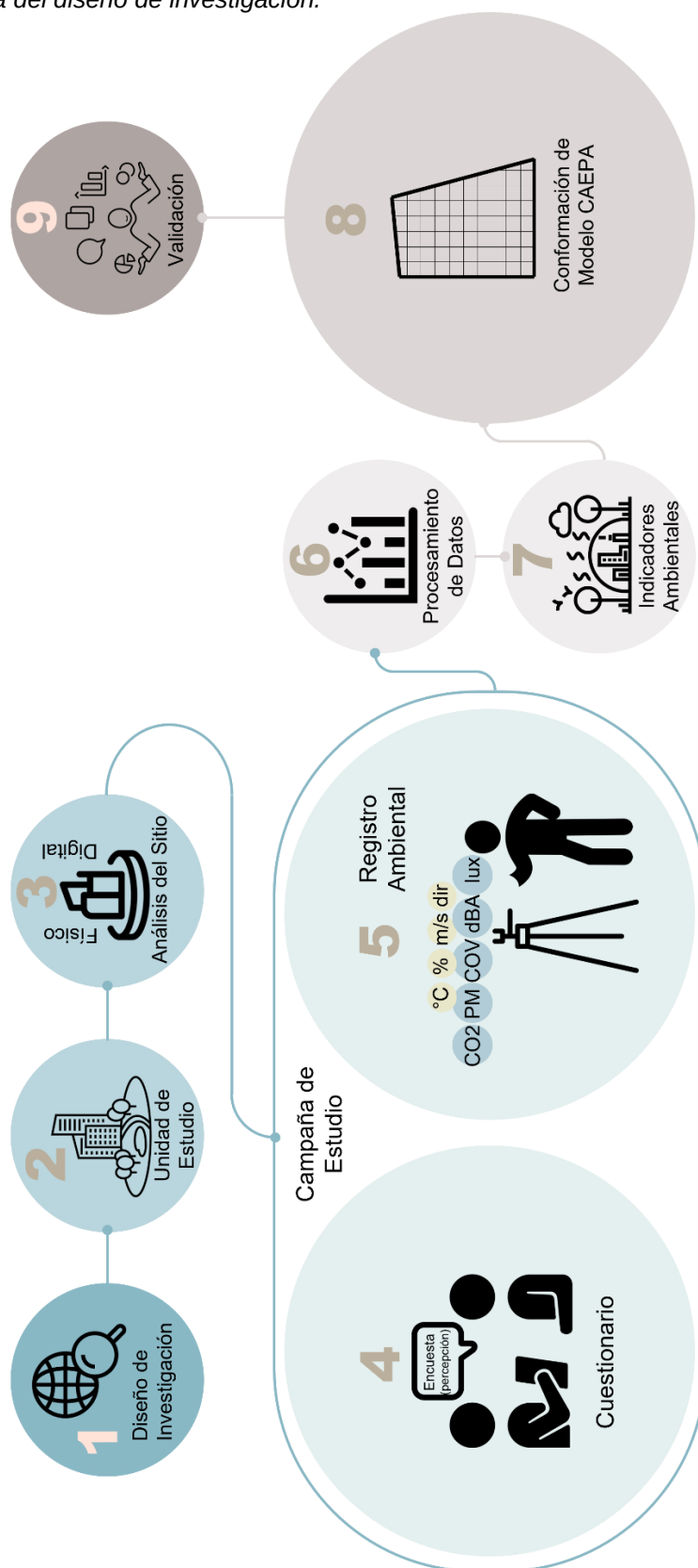
3.10. Conclusión Capítulo III

Como conclusión capitular, el caso de estudio se encuentra ubicado en Culiacán Rosales, Sinaloa, a raíz de encontrar situaciones sociales, ambientales y meteorológicas que justifican y orientan el indagar respecto a las circunstancias que ocasionan exista un detrimento ambiental y su relación para con los habitantes locales; condición social y ambiental, que vuelve a estar presente y apreciar la zona centro de la ciudad, específicamente por sus características históricas y dinámicas socio espaciales para el contexto del espacio público abierto “Plazuela Obregón”.

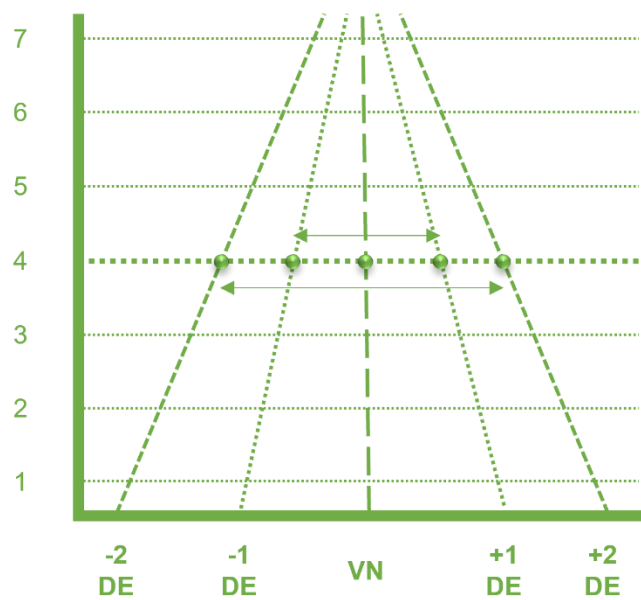
Por lo cual, se prosiguió con el diseño de la investigación (1), a través de un enfoque de estudio adaptativo, para un posterior acercamiento teórico-metodológico por las investigaciones de referencia a la variable térmica para una definida unidad de estudio (2), en continuación a un análisis del sitio, físico y digital (3) criterios que posibilitan el diseño para la planeación y realización de la campaña de estudio, a través de la implementación de un cuestionario (4) y el empleo de instrumentos especializados para la obtención de los parámetros ambientales de registro en sitio (5), elementos que dieron lugar al procesamiento de datos (6), y posibiliten la obtención de indicadores ambientales (7), que permitan la conformación del modelo de confort ambiental (8), para finalizar con una validación por funcionamiento, en comparación a estudios y modelos análogos (9), (Figura 76).

De esta forma, se obtuvieron los recursos suficientes para el abordaje de análisis, respecto al objeto de estudio y cierre del diseño de investigación, el cual permite la pauta, al procesamiento de los datos por sus diferentes dimensiones, mismas que serán explicadas y desarrolladas en el siguiente capítulo cuatro.

Figura 76.
Síntesis metodológica del diseño de investigación.



Capítulo IV. Procesamiento de Datos



El cuarto capítulo, atiende al procesamiento de los datos, derivados principalmente de la campaña de estudio y con el objetivo central de lograr la apreciación de los indicadores ambientales, los cuales contienen las estimaciones de los votos subjetivos de los ocupantes, en referencia al registro de las condicionantes en el sitio de estudio, por tanto se describe dicho procesamiento, a través de tres etapas: la preparación de la base de datos, la preparación de los datos para ser atendidos en base al método MIST y para finalizar con, la descripción de los métodos de ajuste de datos de procesamiento (Figura 77).

Figura 77.
Contenido capítulo IV.



De tal forma que, estas tres etapas posibiliten la generación de información, que den continuidad a la estructura de resultados, la obtención de los indicadores ambientales y estos a su vez a la conformación del modelo de confort ambiental, por lo cual, resultan de suma importancia, el integrar una base de datos consistente respecto a la información que se está capturando en campo.

4.1. Preparación de la Base de Datos

Con el fin de atender los objetivos y alcances planteados en la obtención de los indicadores de habitabilidad ambiental necesarios para la conformación de un modelo de confort ambiental, así como a partir de la selección de instrumentos especializados para llevar a cabo el registro oportuno de las variables ambientales en cuestión, además de llevar a cabo los procesos de calibración y alcanzar las ecuaciones convenientes para la corrección de los registros ambientales por determinados instrumentos, se continua con el orden para durante la

adquisición de información en campo, así respecto al acomodo de la información vertida en las bases de datos, tanto para el caso de las bases de datos derivadas del cuestionario (Tabla 25).

De tal forma que la estructura de la base de datos, cubre la secuencia de reactivos abordados por el formato de cuestionario empleado en la campaña de estudio (Apéndice VII. Diseño y Estructura de Instrumentos de Registro Ambiental), al ubicar primordialmente la temporalidad de la muestra, mediante lo cual, cabe resaltar las ventajas de emplear un cuestionario digital, puesto que de forma automática entre otras cosas, genera el antecedente por temporalidad, adicionalmente a la restricción de llenado para continuar con los siguientes reactivos, lo cual favorece a la verificación del registro, así como apoyo al personal encargado del registro y la recolección de información, prácticamente en su totalidad (Tabla 25).

Tabla 25.

Fragmento de la estructura de base de datos derivadas del cuestionario en campo.

Marca temporal	¿Género? por t	¿Qué edad tiene? (encuestar usuari	¿Ha sido encu	¿Peso (kg)?	¿Estatura (m)?	¿Actividad desarrollada?	¿Lleva
9/01/2024 13:14:17	1	18	NO	101.0	1.81	Pasiva (acostado, sentac	No
9/01/2024 13:17:34	2	17	NO	58.0	1.64	Pasiva (acostado, sentac	Si
9/01/2024 13:20:46	1	18	NO	85.0	1.67	Pasiva (acostado, sentac	Si
9/01/2024 13:24:38	2	22	NO	48.0	1.66	Pasiva (acostado, sentac	No
9/01/2024 13:29:14	2	17	NO	57.0	1.64	Pasiva (acostado, sentac	Si
9/01/2024 13:32:24	2	18	NO	52.0	1.52	Pasiva (acostado, sentac	Si
9/01/2024 13:36:56	1	17	NO	89.0	2.02	Pasiva (acostado, sentac	Si
9/01/2024 13:41:20	1	30	NO	65.0	1.65	Pasiva (acostado, sentac	No
9/01/2024 13:46:00	1	23	NO	91.0	1.81	Pasiva (acostado, sentac	Si
9/01/2024 13:51:56	1	47	NO	103.0	1.71	Pasiva (acostado, sentac	No
9/01/2024 13:59:50	1	24	NO	87.0	1.97	Pasiva (acostado, sentac	Si
9/01/2024 14:09:39	1	23	NO	67.0	1.68	Pasiva (acostado, sentac	Si
10/01/2024 9:41:53	1	32	NO	67.0	1.67	Moderada (actividad moc	No
10/01/2024 9:48:49	2	20	NO	63.0	1.66	Pasiva (acostado, sentac	Si

De igual forma, se ordenaron los registros obtenidos por la Cédula de Registro Ambiental (CERAM), en una segunda base de datos paralela y de forma simultánea a la obtención de los votos subjetivos recabados por el cuestionario, anteriormente señalado (Apéndice VII. Diseño y Estructura de Instrumentos de Registro Ambiental), lo cual plantea una anticipada correspondencia al cuestionario por el tiempo de captura, de ahí la importancia en la configuración oportuna de fecha y hora, tanto del cuestionario, como de CERAM (Tabla 26).

Tabla 26.

Fragmento de la estructura de base de datos derivada de la estación de registro ambiental.

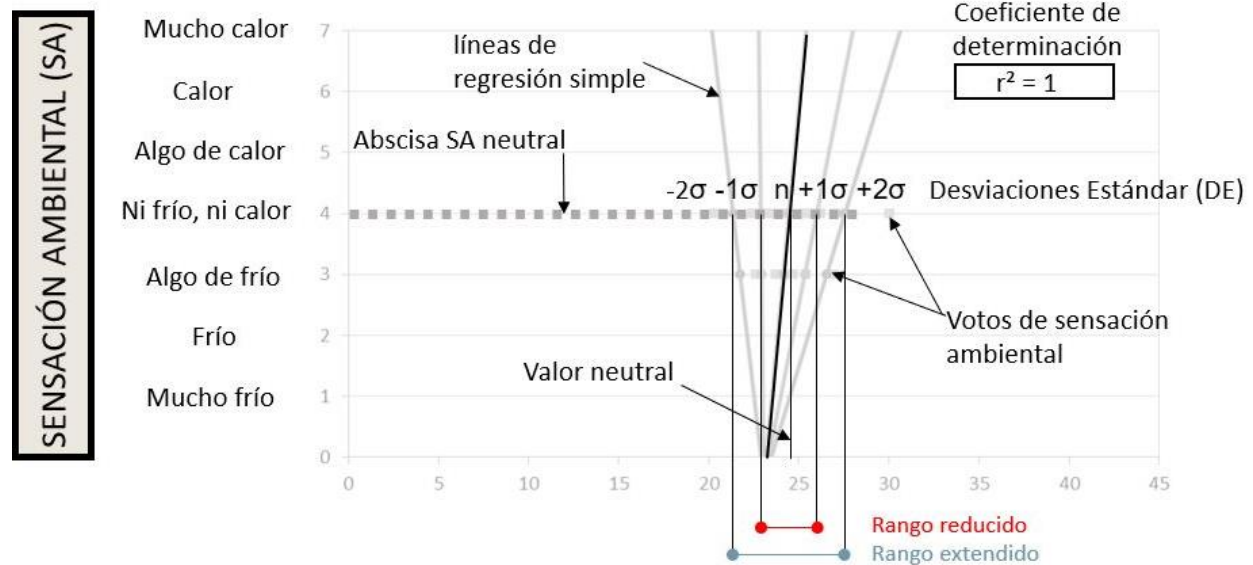
Marca temporal	KESTREL - temp bulbo	Humedad relativa (%)	Temp. Globo gris (°C)	Temp. Bulbo húmedo (°C)	Velocidad del viento (m/s)
9/04/2024 14:14:21	29.6	26.8	32.0	16.9	0.9
9/04/2024 14:19:22	29.5	26.5	32.8	16.6	1.5
9/04/2024 14:24:06	29.6	27.6	32.6	17.0	0.9
9/04/2024 14:26:29	30.9	27.1	35.2	18.0	0.0
9/04/2024 14:30:14	30.0	29.1	35.5	34.7	2.2
9/04/2024 14:32:51	28.7	30.5	33.7	17.4	2.2
9/04/2024 14:37:03	28.4	29.5	32.3	16.8	0.9
9/04/2024 14:39:14	28.9	29.1	31.5	17.0	0.0
9/04/2024 14:45:08	29.2	27.4	30.9	16.6	0.6
9/04/2024 14:47:55	29.4	29.0	33.3	17.3	1.0
9/04/2024 14:53:57	29.9	30.4	31.3	17.2	2.1
9/04/2024 14:58:10	28.7	28.7	32.2	16.7	1.6
9/04/2024 15:04:20	28.8	30.9	30.6	17.4	0.9
9/04/2024 15:12:03	30.1	30.9	33.6	18.1	0.6
9/04/2024 15:17:04	31.0	30.6	40.7	18.6	0.5
10/04/2024 14:12:15	30.8	25.1	32.5	16.9	0.5
10/04/2024 14:15:04	30.6	24.2	32.4	16.8	1.4
10/04/2024 14:18:33	30.9	23.3	31.9	16.9	0.0
10/04/2024 14:22:58	30.9	23.3	32.6	16.8	0.7
10/04/2024 14:27:04	31.0	22.8	32.4	16.8	1.9
10/04/2024 14:34:37	31.3	22.2	32.3	16.8	0.6

Cabe destacar, dos aspectos que igualmente fueron abordados en el apartado Apéndice VII. Diseño y Estructura de Instrumentos de Registro Ambiental, en el cual hace una alusión a las condicionantes para el desarrollo del cuestionario e implementación de registros por CERAM, donde ambos instrumentos de recolección de información, fueron considerados inicialmente, con base a las normativas correspondiente a cada una de las variables, tanto por sus requisitos en el empleo instrumental, así como en la estructura de formatos igualmente indicados por el marco normativo, más sin embargo, siempre se estimó una adecuación “regionalización” de los términos técnicos, con el propósito de procurar una mayor comprensión por parte de los usuarios, así en permitir una objetiva ubicación de la información recabada.

4.2. Preparación de la Base de Datos por Procesamiento de Método MIST

En continuidad a la organización de la información recabada por la campaña de estudio, se retoma el método estadístico MIST referenciado anteriormente MIST (Medias por Intervalos de Sensación Térmica) (2.2.2.1 Modelos de Confort Térmico), en atención a ubicar este procedimiento con bases estadísticas, lo cual proporciona una distinción fenomenológica, respecto a la información subjetiva correlacionada a los variables del entorno físico (Figura 78).

Figura 78.
Determinación del valor neutral.

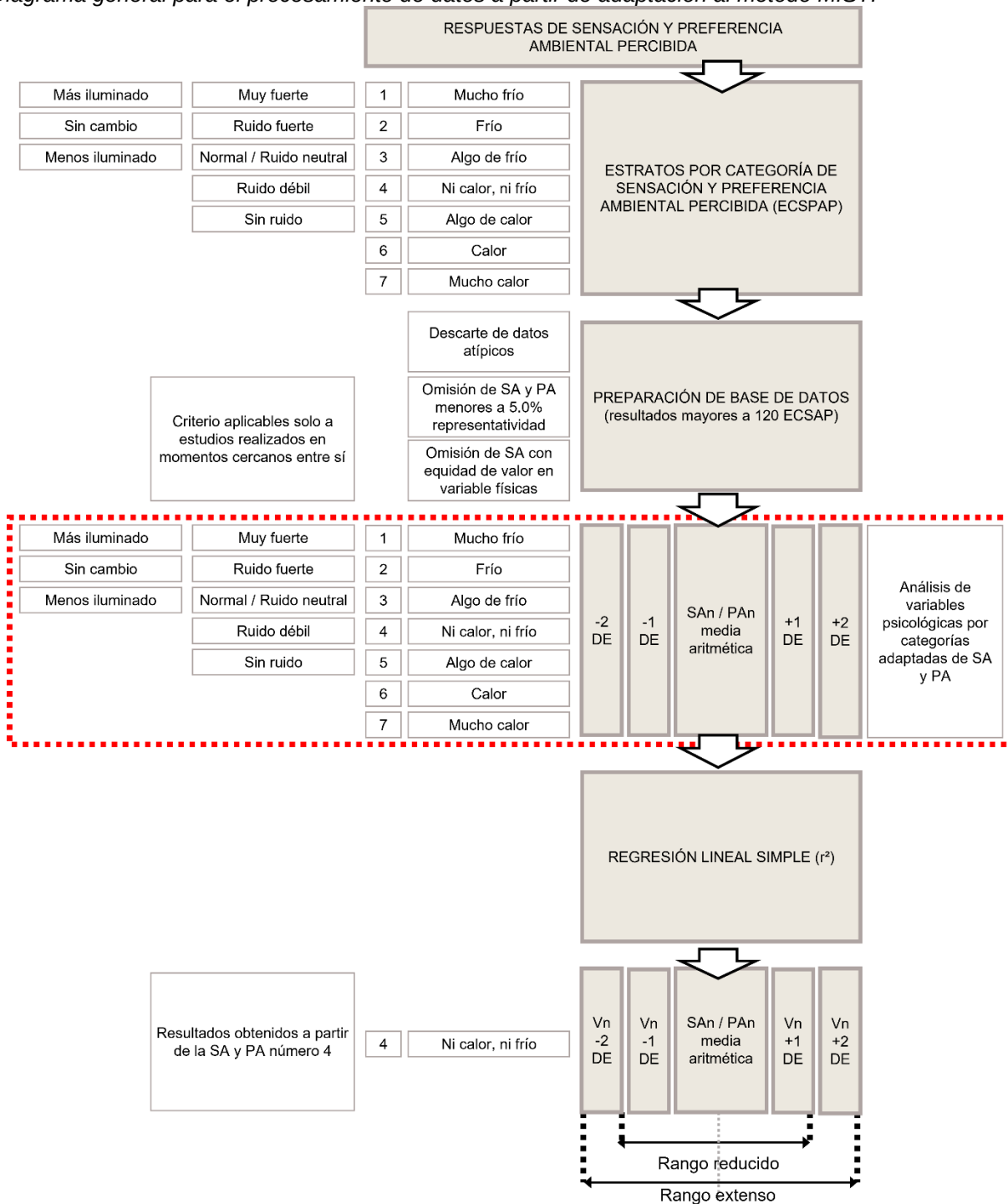


Como referencia en la anterior figura, se identifica la adaptación al método MIST, al retomar como base, los criterios en la apreciación de los votos de confort térmico, como referencia para la posterior estimación del resto de las variables ambientales, al resultar considerados a partir de la valoración de neutralidad (categoría 4), aunado a -1 DE y +1 DE para ubicar las condiciones de un rango reducido, en continuidad a una apreciación de -2 DE y +2 DE para un rango extendido (Figura 78).

En este sentido, se retoma la estructura estadística por el método MIST, mediante el cual se adecua el comienzo por la obtención de respuestas de sensación y preferencia, en este caso ambiental percibida por lo sujetos de estudio, acorde a la escala subjetiva para la valoración por cada categoría de votos, ya sea a siete, cinco o tres escalas, para continuar con la preparación de la base de datos a partir de dichos Estratos por Categoría de Sensación y Preferencia Ambiental Percibida (ECSPAP), conforme al descarte por datos atípicos, omisión de datos menores del 5.0 % de representatividad y omisión con variables físicas (Figura 79).

Figura 79.

Diagrama general para el procesamiento de datos a partir de adaptación al método MIST.



En consecuencia, el análisis de las variables psicológicas por categorías adaptadas de Sensación Ambiental (SA) y Preferencia Ambiental (PA), son estimadas de acuerdo a su valor de neutralidad (SAn y PAn), equivalente a la media aritmética, proceso el cual permite una

continuidad al empleo de la regresión lineal simple (r^2), mediante el cual proyecta, los rangos reducidos y extensos, conforme a los resultados obtenidos por la categoría neutral de SA y PA, correspondiente a la escala de cada variable (Figura 79).

4.3. Métodos para Ajuste de Resultados de Distintas Bases de Datos

Para efectos de comparar los valores de neutralidad, de acuerdo a rangos de confort obtenidos (rango reducido y extenso), a partir del enfoque adaptativo para cada variable, por lo que resulta necesario recurrir a las bases estadísticas que permitan empatar la muestra analizada, por variable estimada, durante cada periodo de estudio, a través del método de la determinación de la media ponderada.

De acuerdo con Paz (2007); Merigó (2014); Rincón-Martínez (2015), la media ponderada ($\bar{x}_w$), es una medida de tendencia central o promedio de cantidades, a las cuales se le asigna un peso, para efectos de ubicar su importancia relativa, en relación al conjunto de datos, en consecuencia, la identificación de la media ponderada consiste en multiplicar cada observación por el peso que le corresponde dentro de la base de datos, seguido de la suma de dicho producto –conocida como suma ponderada- cuyo total se divide entre la suma de los pesos (Paz, 2007), definido por la siguiente ecuación:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i w_i}{\sum_{i=1}^k w_i}$$

Donde:

$\bar{x}$ = media ponderada.

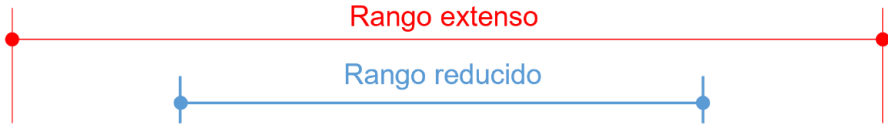
x_i = observaciones totales de la distribución.

w_i = peso o ponderación de los valores que conforman la serie estadística.

Derivado de la aplicación de la media ponderada a la base de datos, se procede a ubicar el valor de neutralidad (Neutralidad), así como los rangos reducidos (-1 DE y +1 DE), y extensos (-2 DE y +2 DE), para cada una de las variables, de acuerdo a los votos de sensación (SA) y preferencia ambiental (PA), en cada uno de los periodos de evaluación (Tabla 27).

Tabla 27.

Ajuste de resultados a partir de la media ponderada, a cada variable ambiental.



El diagrama muestra una escala horizontal con dos líneas de rango. La línea superior, en rojo, se extiende desde un punto rojo a la izquierda hasta un punto rojo a la derecha, etiquetada como 'Rango extenso'. La línea inferior, en azul, se extiende desde un punto azul a la izquierda hasta un punto azul a la derecha, etiquetada como 'Rango reducido'. Las líneas de rango están centradas sobre la columna 'Neutralidad' de la tabla.

($\bar{x}$) Media Ponderada	-2DE (σ)	-1DE (σ)	Neutralidad	+1DE (σ)	+2DE (σ)
Ecuación	$y = 0.47x - 6.45$	$y = 0.49x - 7.89$	$y = 0.50x - 9.30$	$y = 0.51x - 10.62$	$y = 0.51x - 11.81$
r^2	0.9785	0.9908	0.9944	0.9877	0.9698
Neutral	22.0	24.2	26.4	28.6	30.7
Umbral	-4.4	-2.2		2.2	4.3

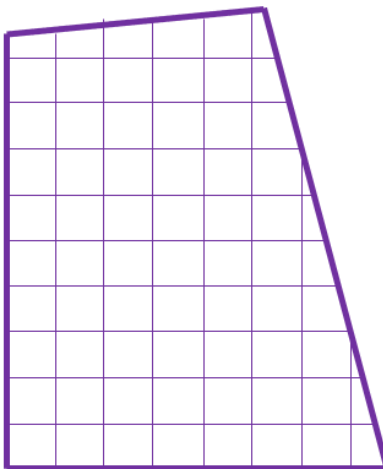
Nota. - Ajuste de resultados para la estimación de sensación térmica de la variable TBS, durante el periodo frío.

El implementar la media aritmética, a la correlación de cada variable ambiental en correspondencia a los votos subjetivos, la determinación de *Neutralidad*, *rangos reducidos* y *extensos*, lo cual a su vez, además de permitir la visualización de la tendencia central, aporta diversos aspectos como la ecuación de la recta, por correlación de la variable ambiental y la estimación del ocupante, además de ubicar el grado de holgura que se presenta entre la ponderación de *Neutralidad*, y dichos valores por *rangos reducidos* y *extensos*, lo cual asume a la amplitud en la estimación de confort, en relación a la magnitud de la variable, además de proveer el coeficiente de determinación (r^2), de los mismos, que tan cercanas se encuentran.

4.4. Conclusión Capítulo IV

Por consiguiente, al aplicar el anterior criterio estadístico por medias ponderadas, adaptado por los recursos que brinda el método MIST, extendido para al resto de variables ambientales, permite la visualización de los indicadores ambientales, por cada periodo estimado, conforme a sus valores de neutralidad, rangos reducidos y extensos, entre otras condiciones como niveles de correlación entre variables, así como la jerarquización de las variables con mayor influencia sobre los votos subjetivos de los usuarios, entre otras condiciones atendidas en el siguiente apartado de resultados.

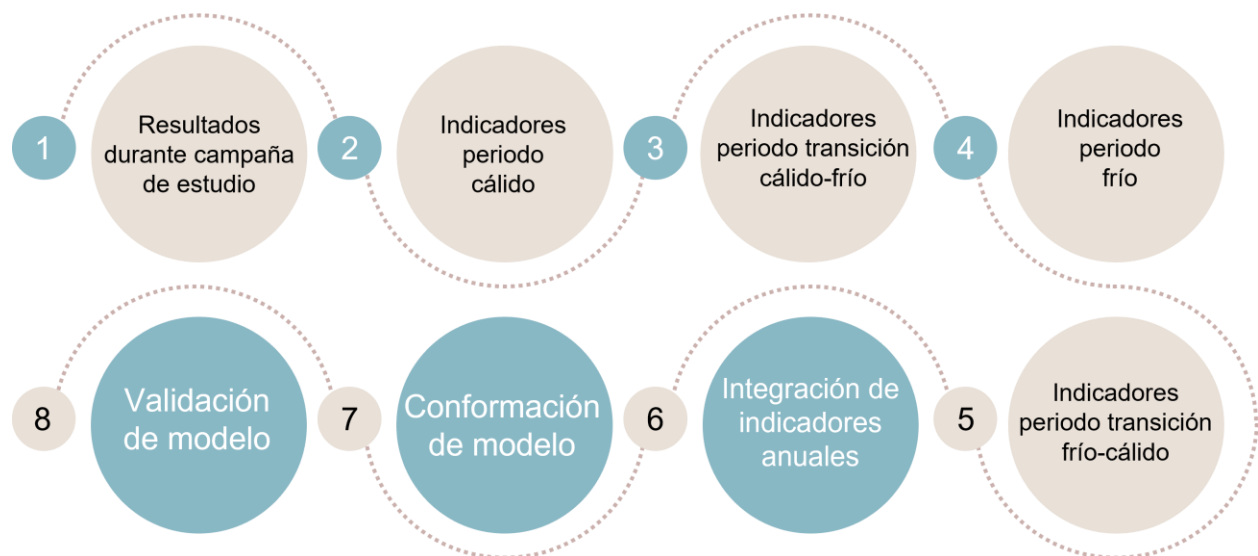
Capítulo V. Resultados



Modelo CAEPA

Los resultados que se muestran a continuación, se encuentran inicialmente relacionados por las valoraciones encontradas durante el desarrollo de la campaña de estudio, posteriormente, al procesamiento de la información, se obtuvieron los indicadores de habitabilidad ambiental de acuerdo a cada periodo estimado por orden de registro en sitio: cálido (julio-agosto), transición cálido-frío (noviembre), frío (enero-febrero) y transición frío-cálido (abril), estos periodos fueron comprendidos durante las fechas de julio 2023, hasta todo el mes de abril 2024, elementos que posibilitaron la identificación de indicadores por percepción y conforme a la preferencia de los ocupantes, correlacionados por las variables ambientales y meteorológicas, que dieron pauta al diseño de una propuesta de configuración del modelo de confort ambiental, para una posterior validación del modelo conforme a los criterios de autores destacados y modelos e índices vigentes en el ámbito de investigaciones relacionadas a los estudios de confort ambiental, proceso descrito a continuación (Figura 80).

Figura 80.
Contenido de capítulo V.



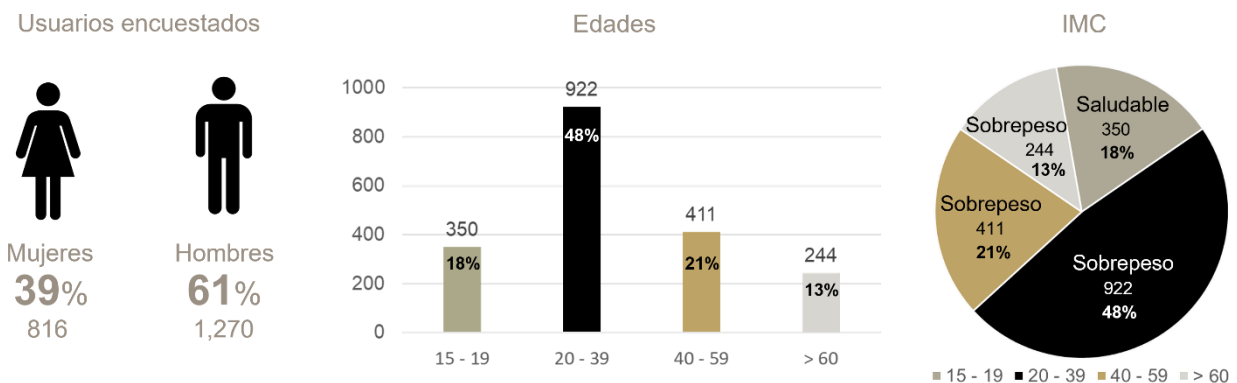
En consecuencia, se presentan una síntesis de los resultados obtenidos durante la campaña de estudio, en el espacio público “Plazuela Obregón”, ubicada en la zona centro de la ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa.

5.1. Características de Campaña de Estudio

Como introducción al contexto en el cual se obtuvieron los indicadores ambientales, se muestra el compendio de resultados expresados de forma anual, respecto a los cuestionarios implementados a los ocupantes del espacio público, durante la campaña de estudio de julio 2023 al mes de abril 2024.

En primera instancia, se identifica una mayor presencia de ocupantes hombres (61.0 %) en el espacio público, en comparación a las mujeres (39.0 %), mientras que adicionalmente los ocupantes tuvieron predominantemente una edad entre 20 a 39 años (48.0 %), le siguieron ocupantes con edades entre 40 a 59 años (21.0 %), luego de jóvenes entre 15 y 19 años (18.0 %), para cerrar con una menor pero significativa presencia de adultos de tercera edad mayores a 60 años (13.0 %), sin embargo la mayoría de los ocupantes presentan un IMC con sobrepeso y solo los jóvenes, presentaron una condición saludable (Figura 81).

Figura 81.
Clasificación de usuarios encuestados, edades e IMC.



Por otra parte, la actividad predominante por los ocupantes fue pasiva (91.4 %), en comparación de un nivel moderado (8.6 %) y un nulo registro de actividad intensa (0.0 %), por lo cual denota la condición de actividad de estancia, convivencia y actividad ligera por parte de los sujetos en la Plazuela (ver niveles metabólicos por actividad física en Apéndice II. Marco Normativo. Cuadro 8); mientras que el nivel de arropamiento, en tres de los periodos de estudio, cálido y transiciones cálido-frío y frío-cálido, fue ligero (0.37 Clo), al ser el periodo frío,

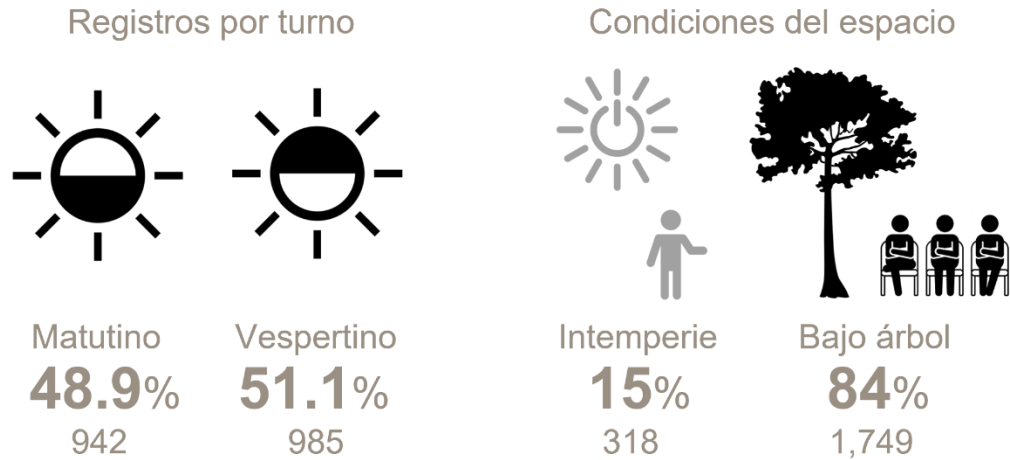
el único en el cual los usuarios mostraron una condición abrigada (1.05 Clo) (Figura 82), como se desglosó en el Apéndice II. Marco Normativo (Cuadro 2).

Figura 82.
Actividad predominante en Plazuela y nivel de arropamiento.



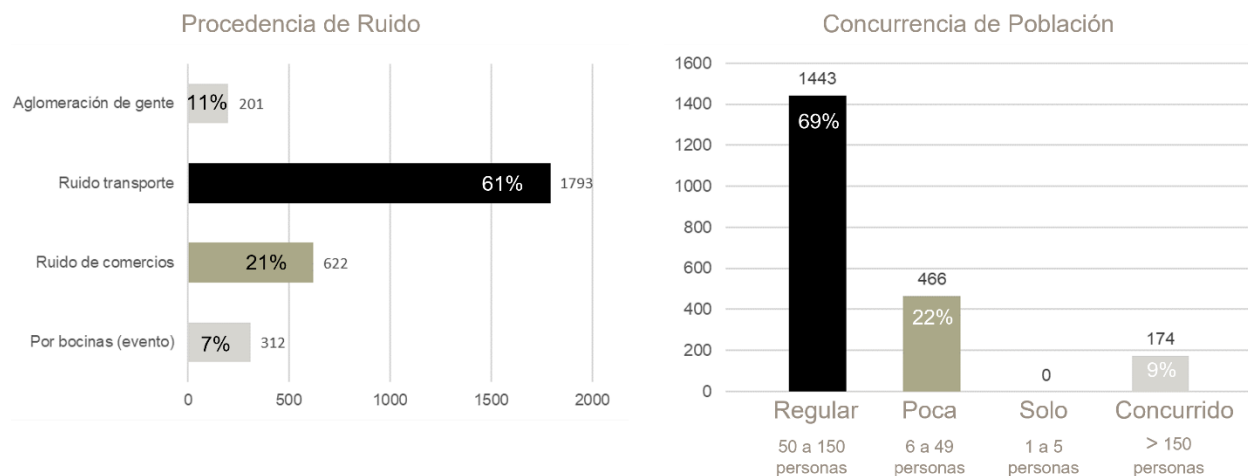
A su vez, los registros visualizados por los turnos horarios durante la campaña de estudio, se mostraron equitativos entre mañana (942 muestras) y tarde (985 muestras), lo cual demuestra una consistencia por parte de la eficacia en la planeación operativa en el sitio al aplicar las consultas, mientras que igualmente se aprecia que éstas, se realizaron mayormente bajo la sombra de un árbol 84.0 % (1,749 observaciones), seguido de consultas a la intemperie 15.0 % (318 observaciones), (Figura 83) lo cual denota la buena proporción de sombra que brinda la fronda del arbolado en la “Plazuela Obregón”, como se apreció en el proceso de levantamiento del sitio de estudio, desglosado en el Apéndice VI. Caracterización Física del Objeto de Estudio (pág. xlv).

Figura 83.
Horarios de registro ambiental y condiciones de encuesta.



Para finalizar las apreciaciones respecto a las condiciones del levantamiento de cuestionarios a los ocupantes, quienes identificaron la procedencia de la mayor parte del ruido generado por el transporte motorizado (61.0 %) que circula por una de las principales avenidas de la ciudad, lo cual justifica esta condición, seguido del ruido generado por los comercios en la Plazuela y sus alrededores (21.0 %), y en una menor parte, por la aglomeración de la gente (11.0 %) y bocinas de algún evento en turno (7.0 %), por lo cual, resulta coincidente respecto al nivel de ocupación del espacio público, con una afluencia *regular*, entre 50 a 150 personas (69.0 %), seguido de una *poca confluencia* entre 6 a 49 personas (22.0 %), una baja frecuencia de *muy concurrido* (9.0 %) el espacio y una nula apreciación de *soledad* (0.0 %) el espacio durante el ejercicio de registro ambiental (Figura 84).

Figura 84.
Procedencia del ruido y nivel de concurrencia en espacio público.



De tal manera que, se ubica una predominante presencia de caballeros tanto en la “Plazuela Obregón”, por lo tanto en los registros de encuestados, en comparación a la consulta a mujeres, individuos que se ubicaron mayormente en una edad entre 20 y 39 años, lo cual insinúa una factible madurez en la indicación de las respuestas, quienes además presentan una condición de IMC en sobre peso, criterios metabólicos estimados en diversos estudios de confort, aspectos complementados a la visualización en los niveles de actividad de los ocupantes principalmente pasivas 91.4 % (1,905 observaciones), con implicaciones en bajos niveles de gasto metabólico 75 W/m², quienes adoptan niveles de arropamiento ligeros (0.37 Clo), durante tres de los periodos de estudio, cálido, transición cálido-frío y frío cálido, al destacar únicamente un nivel de arropamiento *abrigado* (1.05 Clo), durante el periodo frío, lo cual representa una consistencia de las apreciaciones respecto a los periodos en que se efectuaron las consultas.

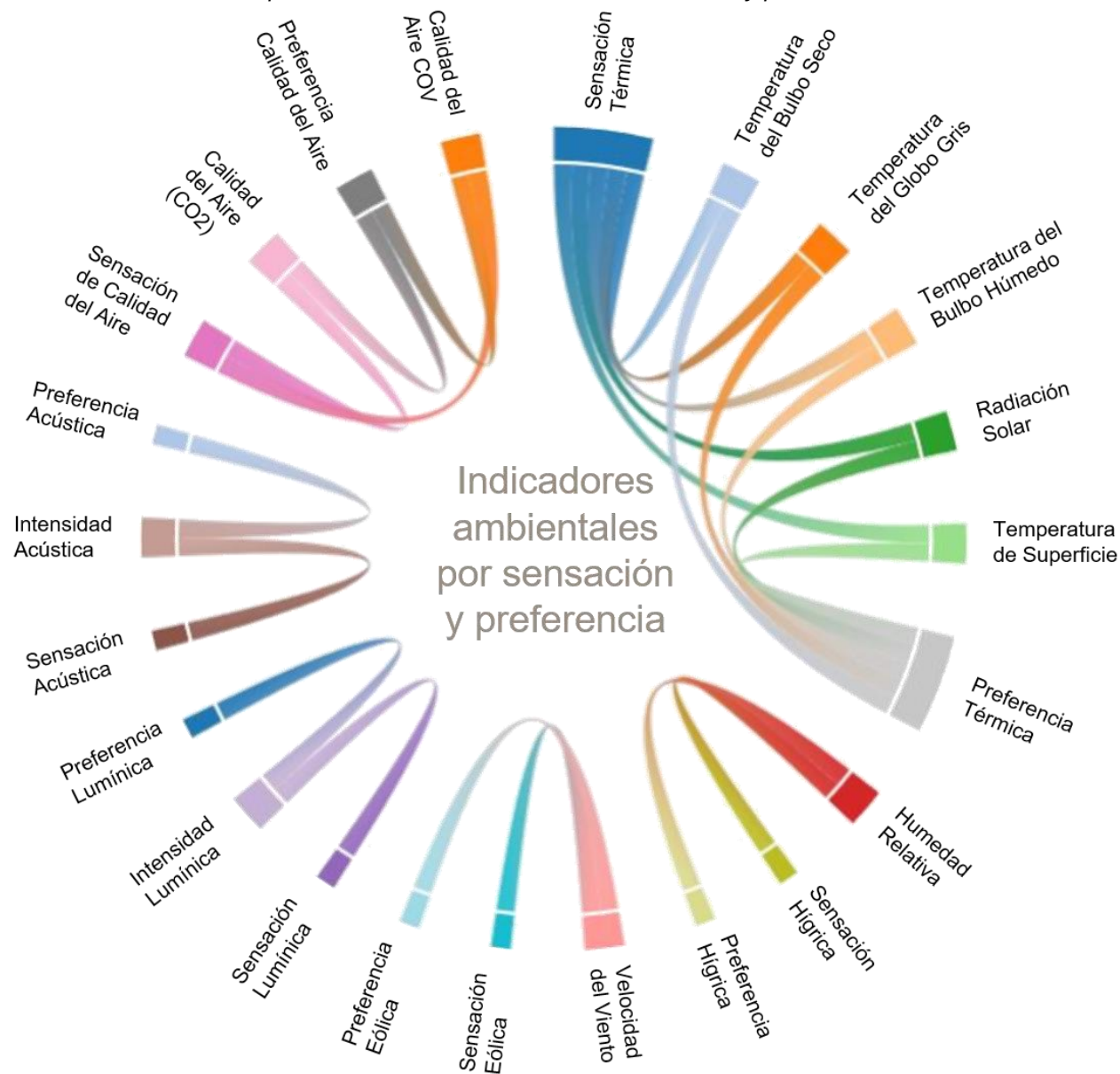
5.2. Indicadores Ambientales

Ahora bien, derivado de la recolección de información en campo, se aprecia una predominante presencia de cinco variables del ambiente térmico TBS, TGg, TBH, Ts; mientras que, para el indicador higríco solo será relaciona por la variable HR; respecto a indicadores eólicos, es estimada por la variable Vv; en relación a indicadores acústicos, se encuentran

estimados por la IA; para indicadores lumínicos, IL; y para finalizar con indicadores de calidad del aire por dióxido de carbono (CA CO₂) y calidad del aire por compuestos orgánicos volátiles (CA COV), (Figura 85).

Figura 85.

Relación de indicadores por variable estimada, conforme a sensación y preferencia.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Cabe señalar que, la delimitación de las anteriores correlaciones entre variables por su correspondiente indicador, atiende primordialmente a criterios de representatividad en las valoraciones de confort ambiental de los ocupantes, así como el nivel de precariedad en

implicaciones de salud y para efectos de puntualizar el volumen de información obtenida a partir de dichas correlaciones, por lo cual se reconoce la posibilidad de extender el nivel descriptivo de los resultados, sin embargo, se acota a los alcances a continuación mostrados.

5.2.1. Indicadores de Habitabilidad – Periodo Cálido

A continuación, se describen los registros obtenidos de acuerdo al método MIST, acorde a los indicadores estimados durante el periodo cálido (julio a agosto 2023), los cuales consistieron en: térmicos, hídricos, eólicos, lumínicos, acústicos y calidad del aire.

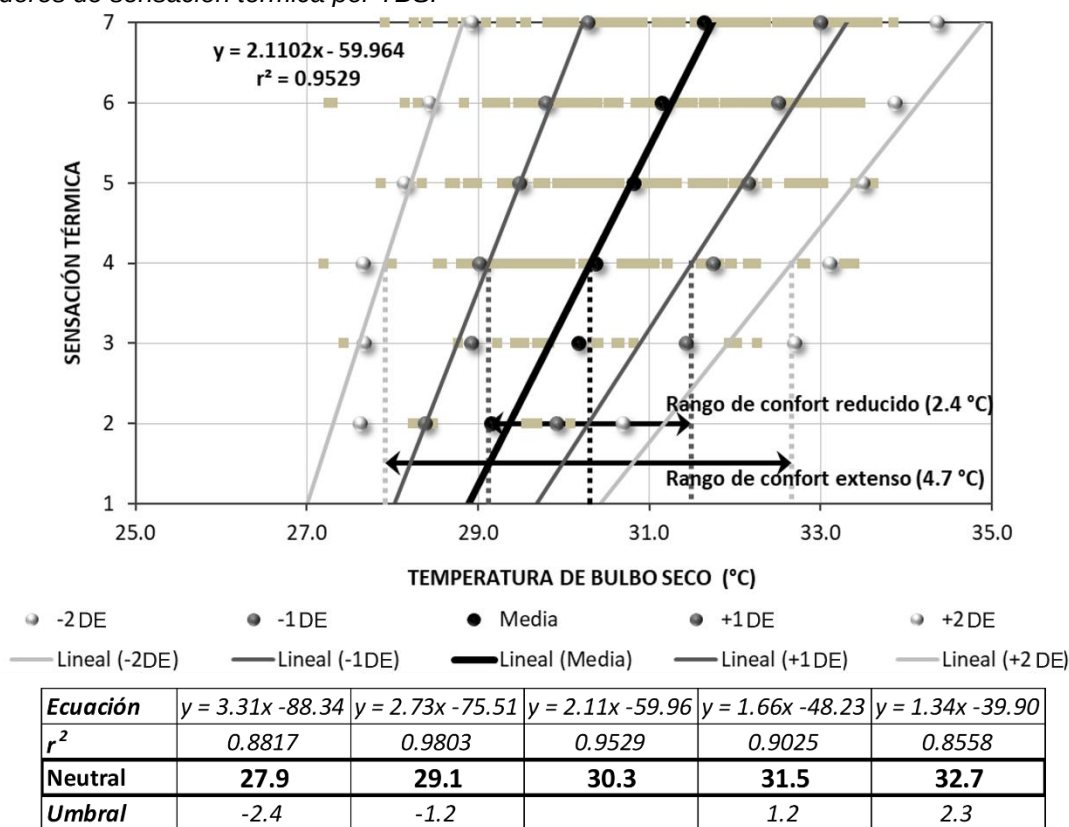
5.2.1.1. Indicadores Térmicos

Las variables estimadas para los diversos indicadores señalados de confort térmico, fueron relacionadas conforme a la estimación y preferencia térmica de los ocupantes, las cuales son: Temperatura del Bulbo Seco (TBS), Temperatura del Globo Gris (TGg), Temperatura del Bulbo Húmedo (TBH), y Temperatura de Superficie (Tsrf).

Temperatura del Bulbo Seco (TBS) – Sensación Térmica

La percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBS durante el periodo cálido, se valoró de acuerdo a 434 muestras (165 mujeres, 269 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica de 30.3 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9529, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 29.1 °C (-1 DE) y 31.5 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 2.4 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 27.9 °C (-2 DE) y 32.7 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 4.7 °C (Figura 86).

Figura 86.
Indicadores de sensación térmica por TBS.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (411) se encuentran entre una percepción de *neutralidad* (categoría 4) hacia *mucho calor* (categoría 7) principalmente, confirmado por las líneas de regresión que señalan una amplitud más significativa en condiciones de sobrecalentamiento entre temperaturas de 32.7 °C a 34.9 °C, lo cual asume un mayor rango de adaptación por parte de los ocupantes en condiciones cálidas, equivalentes a una oscilación de 2.2 °C, en contraparte a condiciones de menor temperatura las cuales asumen una mayor claridad de percepción de frescura por parte de los ocupantes, al apreciarse entre temperaturas de 27.0 °C a 27.9 °C, con un rango de amplitud reducido de 0.9 °C.

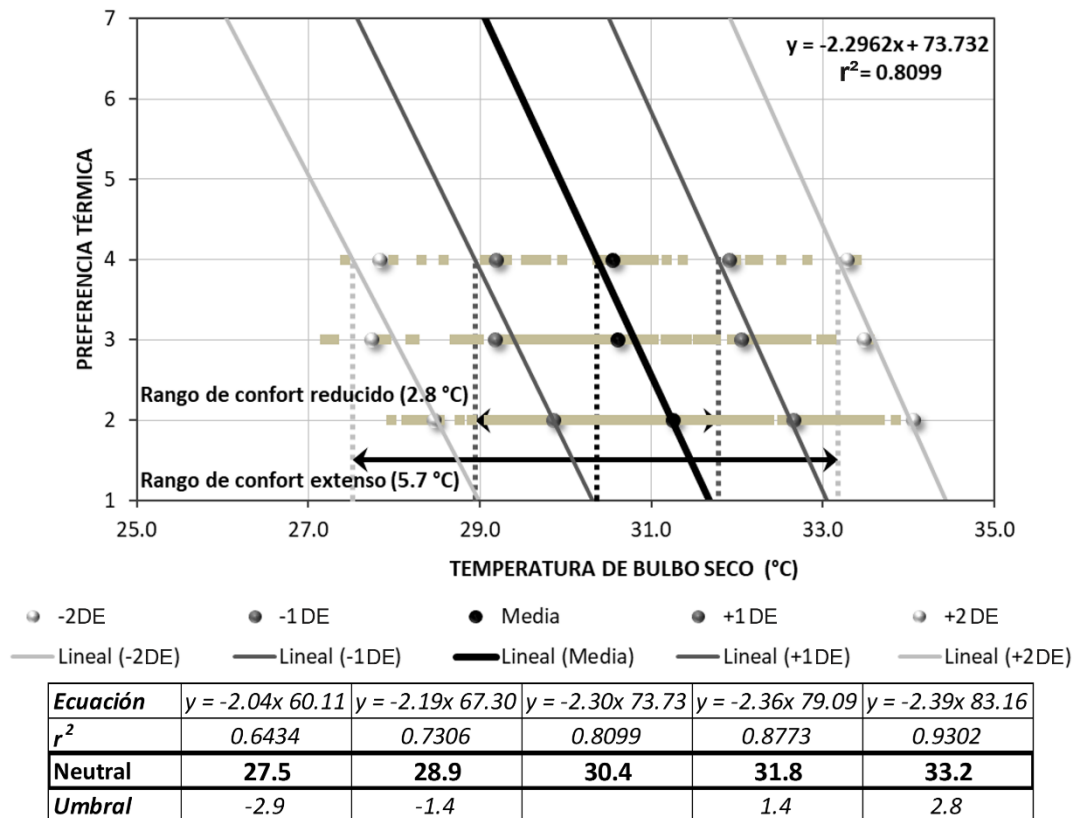
Por lo tanto, de las 434 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de TBS, 363 valoraciones (84.0 %) se encontraron en los rangos de confort estimados entre 27.9 °C y 32.7 °C, mientras que 66 valoraciones (16.0 %) perciben algo de calor a calor

en temperaturas que oscilan de 32.7 °C a 34.1 °C, y solo 5 muestras (0.0 %) se ubican en estimaciones de algo de frío a frío en temperaturas de 27.0 °C a 27.9 °C.

Temperatura del Bulbo Seco (TBS) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBS, fue valorada de acuerdo a votos de confort superiores al 5.0 %, equivalente a 395 muestras (149 mujeres, 246 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra en 30.4 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.8099, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 28.9 °C (-1 DE) y 31.8 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 2.8 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 27.5 °C (-2 DE) y 33.2 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 5.7 °C (Figura 87).

Figura 87.
Indicadores de preferencia térmica por TBS.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

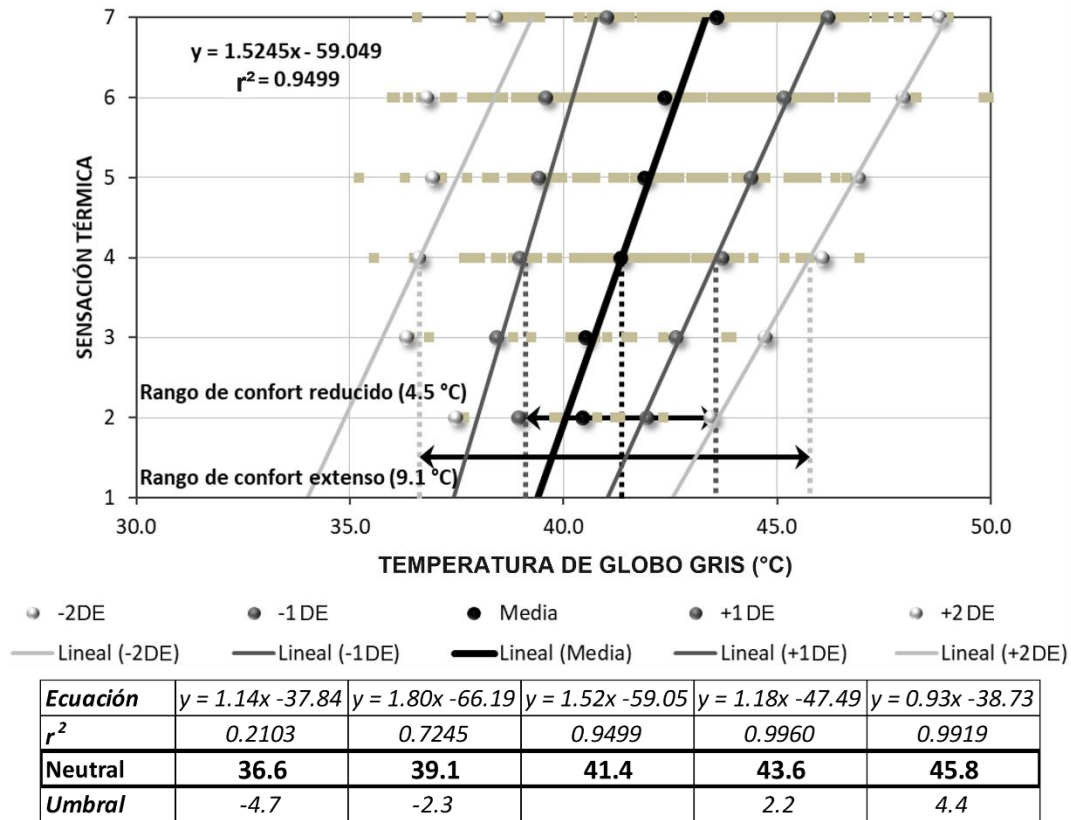
Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que la totalidad de las valoraciones (395) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4) hacia *más fresco* (categoría 2) principalmente, adicionalmente las líneas de regresión señalan prácticamente una tendencia equidistante entre las diversas escalas de preferencia térmica, hacia un rango reducido entre los 28.9 °C y 31.8 °C, acorde a una oscilación de 2.8 °C, mientras en un rango extenso comprendido entre temperaturas de 27.5 °C a 33.2 °C, lo cual marca un espectro de preferencia por adaptación térmica de los ocupantes de 5.7 °C.

En este sentido, de acuerdo a los valores de preferencia térmica estimados anteriormente y conforme a los registros en campo durante el periodo cálido, de las 395 muestras, 369 valoraciones (93.0 %) se encontrarían en una preferencia térmica sin cambio entre 27.5 °C y 33.2 °C, mientras que solo 4 observaciones (1.0 %), preferirían un poco más de calor, en contraparte a 22 valoraciones (6.0 %), que prefieren condiciones desde un poco más fresco a más fresco.

Temperatura de Globo Gris (TGg) – Sensación Térmica

Por otra parte, la percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TGg durante el periodo cálido, se valoró de acuerdo a 434 muestras (165 mujeres, 269 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica de 41.4 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9499, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 39.1 °C (-1 DE) y 43.6 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 4.5 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 36.6 °C (-2 DE) y 45.8 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 9.1 °C (Figura 88).

Figura 88.
Indicadores de sensación térmica por TGg.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (411) se encuentran entre una percepción de *neutralidad* (categoría 4) hacia *mucho calor* (categoría 7) principalmente, sin embargo las líneas de regresión señalan una amplitud más significativa en condiciones de sobrecalentamiento que se ubican entre temperaturas de 45.8 °C a 49.0 °C, lo cual asume un mayor rango de adaptación por parte de los ocupantes en condiciones cálidas, equivalentes a una oscilación de 3.2 °C, en contraparte a condiciones de menor temperaturas las cuales asumen una mayor claridad de percepción de frescura por parte de los ocupantes, al apreciarse entre temperaturas de 34.0 °C a 36.6 °C, con un rango de amplitud reducido de 2.6 °C.

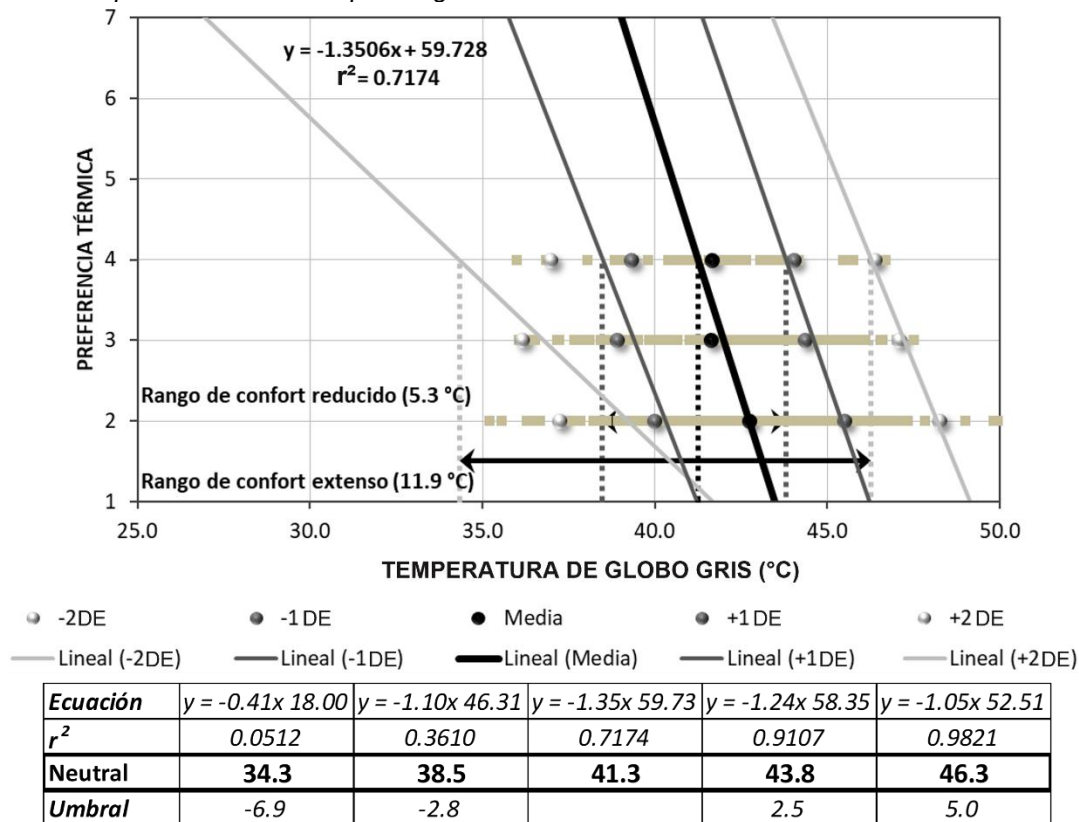
Por lo tanto, de las 434 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de TGg, 376 valoraciones (87.0 %) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 36.6 °C y 45.8 °C, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort térmico,

mientras que 45 estimaciones (10.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir algo de calor a mucho calor en temperaturas que oscilan de 45.8 °C a 49.0 °C, y solo 9 observaciones (2.0 %) comprenden estimaciones hacia algo de frío a frío en temperaturas de 34.9 °C a 36.6 °C.

Temperatura de Globo Gris (TGg) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TGg, fue valorada de acuerdo a votos de confort superiores al 5.0 %, equivalente a 395 muestras (149 mujeres, 246 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra en 41.3 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.7174, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 38.5 °C (-1 DE) y 43.8 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 5.3 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 34.3 °C (-2 DE) y 46.3 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 5.7 °C (Figura 89).

Figura 89.
Indicadores de preferencia térmica por TGg.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

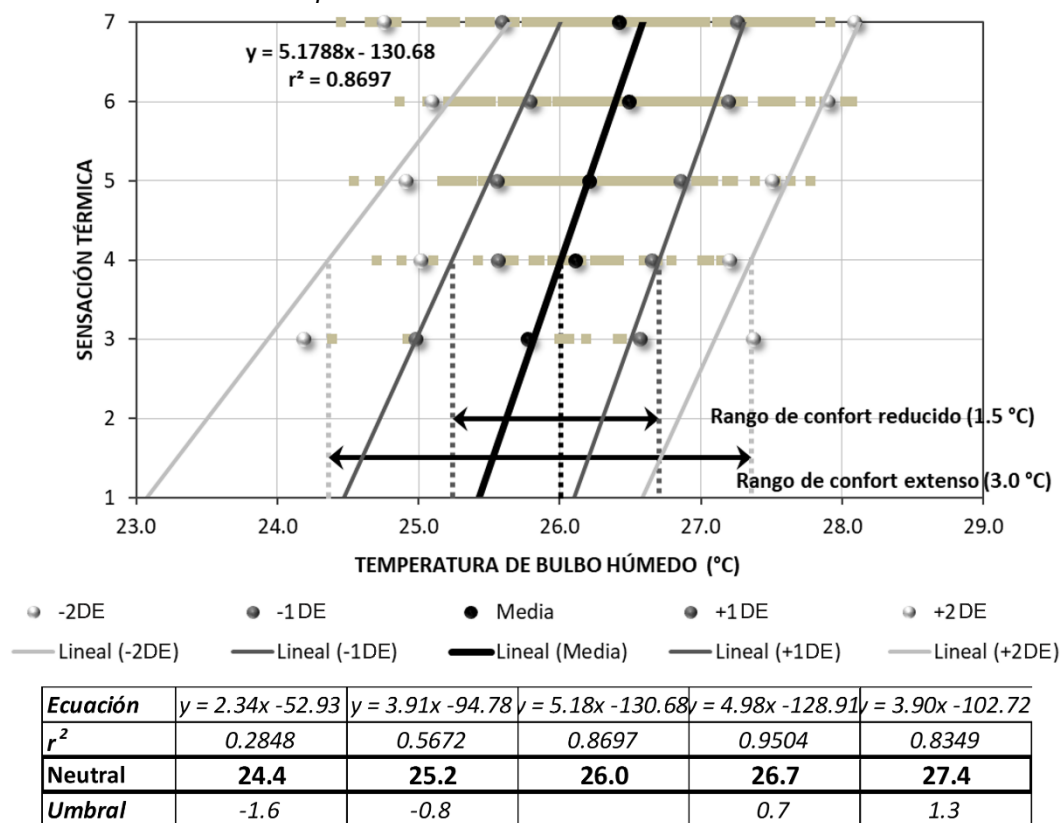
Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que la totalidad de las valoraciones (395) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4) hacia *más fresco* (categoría 2) principalmente, adicionalmente las líneas de regresión señalan prácticamente una tendencia equidistante entre las diversas escalas de preferencia térmica, con excepción de la línea de regresión -2 DE, la cual además resulta de las menos inconsistentes con un coeficiente de determinación nulo (0.0512).

En este sentido, de las 395 muestras, solo 39 de ellas expresaron preferir una condición sin cambio, en contraparte a 356 valoraciones que prefieren una mayor sensación de frescura. Ahora bien, una vez ubicado el rango de neutralidad respecto a la preferencia térmica entre 27.5 °C y 33.2 °C, resulta significativo señalar que 369 de las apreciaciones (93.0 %), se encontrarían dentro de este rango, mientras que solo 4 observaciones (1.0 %), preferirían un poco más de calor, en contraparte a 22 valoraciones (6.0 %), que prefieren condiciones de un poco más fresco a más fresco.

Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH) – Sensación Térmica

Por otra parte, la percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBH durante el periodo cálido, se valoró de acuerdo a 369 muestras (141 mujeres, 228 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica en 26.0 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.8697, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 25.2 °C (-1 DE) y 26.7 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 1.5 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 24.4 °C (-2 DE) y 27.4 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 3.0 °C (Figura 90).

Figura 90.
Indicadores de sensación térmica por TBH.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (362) se encuentran entre una percepción de *neutralidad* (categoría 4) hacia *mucho calor* (categoría 7) principalmente, sin embargo a partir de temperaturas registradas entre 27.5 °C a 28.1 °C, asume un rango de percepción de los ocupantes en condiciones cálidas, equivalentes a una oscilación de 0.6 °C, en contraparte a condiciones de menor temperaturas las cuales asumen una mayor claridad de percepción de frescura por parte de los ocupantes, al apreciarse entre temperaturas de 23.2 °C a 24.4 °C, con un rango de amplitud reducido de 1.2 °C.

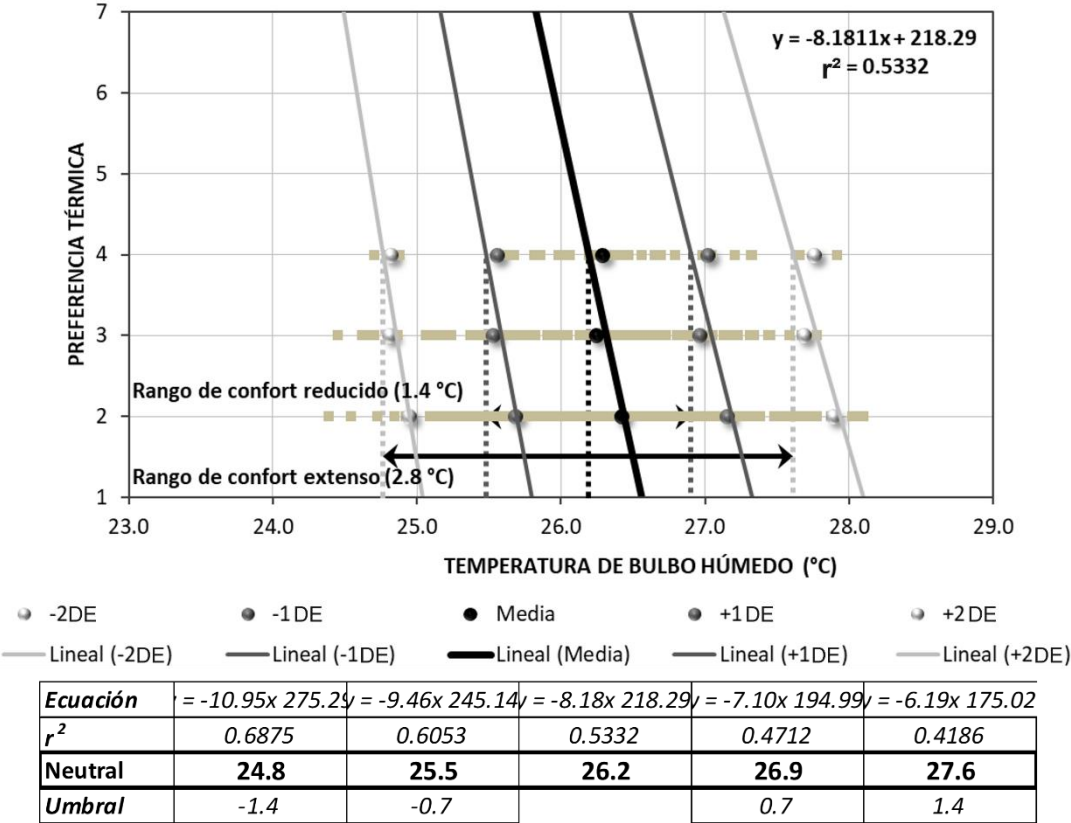
Por lo tanto, de las 369 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de TBH, 337 valoraciones (91.0 %) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 24.4 °C y 27.4 °C, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort térmico, mientras que 31 estimaciones (9.0 %) se encontrarían en

condiciones de percibir algo de calor a mucho calor en temperaturas que oscilan de 27.4 °C a 28.1 °C, y solo 1 voto (0.0 %) estimaría algo de frío en temperaturas de 23.9 °C y 24.4 °C.

Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBH, fue valorada de acuerdo a votos de confort superiores al 5.0 %, equivalente a 395 muestras (149 mujeres, 246 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra en 26.2 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.5332, el cual demuestra un mediano nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 25.5 °C (-1 DE) y 26.9 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 1.4 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 24.8 °C (-2 DE) y 27.6 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 2.8 °C (Figura 91).

Figura 91.
Indicadores de preferencia térmica por TBH.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

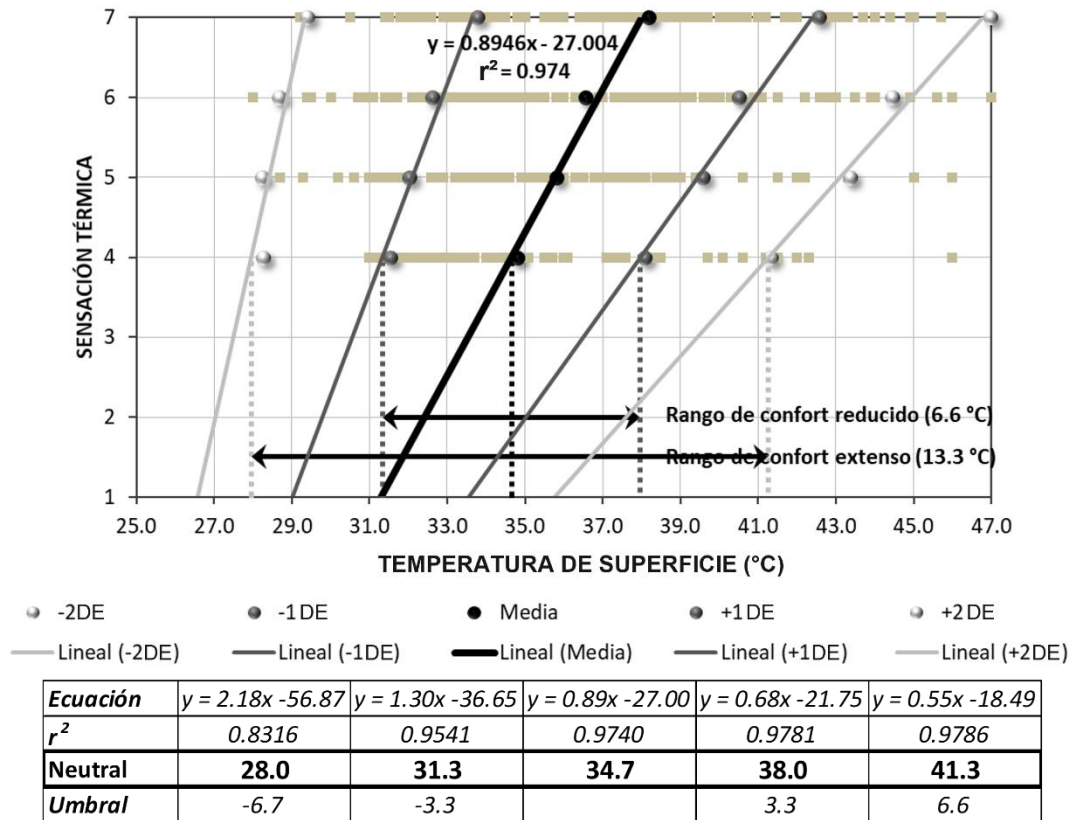
Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que la totalidad de las valoraciones (395) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4) hacia *más fresco* (categoría 2) principalmente, adicionalmente las líneas de regresión señalan prácticamente una tendencia equidistante entre las diversas escalas de preferencia térmica, hacia un rango reducido entre los 25.5 °C y 26.9 °C, acorde a una oscilación de 1.4 °C, mientras en un rango extenso comprendido entre temperaturas de 24.8 °C a 27.6 °C, lo cual marca un espectro de preferencia por adaptación térmica de los ocupantes de 2.8 °C.

En este sentido, de las 395 muestras, 370 de ellas (95.0 %) expresaron preferir una condición sin cambio, por lo tanto, se encontrarían dentro de este rango de neutralidad respecto de preferencia térmica entre 24.8 °C y 27.6 °C, en contraparte a 12 valoraciones (3.0 %) que prefieren una mayor sensación de frescura, mientras que solo 7 observaciones (2.0 %), preferirían un poco más de calor.

Temperatura en superficie (Ts) – Sensación Térmica

La percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Ts durante el periodo cálido, se valoró de acuerdo a votos de confort superiores al 5.0 %, equivalente a 453 muestras (171 mujeres, 282 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica por temperatura en superficie de 34.7 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9740, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 31.3 °C (-1 DE) y 38.0 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 6.6 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 28.0 °C (-2 DE) y 41.3 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 13.3 °C (Figura 92).

Figura 92.
Indicadores de sensación térmica por Ts.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la totalidad de las valoraciones (453) se encuentran entre una percepción de *neutralidad* (categoría 4) hacia *mucho calor* principalmente, sin embargo las líneas de regresión expresan una divergencia más significativa en condiciones de sobrecalentamiento (categoría 7) que se ubican entre temperaturas de 29.2 °C a 46.8 °C, lo cual asume un mayor rango de adaptación por parte de los ocupantes en condiciones de una temperatura superficial cálida, equivalentes a una oscilación de 17.6 °C, en contraparte a condiciones de menor temperaturas las cuales asumen una mayor claridad de percepción de frescura (categoría 1) cuando la temperatura de las superficies se encuentran entre temperaturas de 26.6 °C a 35.8 °C, con un rango de amplitud reducido de 9.2 °C.

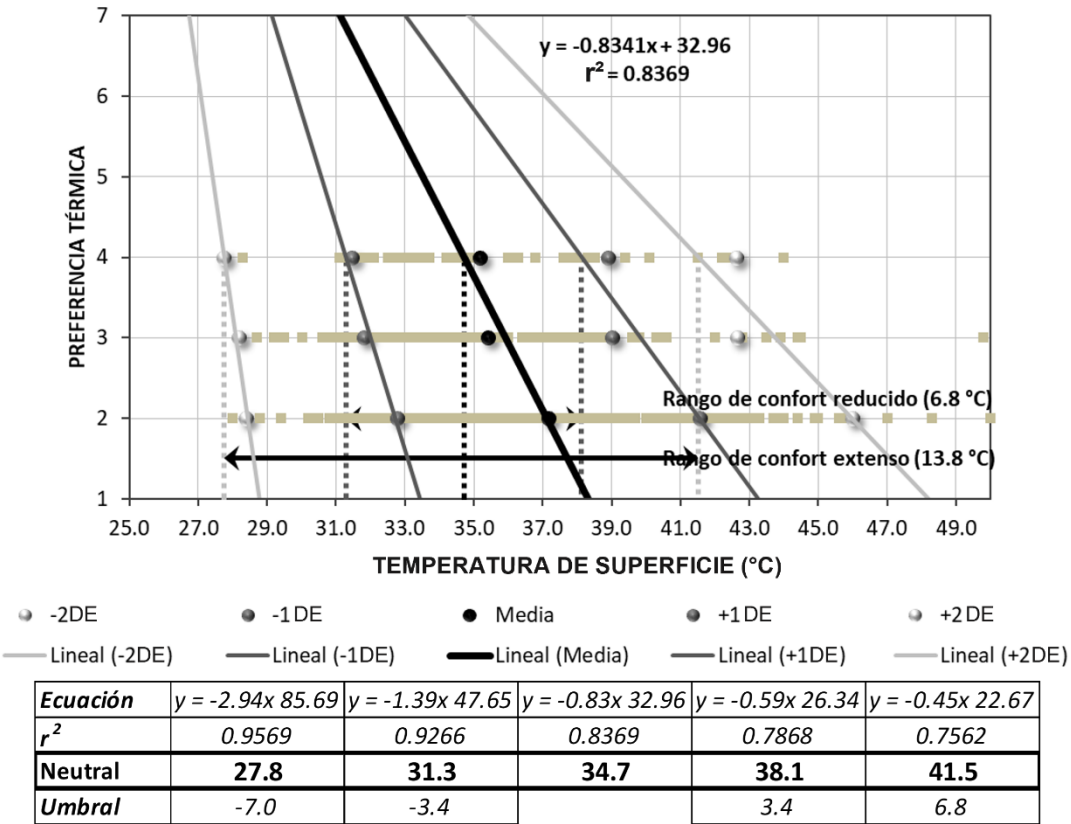
Por lo tanto, de las 453 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de Ts, 397 valoraciones (88.0 %) se encontraron en los rangos de confort estimados entre 28.0 °C y 41.3 °C,

mientras que 51 valoraciones (12.0 %) se encontrarían percibiendo algo de calor a mucho calor en temperaturas que oscilan de 41.3 °C a 46.8 °C, y solo 1 voto (0.0 %) estaría considerando algo de frío en temperaturas de 27.5 °C a 28.0 °C.

Temperatura en superficie (Ts) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Tsrf, fue valorada de acuerdo a votos de confort superiores al 5.0 %, equivalente a 435 muestras (162 mujeres, 273 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra cuando la superficie se encuentra en 34.7 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.8369, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 31.3 °C (-1 DE) y 38.1 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 6.8 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 27.8 °C (-2 DE) y 41.5 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 13.8 °C (Figura 93).

Figura 93.
Indicadores de preferencia térmica por Ts.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

De tal manera que, la anterior gráfica permite interpretar que la totalidad de las valoraciones (435) perciben entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4) hacia *más fresco* (categoría 2) principalmente, adicionalmente las líneas de regresión señalan una tendencia convergente en preferir algo de más calor a más calor entre los 26.8 °C y 34.9 °C, acorde a una oscilación de 8.1 °C, mientras la mayoría preferiría temperaturas de 28.8 °C a 41.3 °C, lo cual marca un espectro de preferencia por adaptación térmica de los ocupantes de 13.5 °C.

En este sentido, de las 435 muestras, y al haber identificado un rango de confort térmico previamente entre temperaturas de 27.8 °C a 41.5 °C, 384 de las valoraciones (88.0 %) registradas, se encuentran en una condición sin cambio, en contraparte a un resto de 50 estimaciones (11.0 %) que prefieren una condición de un poco más fresco a mucho más fresco, mientras que ninguna observación (0.0 %), preferiría algo de calor.

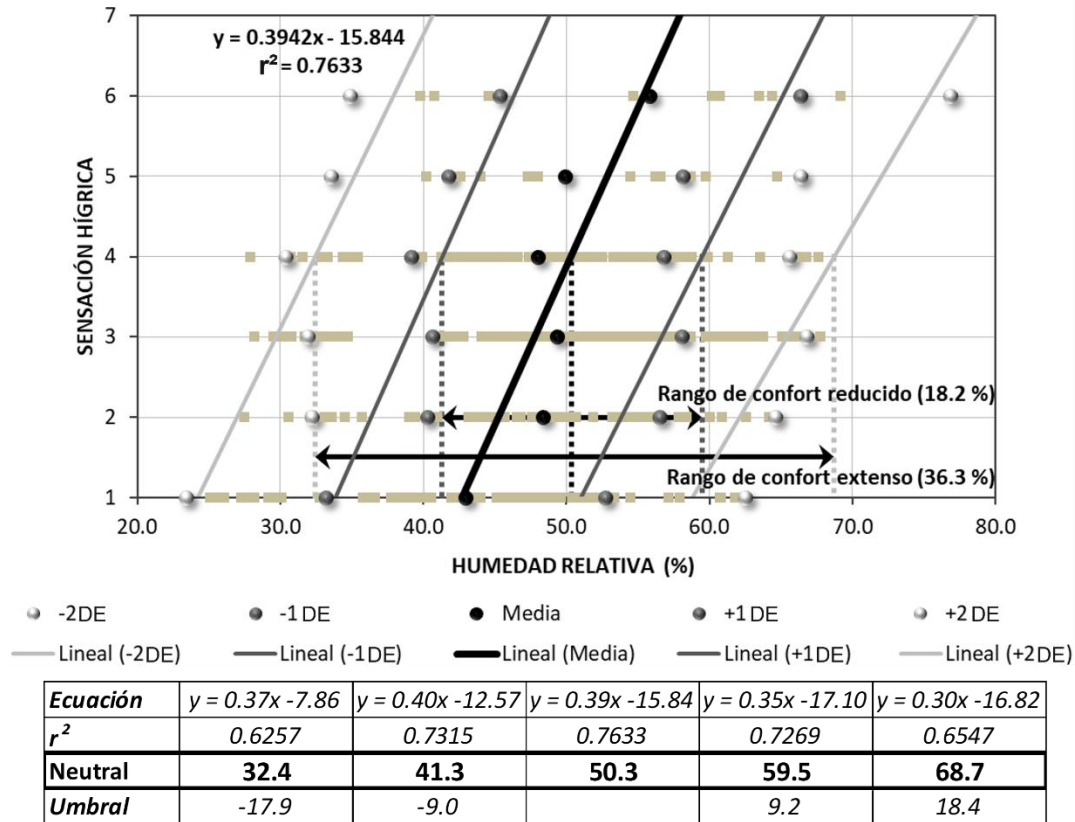
5.2.1.2. Indicadores Hígricos

La variable estimada para apreciar el indicador hídrico, fue la humedad relativa (HR), acorde a la estimación y preferencia hídrica de los ocupantes.

Humedad relativa (HR) – Sensación hídrica

Por otra parte, la percepción hídrica de los ocupantes de acuerdo a la variable de HR durante el periodo cálido, se valoró de acuerdo a 382 muestras (145 mujeres, 237 hombres) al haber descartado datos atípicos (19.9 %, 95 opiniones), se estimó una condición de neutralidad hídrica en 50.3 %, conforme a un coeficiente de determinación de 0.7633, el cual demuestra un nivel de correlación medio, con un rango de confort hídrico reducido entre los 41.3 % (-1 DE) y 59.5 % (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 18.2 %, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 32.4 % (-2 DE) y 68.7 % (+2 DE), equivalente a una amplitud de 36.3 % (Figura 94).

Figura 94.
Indicadores de sensación higrca por HR.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Ahora bien, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (358) se encuentran entre una percepción de *neutralidad* (categoría 4) hacia *muy húmedo* (categoría 1), sin embargo las líneas de regresión señalan que, los ocupantes encuentran como condiciones de algo seco a muy seco, a partir de porcentajes de humedad relativa en el ambiente entre 68.7 % a 76.8 °C, lo cual infiere una distorsión entre la estimación higrca, puesto que a pesar de encontrarse en condiciones de humedades medianamente altas, el ocupante las considera como secas o muy secas, por consecuencia, cuando se presenta una humedad relativa entre 23.5 % y 58.0 % estas son apreciadas como condiciones de algo de humedad a muy húmedo.

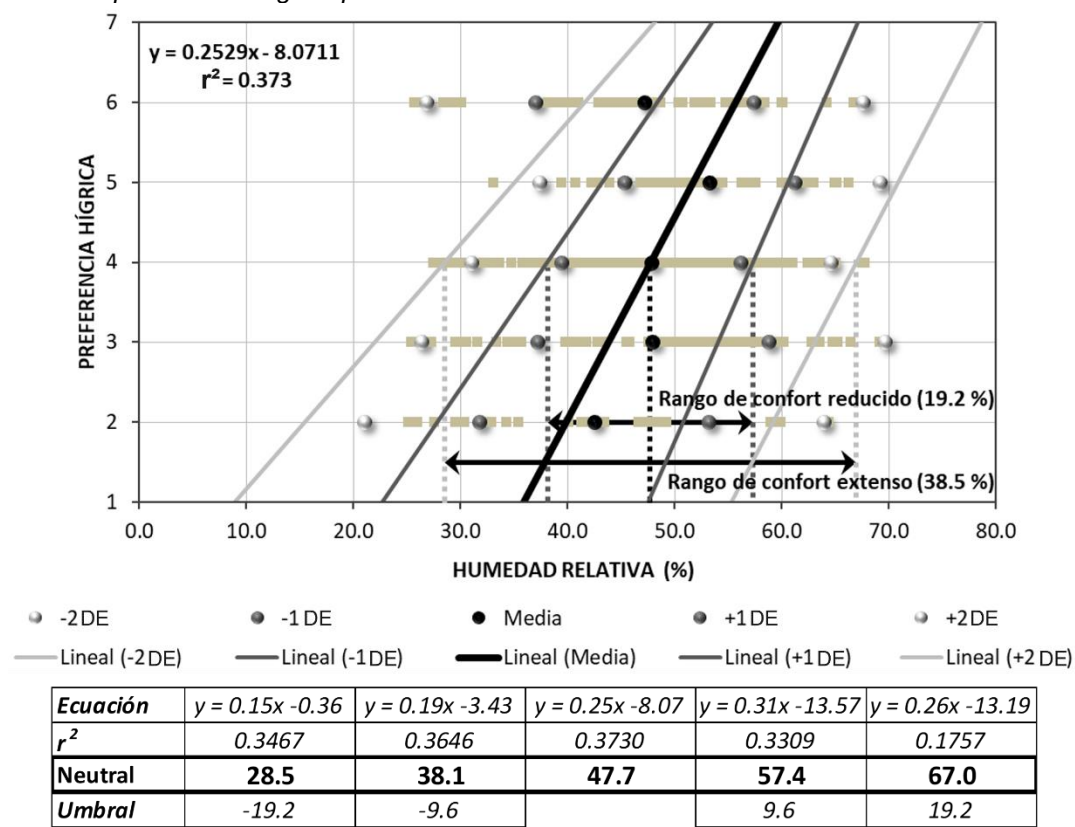
Por lo tanto, de las 382 muestras, conforme al registro de sensación higrca por la variable de HR, 351 valoraciones (92.0 %) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 32.4 % y 68.7 %, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort higrco, mientras que 30 estimaciones (8.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir

algo de humedad a muy húmedo, en porcentajes de humedades de 24.2 % y 32.4 %, y solo 1 observación (0.0 %) consideraría condiciones algo secas, en parámetros de 68.7 % y 72.0 %.

Humedad relativa (HR) – Preferencia higríca

Por otra parte, la preferencia higríca de los ocupantes de acuerdo a la variable de HR, sí es objetiva en relación a su magnitud higríca, esta fue valorada de acuerdo a la omisión de datos atípicos, equivalente a 378 muestras (142 mujeres, 236 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia higríca neutra en 47.8 %, conforme a un coeficiente de determinación de 0.3730, el cual demuestra un bajo nivel de correlación, con un rango de preferencia higríca reducida entre los 38.1 % (-1 DE) y 57.4 % (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 19.2 %, mientras que, para un rango de preferencia higríca extendida oscila entre los 28.5 % (-2 DE) y 67.0 % (+2 DE), equivalente a una amplitud de 38.5 % (Figura 95).

Figura 95.
Indicadores de preferencia higríca por HR.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, se identifica una ubicación equitativa entre los votos de preferencia higríca entre valoraciones desde *más seco* (108, categoría 6) a *más húmedo* (100, categoría 2), por lo cual el comportamiento de las líneas de regresión señalan una tendencia equidistante, donde una humedad relativa entre 9.0 % y 28.5 %, expresará una preferencia entre *un poco más húmedo* a *más húmedo*, mientras que por otra parte, cuando la humedad se encuentra entre 67.5 % y 78.0 %, será preferible un poco *más seco* a *mucho más seco*.

En este sentido, de las 378 muestras, 359 de ellas (95.0 %) se encontrarían en una condición de preferencia higríca sin cambio, al encontrarse en las condiciones de preferencia térmica anteriormente señaladas entre 28.5 % y 67.0 %, mientras que por otra parte 16 estimaciones (4.0 %) consideran los mismos términos, un poco más de humedad entre valores de 22.0 % y 28.5 %, y solo 3 observaciones (1.0 %), preferirían un poco más seco el ambiente, entre 67.0 % y 70.9 % de HR.

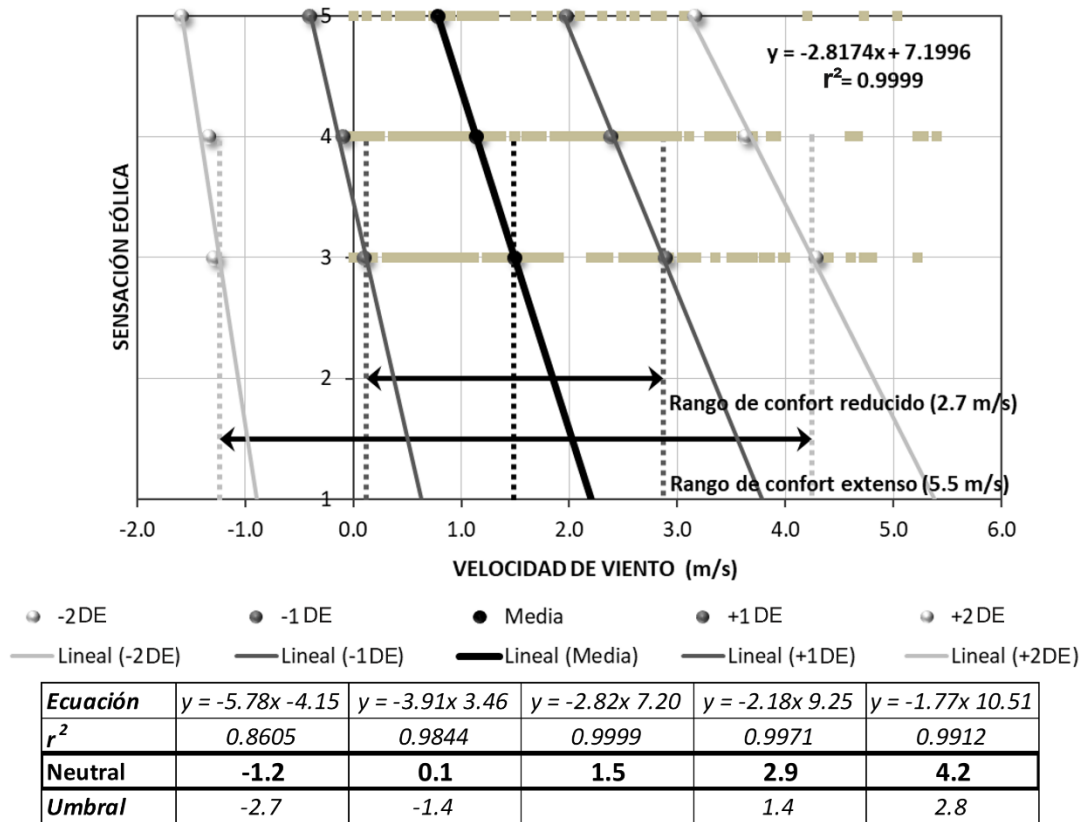
5.2.1.3. Indicadores Eólicos

La variable estimada para apreciar el indicador eólico, fue la velocidad del viento (Vv), acorde a la estimación y preferencia eólica de los ocupantes.

Velocidad del viento (Vv) – Sensación Eólica

Por otra parte, la percepción eólica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Vv durante el periodo cálido, valorados a votos subjetivos mayores al 5.0 %, equivalentes a 469 muestras (177 mujeres, 292 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica de 1.5 m/s, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9999, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort eólico reducido entre los 0.1 m/s (-1 DE) a 2.9 m/s (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 2.7 m/s, mientras que, para un rango de confort eólico extendido oscila entre los 0.0 m/s (-2 DE) a 4.2 m/s (+2 DE), equivalente a una amplitud de 4.2 m/s (Figura 96).

Figura 96.
Indicadores de sensación eólica por VV.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la totalidad de las valoraciones (469) se encuentran entre una percepción de viento *agradable* (categoría 3), hacia una estimación *sin viento* (categoría 5) y *poco viento* (categoría 4), sin embargo las líneas de regresión señalan una amplitud más significativa en condiciones de *algo de viento* y *mucho viento* que se ubican entre velocidades de vientos de 4.3 m/s a 5.3 m/s, equivalentes a una amplitud de 1.0 m/s, en contraparte a una indudable claridad de percepción de ausencia de viento por parte de los ocupantes, al apreciarse velocidades de 0.0 m/s a 3.2 m/s, con un rango de amplitud reducido de 3.2 m/s.

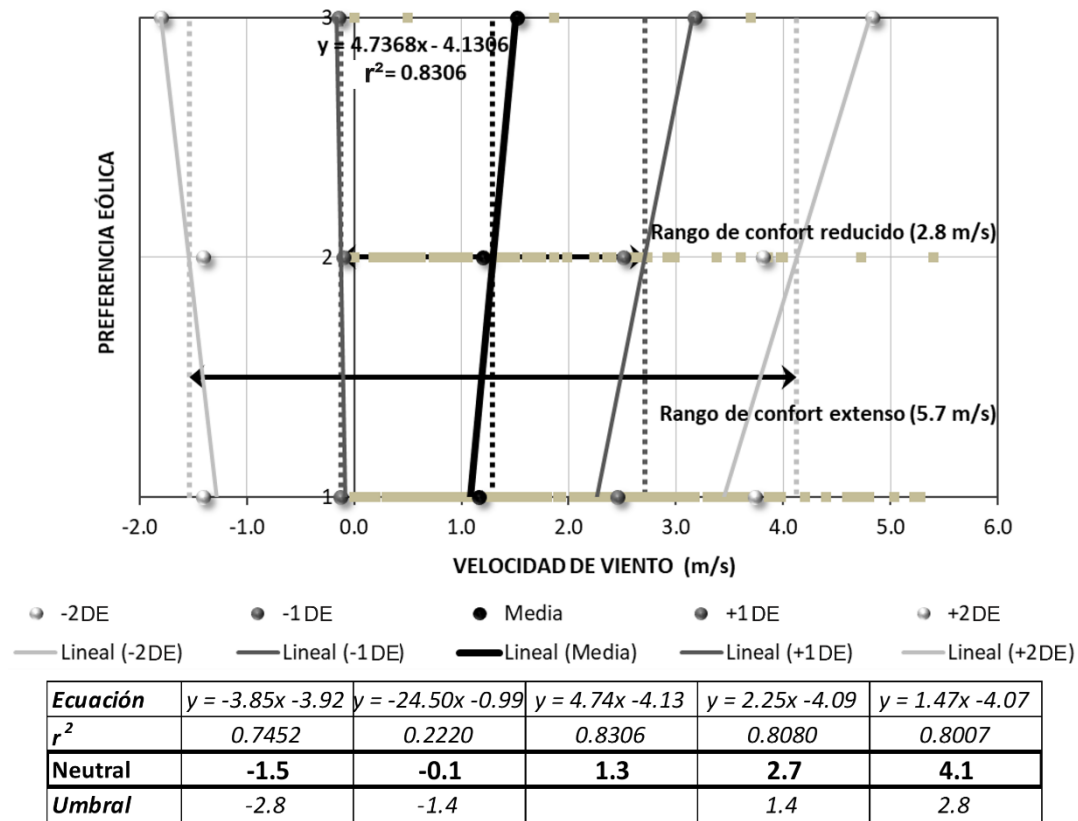
Por lo tanto, de las 469 muestras, conforme al registro de sensación eólica por la variable de Vv, 456 valoraciones (97.0 %) se encontraron entre los rangos de confort eólicos antes señalados de 0.0 m/s a 4.2 m/s, lo cual asume que la mayoría de los usuarios percibían un viento agradable, mientras que solo 15 estimaciones (3.0 %) encontrarían un viento algo

fuerte a mucho viento en flujos > 4.2 m/s, y se descartan (0.0 %) las estimaciones hacia poco viento y sin viento.

Velocidad de Viento (Vv) – Preferencia Eólica

Por otra parte, la preferencia eólica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Vv, fue valorada de acuerdo a la totalidad de los votos, equivalente a 477 muestras (179 mujeres, 298 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia eólica neutra en 1.3 m/s, conforme a un coeficiente de determinación de 0.8306, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 0.0 m/s (-1 DE) a 2.7 m/s (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 2.7 m/s, mientras que, para un rango de preferencia eólica extendida oscila entre los 0.0 m/s (-2 DE) y 4.1 m/s (+2 DE), (Figura 97).

Figura 97.
Indicadores de preferencia eólica por Vv.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (473) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 2) hacia *más*

viento (categoría 1), adicionalmente las líneas de regresión señalan una divergencia entre las tres escalas de preferencia eólica, donde en parámetros entre 0.0 m/s y 3.4 m/s, el ocupante preferirá *más viento*, mientras que cuando los valores sean ≥ 4.2 m/s, los ocupantes comenzarán a preferir *menos viento*.

En este sentido, de las 477 muestras, 463 de ellas (98.0 %) se encontraría en los rangos encontrados de confort eólico, entre los valores de 0.0 m/s y 4.1 m/s, en contraparte a 8 observaciones (1.0 %) que preferirían menos viento, e igualmente a 7 apreciaciones (1.0 %) que preferirían más viento.

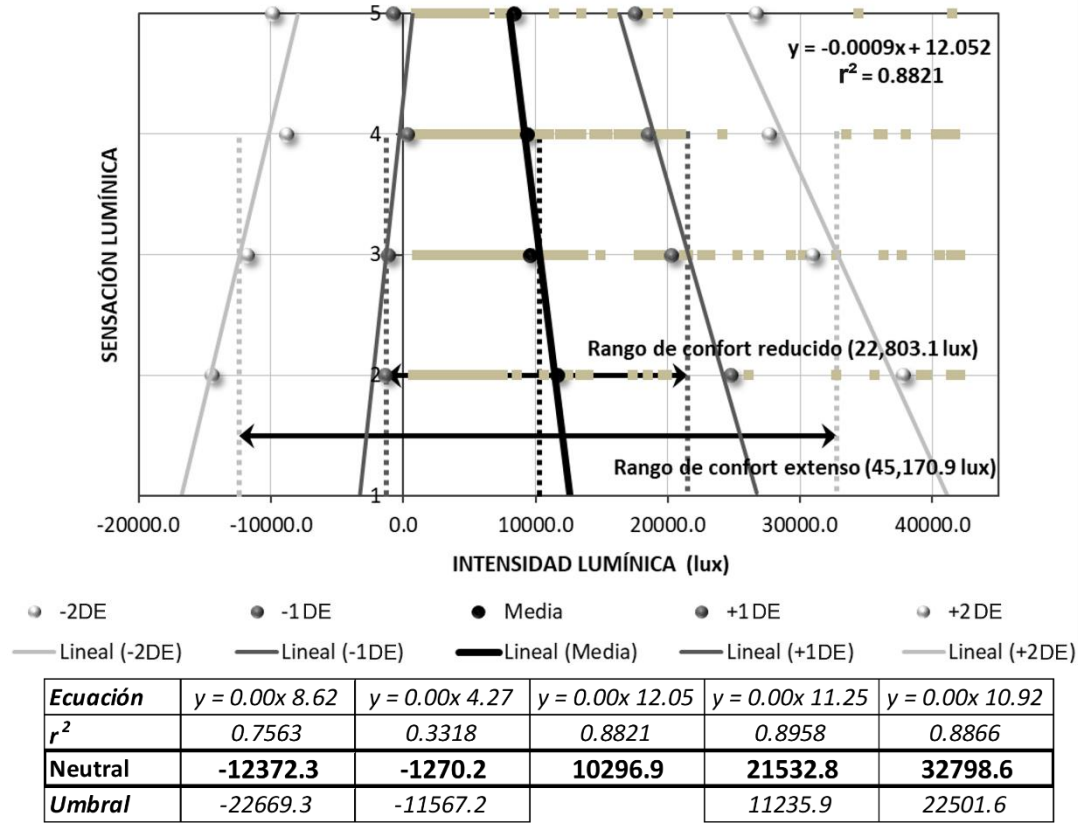
5.2.1.4. Indicadores Lumínicos

La variable estimada para apreciar el indicador lumínico, consistió a través de la intensidad lumínica (IL), acorde a la estimación y preferencia lumínica de los ocupantes.

Intensidad lumínica (IL) – Percepción lumínica

Por otra parte, la percepción lumínica de los ocupantes de acuerdo a la variable de IL durante el periodo cálido, se valoró de acuerdo al total de 477 muestras (179 mujeres, 298 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad lumínica en 10, 296.9 lux, de acuerdo a un coeficiente de determinación de 0.8821, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort lumínico reducido entre 0.0 lux (-1 DE) y 21,532.8 lux (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 21,532.8 lux, mientras que, para un rango de confort lumínico extendido oscila entre 0.0 lux (-2 DE) y 32,798.6 lux (+2 DE), equivalente a una amplitud de 32,798.6 lux (Figura 98).

Figura 98.
Indicadores de sensación lumínica por IL.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

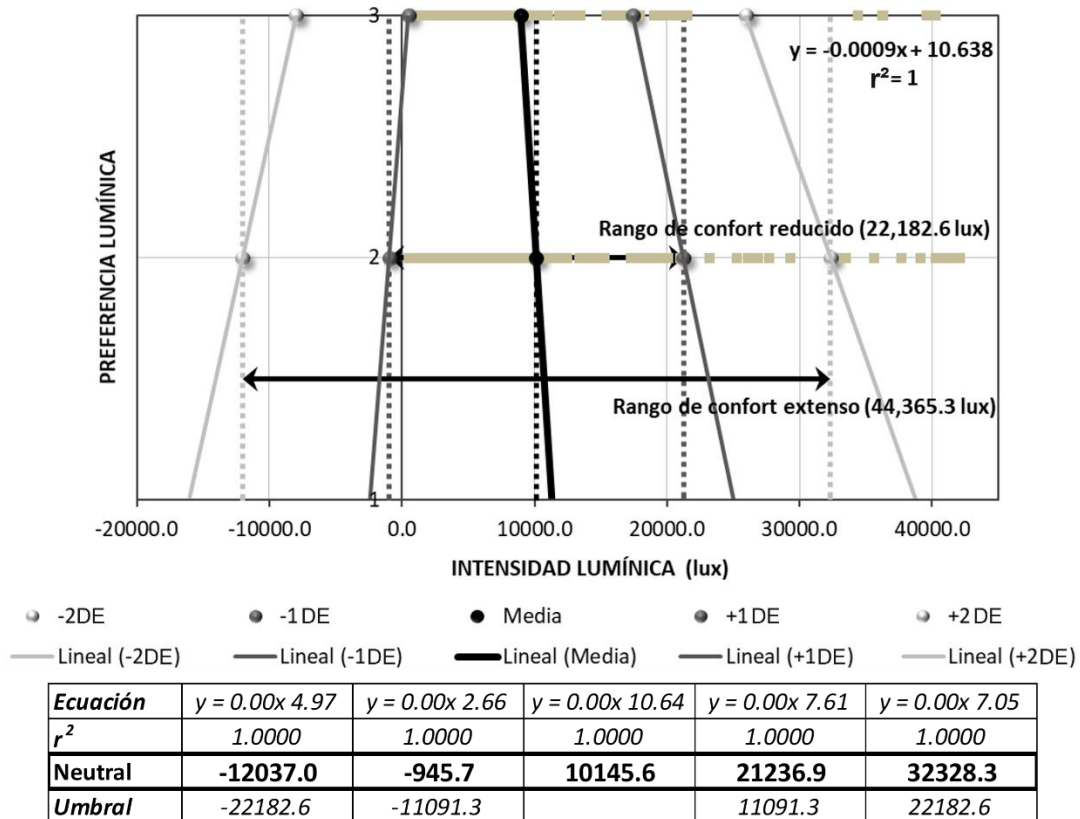
En consecuencia, la anterior gráfica identifica que la mayoría de las valoraciones (422) oscilan entre los cinco votos de sensación de intensidad lumínica, sin embargo, las líneas de regresión señalan que los ocupantes encuentran como condiciones excelentes a partir de 0.0 lux a 24,697.7 lux, de acuerdo a un rango extendido, mientras que resulta ser considerada como una sensación lumínica *muy mala*, en valoraciones de 0.0 lux a 41,081.5 lux, de acuerdo a un rango extendido, lo cual infiere que los ocupantes consideran una sensación lumínica muy mala, acorde a las más altas magnitudes de intensidad lumínica, lo cual habla de mucha luz, resulta incómoda para los usuarios.

Por lo tanto, del total de las 477 muestras, conforme al registro de sensación lumínica por la variable de IL, 446 valoraciones (93.0 %) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 0.0 lux y 32,798.6 lux, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort lumínico, mientras que 31 estimaciones (7.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir un nivel de iluminación inadecuado o inaceptable, a partir de registros > 32,798.6 lux.

Intensidad lumínica (IL) – Preferencia lumínica

Por otra parte, la preferencia lumínica de los ocupantes de acuerdo a la variable de IL, se valoró de acuerdo al aplicar la omisión de datos atípicos, así como votos subjetivos mayores al 5.0 %, equivalente a 398 muestras (148 mujeres, 250 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia lumínica en 10,145.6 lux, de acuerdo a un coeficiente de determinación de 1.0, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort lumínico reducido entre 0.0 lux (-1 DE) y 21,236.9 lux (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 21,236.9 lux, mientras que, para un rango de confort lumínico extendido oscila entre 0.0 lux (-2 DE) y 32,328.3 lux (+2 DE), equivalente a una amplitud de 32,328.3 lux (Figura 99).

Figura 99.
Indicadores de preferencia lumínica por IL.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

En consecuencia, la anterior gráfica identifica que la totalidad de las valoraciones (398) oscilan entre dos votos de preferencia lumínica, *sin cambio* (categoría 2) y *menos luz* (categoría 3), por consiguiente las líneas de regresión señalan que los ocupantes prefieren

condiciones de menor iluminación a partir de 0.0 lux a 25,932.3 lux, de acuerdo a un rango extendido, mientras que resulta ser considerada con una preferencia de mayor intensidad lumínica, en valoraciones de 21,236.9 lux hasta 38,000.0 lux, de acuerdo a un rango extendido, lo cual infiere que los ocupantes toleran una preferencia lumínica hasta 16,763.1 lux.

Por lo tanto, de las 398 muestras, conforme al registro de preferencia lumínica por la variable de IL, 369 valoraciones (93.0 %) se encontraron en los rangos de preferencia lumínica antes señalados entre 0.0 lux y 32,328.3 lux, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort lumínico, mientras que 31 apreciaciones (7.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir un nivel de iluminación inadecuado y preferirían una menor intensidad lumínica, a partir de registros > 32,328.3 lux.

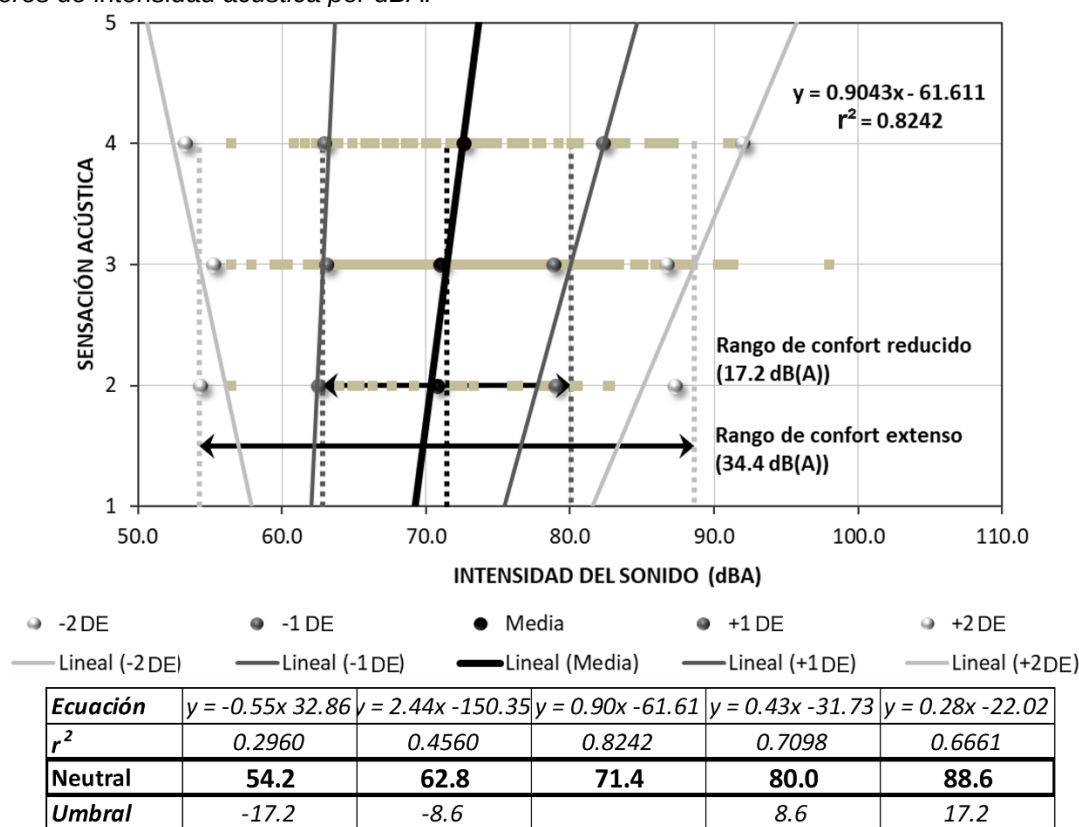
5.2.1.5. Indicadores Acústicos

La variable estimada para apreciar el indicador acústico, fue la intensidad acústica (IA), acorde a la estimación y preferencia acústica de los ocupantes.

Intensidad Acústica (IA) – Sensación acústica

Por otra parte, la percepción acústica de los ocupantes de acuerdo a la variable de IA, fue valorada de acuerdo a la omisión de los votos atípicos y votos subjetivos mayores al 5.0 %, equivalente a 406 muestras (155 mujeres, 251 hombres), quienes estimaron una condición neutra en 71.4 dBA, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9529, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de sensación acústica reducida entre los 62.8 dBA (-1 DE) a 80.0 dBA (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 17.2 dBA, mientras que, para un rango de sensación acústica extenso oscila entre los 54.2 dBA (-2 DE) y 88.6 dBA (+2 DE), con una amplitud equivalente 34.4 dBA (Figura 100).

Figura 100.
Indicadores de intensidad acústica por dBA.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (384) se encuentran entre una percepción de *ruido aceptable* (categoría 3) hacia un nivel de *ruido débil* (categoría 4), por lo cual, las líneas de regresión señalan que los ocupantes encuentran una percepción *sin ruido* o *débil* entre una amplitud de 51.0 dBA (-2 DE) y 95.5 dBA (+2 DE), equivalente a un rango de tolerancia de 44.5 dBA, en contraparte a percibir condiciones de *ruido muy alto*, a partir de 57.8 dBA (-2 DE) y 81.6 dBA (+2 DE), aspecto que marca un nivel de amplitud de 23.8 dBA, menor al margen de sensación *débil* o *sin ruido*, criterio que permite asumir que al menos para la población observada, no resulta una afectación significativa, el nivel de ruido en que se encuentran, al expresar un amplio margen de tolerancia acústica en el espacio público.

Por lo tanto, de las 406 muestras, conforme al registro de sensación acústica por la variable de IA, 390 valoraciones (97.0 %) se encontraron entre los rangos de confort antes señalados de 54.2 dBA y 88.6 dBA, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones

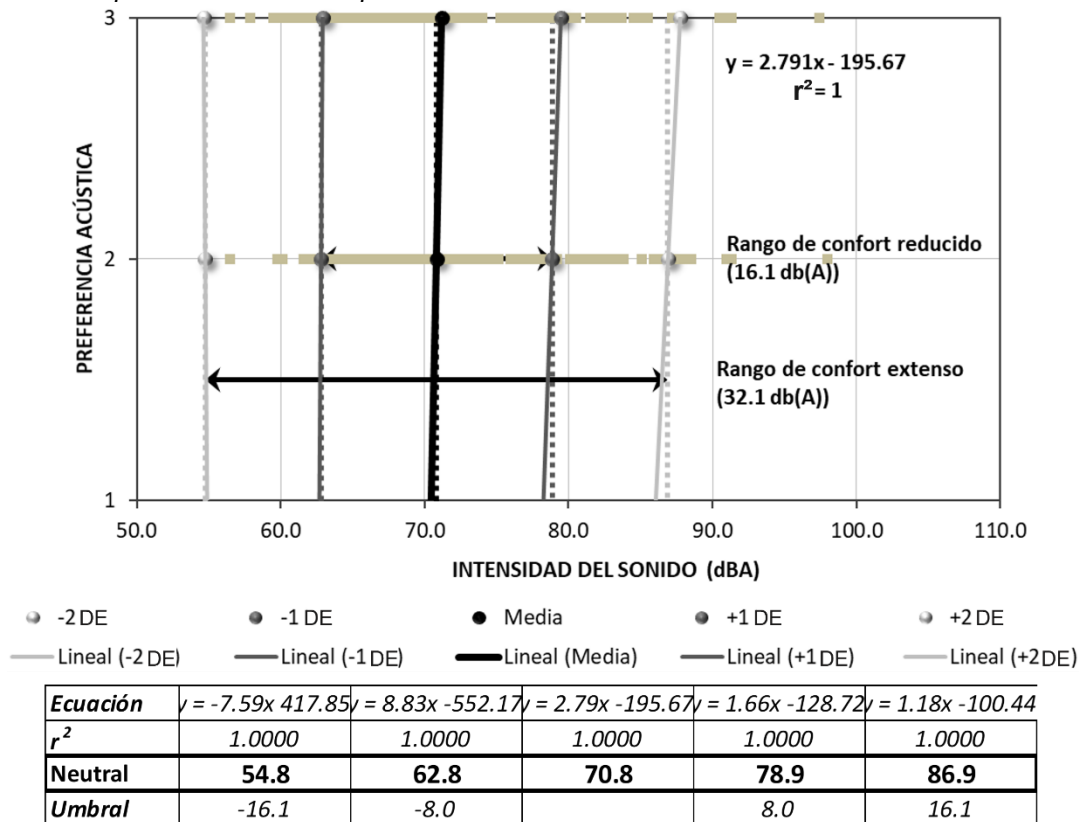
de confort acústico, mientras que 13 estimaciones (3.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir un *ruido débil*, entre niveles de 88.6 dBA y 92.2 dBA, y solo 3 observaciones (0.0 %) consideraría condiciones de *ruido algo fuerte*.

Intensidad Acústica (IA) – Preferencia acústica

Por otra parte, la preferencia acústica de los ocupantes de acuerdo a la variable de dBA, fue valorada de acuerdo a los votos subjetivos mayores al 5.0 %, equivalentes a 471 muestras (177 mujeres, 294 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia acústica neutra en 70.8 dBA, conforme a un coeficiente de determinación de 1.0, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia acústica reducida entre 62.8 dBA (-1 DE) y 78.9 dBA (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 16.1 dBA, mientras que, para un rango de preferencia acústica extendida oscila entre los 54.8 dBA (-2 DE) y 86.9 dBA (+2 DE), equivalente a una amplitud acústica de 32.1 dBA (Figura 101).

Figura 101.

Indicadores de preferencia acústica por dBA.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite identificar que el total de las valoraciones (471) expresan una preferencia acústica entre votos desde *sin cambio* (categoría 2) hacia *menos ruido* (categoría 3), donde el comportamiento de las líneas de regresión señala una tendencia equidistante, al resultar una preferencia acústica de *menor ruido* entre 53.3 dBA y 87.7 dBA, mientras que, por otra parte, la preferencia acústica será de *mayor ruido* al encontrarse entre 53.3 dBA y 86.9 dBA, será preferible *un poco más ruido*. Lo cual permite deducir, que los ocupantes mientras mantengan una condición mayor de ruido ambiental, considerarán la reducción de intensidad acústica, en contraparte a un ruido ambiental menor, su tendencia será procurar un aumento de ruido.

En este sentido, de las 471 muestras, 446 de ellas (99.0 %) se encontrarían en una condición de preferencia acústica sin cambio, al encontrarse en las condiciones de preferencia acústica anteriormente indicadas entre 54.82 dBA y 86.9 dBA, mientras que por otra parte 6 estimaciones (1.0 %) considerarían en los mismos términos, una preferencia de menor ruido, de acuerdo a valores de 86.9 dBA y 87.7 dBA, y solo 4 observaciones (0.0 %), preferirían menos ruido en el ambiente.

5.2.1.6. Indicadores de Calidad de Aire

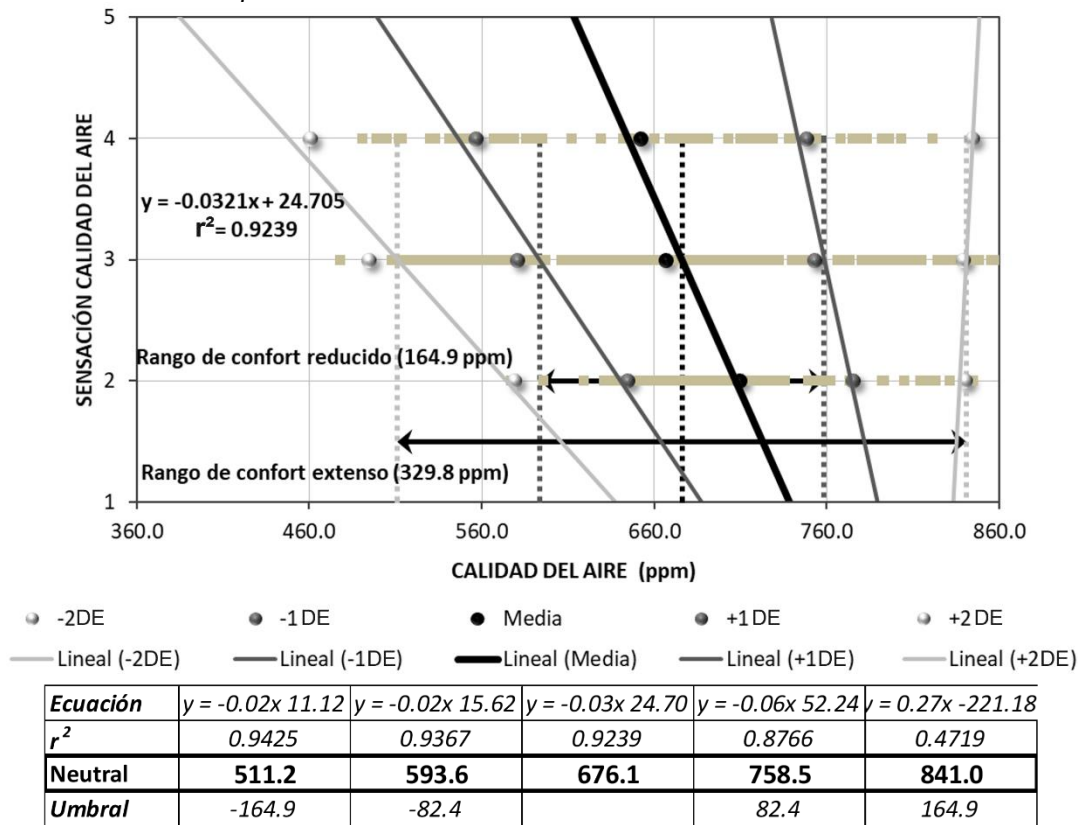
Las variables consideradas para apreciar el indicador por calidad del aire, fueron CO₂ y CVO, acorde a la estimación y preferencia en la calidad del aire de los ocupantes.

Calidad del Aire (CA) – Percepción de calidad del aire CO₂

La percepción de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA durante el periodo cálido, se valoró de acuerdo a la omisión de datos atípicos, así como a los votos subjetivos mayores al 5.0 %, equivalente a 399 muestras (152 mujeres, 247 hombres), quienes estimaron una condición de calidad del aire neutra en 676.1 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9239, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort en la sensación de calidad del aire reducido entre los 593.6 ppm (-1 DE) y

758.5 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 164.9 ppm, mientras que, para un rango de confort en la sensación de calidad del aire extendido oscila entre 511.2 ppm (-2 DE) y 841.0 ppm (+2 DE), equivalente a una amplitud de 329.8 ppm (Figura 102).

Figura 102.
Indicadores de sensación por CA CO₂.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones se encuentran entre una percepción de calidad del *aire mala* (81, categoría 4) hasta *muy buena* (82, categoría 2), sin embargo las líneas de regresión señalan una amplitud más significativa en una percepción de una calidad del aire en buenas condiciones que se ubican entre 380.0 ppm a 843.8 ppm, lo cual asume un mayor rango de adaptación por parte de los ocupantes en una amplitud de concentraciones de CO₂, equivalentes a una oscilación de 473.8 ppm, en contraparte al apreciar con claridad malas condiciones de concentración de gases entre registros de 644.3 ppm a 841.0, con un rango de amplitud reducido de 199.5 ppm.

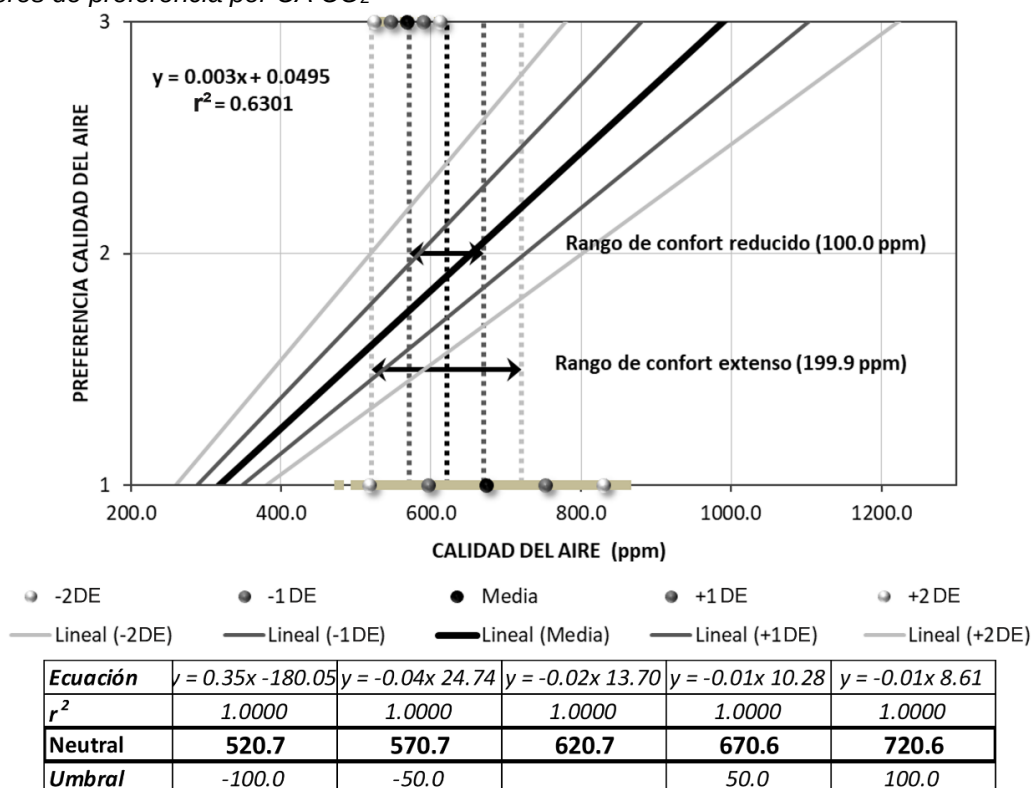
Por lo tanto, de las 399 muestras, conforme al registro de sensación por calidad del aire acorde a la variable de CA, 378 valoraciones (98.0 %) se encontraron en los rangos que estimaron los ocupantes como confort por calidad del aire entre 511.2 ppm y 841.0 ppm, mientras que solo 7 valoraciones (2.0 %) lo considerarían como buena a muy buena entre 841.0 ppm y 848.5 ppm, mientras que ninguna de los registros (0.0 %) ubicarían alguna percepción de mala calidad del aire.

Calidad del Aire (CA) – Preferencia de calidad del aire CO₂

La preferencia de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA durante el periodo cálido, se valoró de acuerdo a 358 muestras (143 mujeres, 215 hombres), quienes estimaron preferir una condición de calidad del aire neutra en 620.7 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 1.0, el cual demuestra un alto nivel de correlación, con un rango de preferencia de calidad del aire reducido entre 570.7 ppm (-1 DE) y 670.6 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 100.0 ppm, mientras que, para un rango de preferencia en la calidad del aire extendido oscila entre los 520.7 ppm (-2 DE) y 720.6 ppm (+2 DE), equivalente a una amplitud de 199.9 ppm (Figura 103).

Figura 103.

Indicadores de preferencia por CA CO₂



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

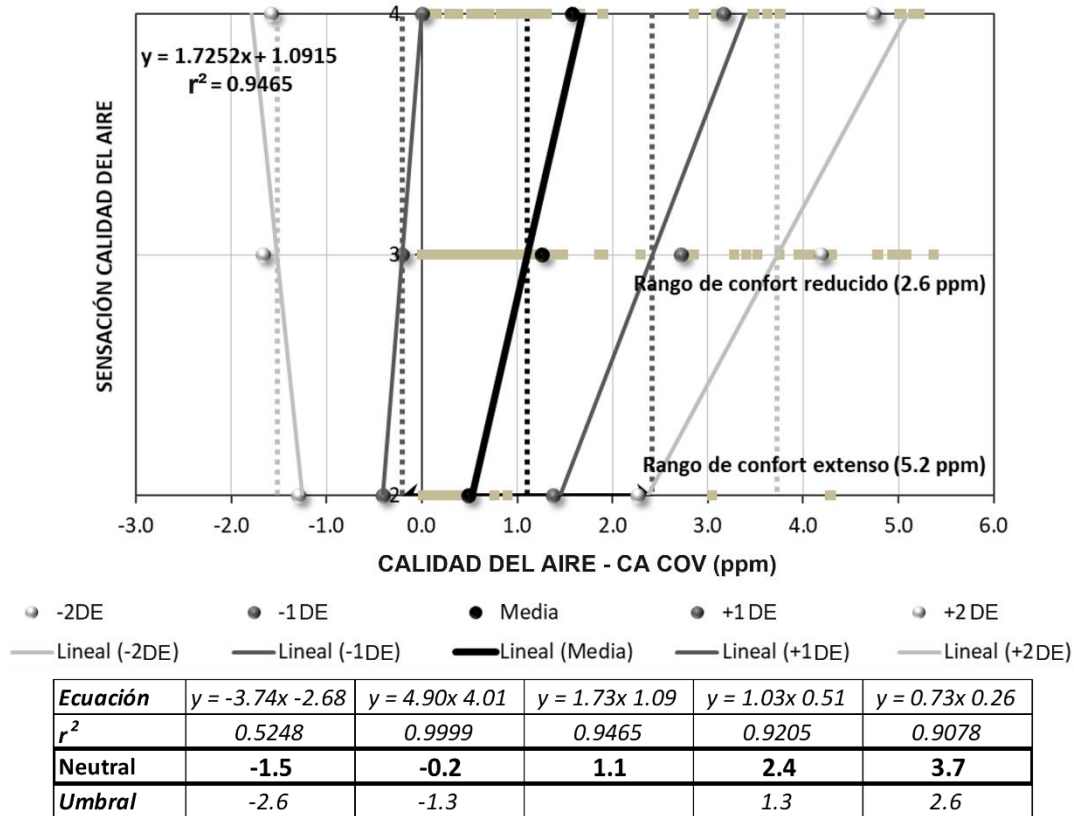
Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones se encuentran prácticamente distribuidas de forma convergentes a una preferencia *sin cambios* (categoría 1) hacia una amplitud en *mucho mejores calidad del aire* (categoría 3), sin embargo las líneas de regresión señalan una amplitud en preferir mucho mejores condiciones de calidad del aire entre los rangos de 760.0 ppm a 1,220.0 ppm, lo cual asume un mayor rango de adaptación por parte de los ocupantes en altas concentraciones de CO₂, equivalentes a una oscilación de 460.0 ppm, en contraparte al suponer con claridad malas condiciones de concentración de gases en registros de 265.0 ppm a 380.0 ppm, con un rango de amplitud reducido de 115.0 ppm.

Por lo tanto, de las 358 muestras, conforme al registro de preferencia por calidad del aire acorde a la variable de CA, 267 valoraciones (75.0 %) se encontraron en los rangos de confort por calidad del aire estimados entre 520.7 ppm y 720.6 ppm, mientras que 91 valoraciones (25.0 %) considerarían preferir mucho mejores condiciones de calidad de aire > 720.6 ppm, mientras que únicamente 1 estimación preferiría encontrarse sin cambios (0.0 %).

Calidad del Aire (CA) – Percepción de calidad del aire COV

La percepción de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de calidad del aire por compuestos orgánicos volátiles (CA COV), valorado de acuerdo a la omisión de datos atípicos, así como a los votos subjetivos mayores al 5.0 %, equivalente a 272 muestras (105 mujeres, 167 hombres), quienes estimaron una condición de CA COV neutra en 1.1 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9465, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort en la sensación de calidad del aire reducido entre los 0.0 ppm (-1 DE) y 2.4 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 2.4 ppm, mientras que, para un rango de confort en la sensación de CA COV extendido oscila entre los 0.0 ppm (-2 DE) y 3.7 ppm (+2 DE), equivalente a una amplitud de 3.7 ppm (Figura 104).

Figura 104.
Indicadores de sensación por CA COV.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (162) se encuentran entre una percepción de *calidad del aire regular* (categoría 2), sin embargo las líneas de regresión señalan una amplitud más significativa en una percepción de una *calidad del aire en buenas condiciones* (categoría 3) que se ubican entre 0.0 ppm a 5.1 ppm, lo cual asume un mayor rango de adaptación por parte de los ocupantes en una amplitud de concentraciones de COV, equivalentes a una oscilación de 5.1 ppm, en contraparte al apreciar con claridad malas condiciones de concentración de compuestos entre registros de 0.0 ppm a 2.3 ppm, equivalente a un rango de amplitud reducido.

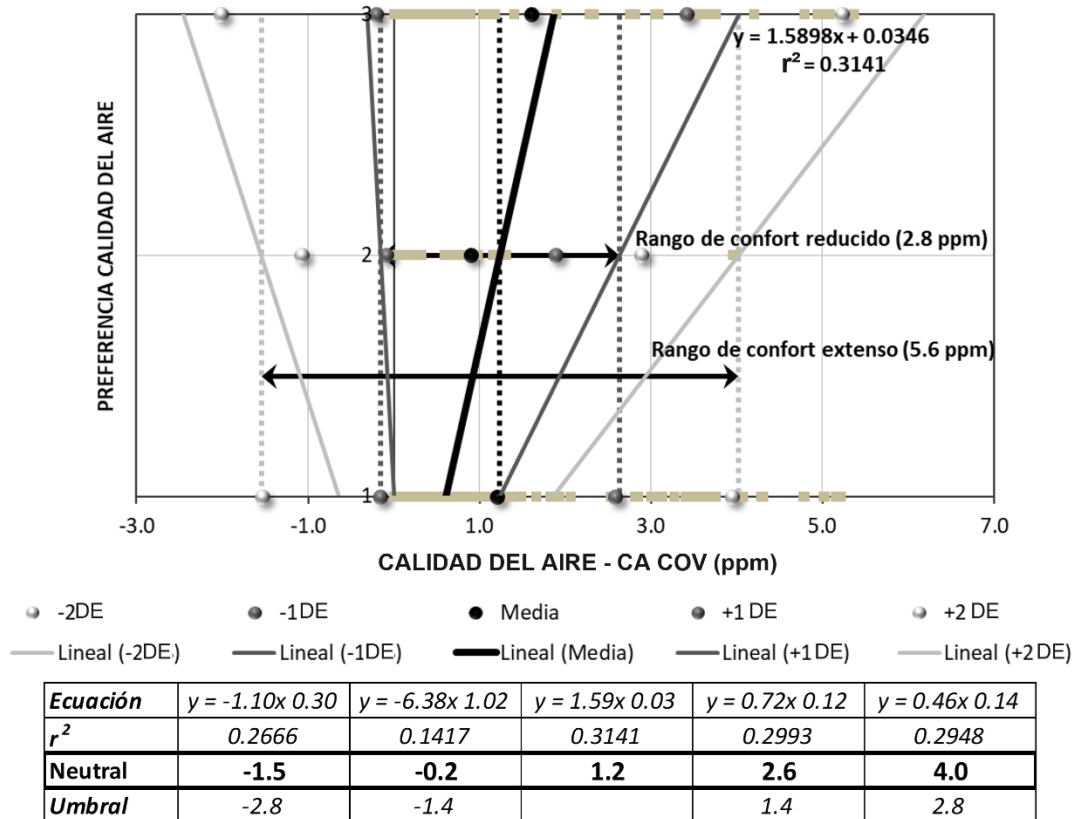
Por lo tanto, de las 272 muestras, conforme al registro de sensación por calidad del aire acorde a la variable de COV, 240 valoraciones (88.0 %) se encontraron en los rangos que estimaron los ocupantes como confort por calidad del aire entre 0.0 ppm y 3.7 ppm, mientras que solo 32 valoraciones (12.0 %) lo considerarían como buena a muy buena entre 3.7 ppm y 6.5 ppm, mientras que ninguna de los registros (0.0 %) ubicarían alguna percepción de mala calidad del aire.

Calidad del Aire (CA) – Preferencia de calidad del aire COV

La preferencia de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA durante el periodo cálido, se valoró de acuerdo a 336 muestras (128 mujeres, 208 hombres), quienes estimaron preferir una condición de calidad del aire neutra en 1.2 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 0.3141, el cual demuestra un alto nivel de correlación, con un rango de preferencia de calidad del aire reducido entre 0.0 ppm (-1 DE) y 2.6 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 2.6 ppm, mientras que, para un rango de preferencia en la calidad del aire extendido oscila entre los 0.0 ppm (-2 DE) y 4.0 ppm (+2 DE), (Figura 105).

Figura 105.

Indicadores de preferencia por CA COV.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (247) se encuentran prácticamente distribuidas de forma convergentes a una preferencia *sin cambios* (categoría 1) hacia una amplitud en *mucho mejores calidad del aire* (categoría 3), sin embargo las líneas de regresión señalan una

amplitud en preferir mucho mejores condiciones de calidad del aire entre los rangos de 0.0 ppm a 6.1 ppm, lo cual asume un mayor rango de adaptación por parte de los ocupantes en altas concentraciones de COV, equivalentes a una oscilación de 6.1 ppm, en contraparte al apreciar con claridad malas condiciones de concentración de compuestos entre registros de 0.0 ppm a 1.7 ppm, con un rango de amplitud reducido de 1.7 ppm.

Por lo tanto, de las 336 muestras, conforme al registro de preferencia por calidad del aire acorde a la variable de CA COV, 311 valoraciones (93.0 %) se encontraron en los rangos de confort por calidad del aire estimados entre 0.0 ppm y 4.0 ppm, mientras que solo 25 valoraciones (7.0 %) considerarían preferir mucho mejores condiciones de calidad de aire > 4.0 ppm, mientras que únicamente ninguna estimación preferiría encontrarse sin cambios (0.0 %). Por lo tanto, todos los usuarios se preferirían mejores condiciones en la calidad del aire.

5.2.1.7. Integración de Indicadores Durante el Periodo Cálido

A partir de los resultados obtenidos por cada una de las variables estimadas en correlación a la magnitud meteorológica y ambiental procesadas, permite la integración de las valoraciones de los rangos extendidos entre -2 DE y +2 DE, en los cuales los ocupantes expresan confort y preferencia de acuerdo a cada una de los indicadores apreciados en el espacio físico, durante el periodo cálido (Tabla 28).

Tabla 28.*Integración de rangos por indicadores ambientales – Periodo cálido.*

Indicador	Variable	Escala de Percepción	PERIODO CÁLIDO		
			-2 DE	+2 DE	Amplitud
Térmico	TGg (°C)	Sensación térmica	36.6	41.4	4.8
		Preferencia térmica	34.3	41.3	7.0
	TBS (°C)	Sensación térmica	27.9	30.3	2.4
		Preferencia térmica	27.5	30.4	2.9
	TBH (°C)	Sensación térmica	24.4	26.0	1.6
		Preferencia térmica	24.8	26.2	1.4
Hígrico	Ts (°C)	Sensación térmica	28.0	34.7	6.7
		Preferencia térmica	27.8	34.7	6.9
	HR (%)	Sensación hídrica	32.4	50.3	17.9
		Preferencia hídrica	28.5	47.7	19.2
Calidad Aire	CA (ppm)	Sensación CA CO ₂	0.0	1.1	1.1
		Preferencia CA CO ₂	0.0	1.2	1.2
	CA (ppm)	Sensación CA COV	511.2	676.1	164.9
		Preferencia CA COV	520.7	620.7	100.0
Eólico	Vv (m/s)	Sensación eólica	0.0	1.5	1.5
		Preferencia eólica	0.0	1.3	1.3
Lumínico	IL (lux)	Sensación lumínica	0.0	10,296.9	10,296.9
		Preferencia lumínica	0.0	10,145.6	10,145.6
Acústico	IA (dBA)	Sensación acústica	54.2	71.4	17.2
		Preferencia acústica	54.8	70.8	16.0

En este sentido, se comienza en apreciar los indicadores respecto a las variables estimadas durante el periodo cálido, con el consiguiente objetivo en integrar estos criterios a la conformación y diseño del modelo de confort ambiental para espacios públicos abiertos.

Cabe destacar, la relevancia que implica la identificación de diversos registros ambientales como calidad del aire, niveles acústicos, lumínicos, además de las variables del ambiente térmico, aspectos que representan una visión holística de las condiciones estimadas por los usuarios en el espacio público.

5.2.2. Indicadores de Habitabilidad – Periodo de Transición Cálido – Frío

De igual forma que en el apartado anterior, a continuación, se describen los indicadores estimados durante el periodo de transición cálido-frío (noviembre 2023), los cuales consistieron en: térmicos, hídricos, eólicos, lumínicos, acústicos y calidad del aire, sin embargo, el desarrollo descriptivo respecto a la obtención de los indicadores por cada una de las variables ambientales, se encuentra en el apartado de Indicadores de Habitabilidad – Periodo de Transición Cálido – Frío (pág. xciii).

5.2.2.1. Integración de Indicadores al Periodo de Transición Cálido – Frío

A partir de los resultados obtenidos por cada una de las variables estimadas en correlación a la magnitud meteorológica y ambiental procesadas, permite la integración de las valoraciones de los rangos extendidos entre -2 DE y +2 DE, en los cuales los ocupantes expresan confort y preferencia de acuerdo a cada una de los indicadores apreciados en el espacio físico, durante el periodo de transición cálido-frío (Tabla 29).

Tabla 29.

Integración de rangos por indicadores ambientales – Periodo de transición cálido-frío.

Indicador	Variable	Escala de Percepción	PERIODO TRANSICIÓN CÁLIDO-FRÍO		
			-2 DE	+2 DE	Amplitud
Térmico	TGg (°C)	Sensación térmica	25.7	37.0	11.3
		Preferencia térmica	24.0	36.8	12.8
	TBS (°C)	Sensación térmica	22.5	29.8	7.3
		Preferencia térmica	20.7	30.0	9.3
	TBH (°C)	Sensación térmica	16.8	25.0	8.2
		Preferencia térmica	15.4	24.9	9.5
Hídrico	Ts (°C)	Sensación térmica	21.1	33.6	12.5
		Preferencia térmica	19.4	33.4	14.0
	HR (%)	Sensación hídrica	15.9	66.0	50.1
		Preferencia hídrica	21.8	60.8	39.0
Calidad Aire	CA (ppm)	Sensación CA CO ₂	0.0	3.4	3.4
		Preferencia CA CO ₂	0.0	3.4	3.4

Eólico	CA	Sensación CA COV	315.0	545.9	230.9
	(ppm)	Preferencia CA COV	321.5	531.6	210.1
	Vv	Sensación eólica	0.0	2.8	2.8
	(m/s)	Preferencia eólica	0.0	3.9	3.9
Lumínico	IL	Sensación lumínica	0.0	10,896.0	10,896.0
	(lux)	Preferencia lumínica	0.0	10,443.0	10,443.0
Acústico	IA	Sensación acústica	44.3	87.7	43.4
	(dBA)	Preferencia acústica	46.1	89.1	43.0

En este sentido, se continúa en apreciar los indicadores respecto a las variables estimadas durante el periodo de transición cálido-frío, con el consiguiente objetivo en integrar estos criterios a la conformación y diseño del modelo de confort ambiental para espacios públicos abiertos.

5.2.3. Indicadores de Habitabilidad al Periodo Frío

A continuación, se describen los indicadores estimados durante el periodo frío (enero a febrero 2024), los cuales consistieron igualmente en el registro de indicadores térmicos, hídricos, eólicos, lumínicos, acústicos y calidad del aire, sin embargo, el desarrollo descriptivo respecto a la obtención de los indicadores por cada una de las variables ambientales, se encuentra en el apartado de Indicadores de Habitabilidad – Periodo de Frío (pág. cxxiii).

5.2.3.1. Integración de Indicadores Periodo Frío

A partir de los resultados obtenidos por cada una de las variables estimadas en correlación a la magnitud meteorológica y ambiental procesadas, permite la integración de las valoraciones de los rangos extendidos entre -2 DE y +2 DE, en los cuales los ocupantes expresan confort y preferencia de acuerdo a cada una de los indicadores apreciados en el espacio físico, durante el periodo frío (Tabla 30).

Tabla 30.*Integración de rangos por indicadores ambientales – Periodo frío.*

Indicador	Variable	Escala de Percepción	PERIODO FRÍO		
			-2 DE	+2 DE	Amplitud
Térmico	TGg (°C)	Sensación térmica	21.6	36.1	14.5
		Preferencia térmica	19.1	30.3	11.2
	TBS (°C)	Sensación térmica	21.3	27.9	6.6
		Preferencia térmica	18.4	24.9	6.5
	TBH (°C)	Sensación térmica	16.1	20.7	4.6
		Preferencia térmica	13.9	20.6	6.7
Hígrico	Ts (°C)	Sensación térmica	18.2	33.3	15.1
		Preferencia térmica	12.0	29.7	17.7
	HR (%)	Sensación hídrica	11.5	79.7	68.2
		Preferencia hídrica	12.0	78.1	66.1
Calidad Aire	CA (ppm)	Sensación CA CO ₂	0.0	1.0	1.0
		Preferencia CA CO ₂	0.0	1.1	1.1
	CA (ppm)	Sensación CA COV	311.7	483.4	171.7
		Preferencia CA COV	313.0	478.2	165.2
Eólico	Vv (m/s)	Sensación eólica	0.0	1.8	1.8
		Preferencia eólica	0.0	1.5	1.5
Lumínico	IL (lux)	Sensación lumínica	0.0	20,985.3	20,985.3
		Preferencia lumínica	0.0	22,409.3	22,409.3
Acústico	IA (dBA)	Sensación acústica	55.2	80.7	25.5
		Preferencia acústica	53.5	79.3	25.8

En este sentido, se comienza en apreciar los indicadores respecto a las variables estimadas durante el periodo frío, con el objetivo de integrar estos criterios a la conformación y diseño del modelo de confort ambiental para espacios públicos abiertos.

Cabe destacar, la relevancia que implica la identificación de diversos registros ambientales como calidad del aire, niveles acústicos, lumínicos, además de las variables del ambiente térmico, aspectos que representan una visión holística de las condiciones estimadas por los usuarios en el espacio público.

5.2.4. Indicadores de Habitabilidad Periodo Transición Frío - Cálido

De igual forma que en el apartado anterior, a continuación, se describen los indicadores estimados durante el periodo de transición frío- cálido (abril 2024), los cuales consistieron en: térmicos, higrícos, eólicos, lumínicos, acústicos y calidad del aire, sin embargo, el desarrollo descriptivo respecto a la obtención de los indicadores por cada una de las variables ambientales, se encuentra en el apartado de Indicadores de Habitabilidad – Periodo de Transición Frío – Cálido (pág. cliv).

5.2.4.1. Integración de Indicadores Periodo Transición Frío - Cálido

A partir de los resultados obtenidos por cada una de las variables estimadas en correlación a la magnitud meteorológica y ambiental procesadas, permite la integración de las valoraciones de los rangos extendidos entre -2 DE y +2 DE, en los cuales los ocupantes expresan confort y preferencia de acuerdo a cada una de los indicadores apreciados en el espacio físico, durante el periodo cálido (Tabla 31).

Tabla 31.
Integración de rangos por indicadores ambientales – Periodo de transición frío-cálido.

Indicador	Variable	Escala de Percepción	PERIODO FRÍO		
			-2 DE	+2 DE	Amplitud
Térmico	TGg (°C)	Sensación térmica	25.9	39.5	13.6
		Preferencia térmica	24.1	38.3	14.2
	TBS (°C)	Sensación térmica	22.0	30.7	8.7
		Preferencia térmica	20.8	30.0	9.2
	TBH (°C)	Sensación térmica	14.5	21.8	7.3
		Preferencia térmica	14.4	21.8	7.4
Higríco	Ts (°C)	Sensación térmica	19.3	38.6	19.3
		Preferencia térmica	18.1	35.8	17.7
	HR (%)	Sensación higríca	13.7	42.3	28.6
		Preferencia higríca	17.9	45.6	27.7
Calidad Aire	CA (ppm)	Sensación CA CO ₂	0.0	1.1	1.1
		Preferencia CA CO ₂	0.0	1.2	1.2

Eólico	CA (ppm)	Sensación CA COV	402.3	630.8	228.5
		Preferencia CA COV	411.6	632.0	220.4
	Vv (m/s)	Sensación eólica	0.0	2.3	2.3
		Preferencia eólica	0.0	2.5	2.5
Lumínico	IL (lux)	Sensación lumínica	0.0	33183.2	33183.2
		Preferencia lumínica	0.0	49481.2	49481.2
Acústico	IA (dBA)	Sensación acústica	44.4	97.7	53.3
		Preferencia acústica	47.4	93.0	45.6

En este sentido, se comienza en apreciar los indicadores respecto a las variables estimadas durante el periodo de transición frío-cálido, con el consiguiente objetivo en integrar estos criterios a la conformación y diseño del modelo de confort ambiental para espacios públicos abiertos. Cabe destacar, la relevancia que implica la identificación de diversos registros ambientales como calidad del aire, niveles acústicos, lumínicos, además de las variables del ambiente térmico, aspectos que representan una visión holística de las condiciones estimadas por los usuarios en el espacio público.

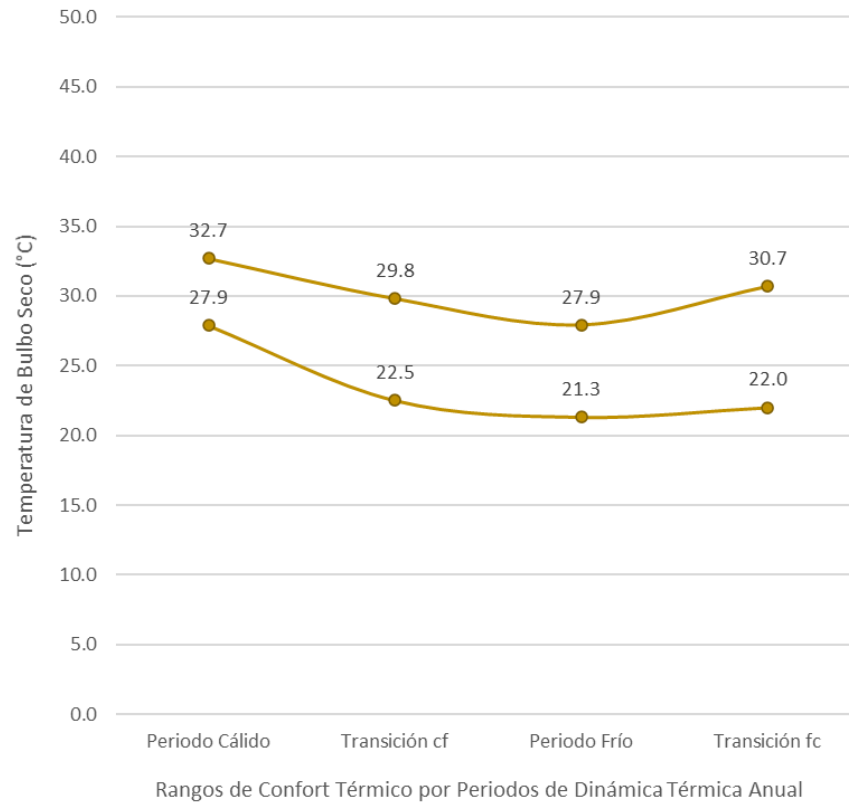
5.2.5. Integración de Indicadores de Habitabilidad Anuales

Una vez relacionados los indicadores ambientales por sensación y preferencia durante cada periodo (Tabla 28, Tabla 29, Tabla 30, Tabla 31), a continuación se muestra la integración de dichos indicadores únicamente por percepción de confort, de acuerdo al comportamiento anual por cada una de las variables ambientales estimadas, al comenzar por las variables térmicas (TBS, TGg, TBH, Ts), seguidas de las condiciones hígricas (HR), calidad del aire (CA COV, CA CO₂), velocidad de viento (Vv), intensidad acústica (IA), intensidad lumínica (IL).

Por lo tanto, el comportamiento de los indicadores térmicos (TBS) de acuerdo a la integración de los periodos de dinámica térmica anual, demuestran rangos entre 27.9 °C y 32.7 °C, durante el periodo cálido, posterior a encontrarse entre 22.5 °C y 29.8 °C, para un periodo de transición cálido-frío (Transición cf), seguidos por 21.3 ° y 27.9 °C en el periodo frío y entre 22.0 °C y 30.7 °C, para el periodo de transición frío-cálido (Transición fc) (Figura 106).

Figura 106.

Rangos de confort térmico (TBS) por periodos anuales.

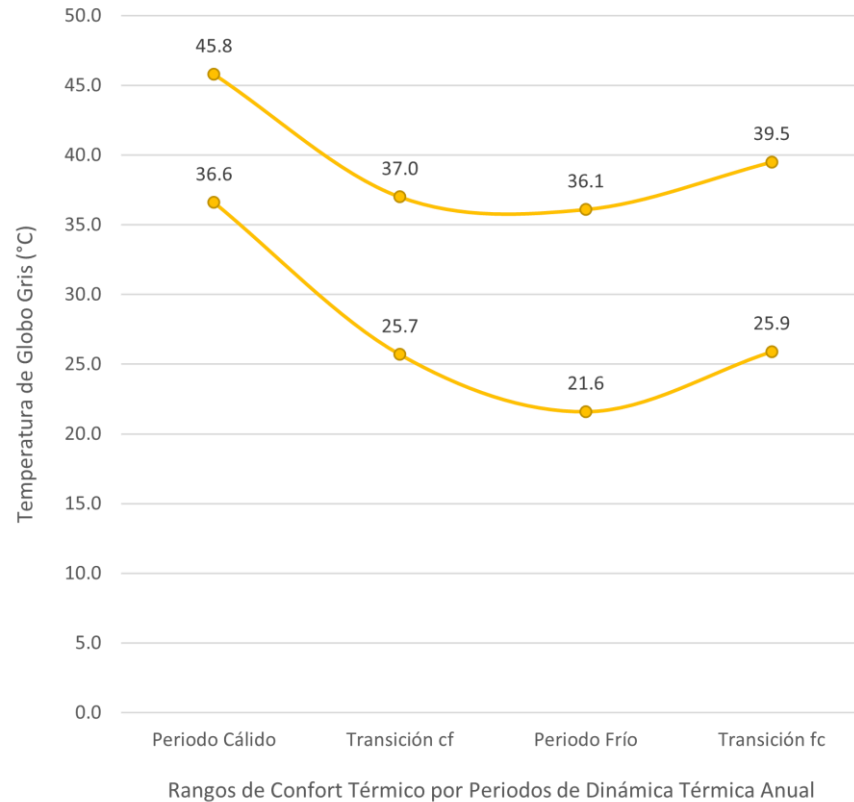


Como resultado, se identifica una consistencia entre las valoraciones, efectivamente más cálidas durante el periodo de calor, con una amplitud entre rangos de 4.8 °C, seguido por un descenso paulatino al periodo de transición cálido frío, acorde a una oscilación parcial de 7.3 °C, hasta el alcance de las menores consideraciones de confort térmico, en el periodo frío con una holgura mínima de 6.6 °C, para luego retomar un incremento parcial pero significativo, equivalente a una oscilación de 8.7 °C, durante el periodo de transición frío cálido.

Ahora bien, los indicadores térmicos (TGg) conforme a la integración de los periodos de dinámica térmica anual, demuestran rangos entre 36.6 °C y 45.8 °C, durante el periodo cálido, posterior a encontrarse entre 25.7 °C y 37.0 °C, para un periodo de transición cálido-frío (Transición cf), seguidos por 21.6 ° y 36.1 °C en el periodo frío y para finalizar entre 25.9 °C y 39.5 °C, para el periodo de transición frío-cálido (Transición fc) (Figura 107).

Figura 107.

Rangos de confort térmico (TGg) por periodos anuales.

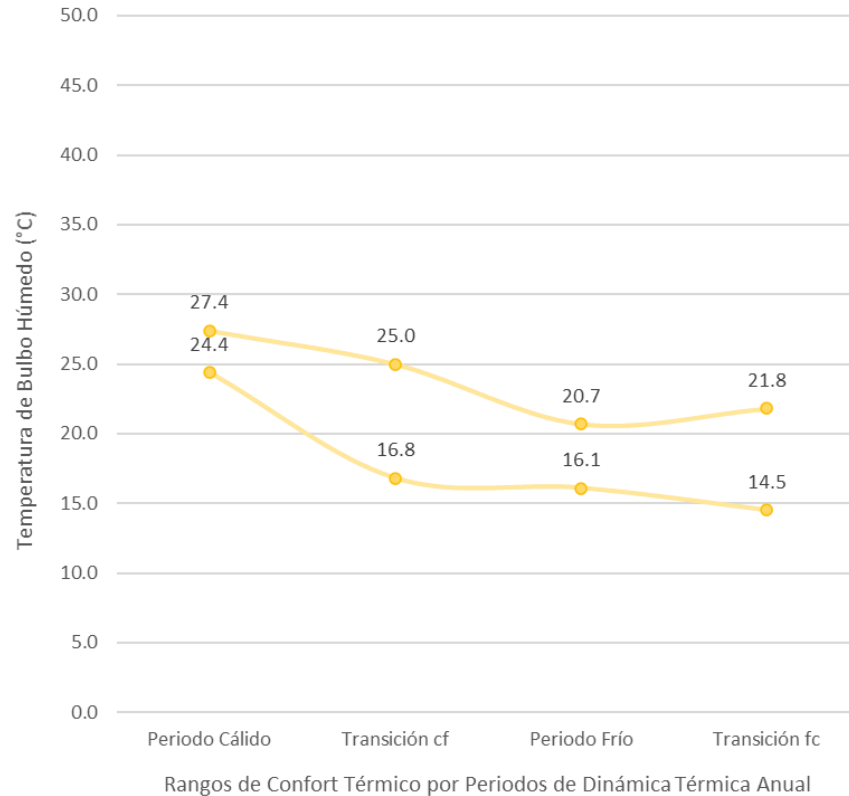


Por lo anterior, se aprecia igualmente una consistencia entre las valoraciones, efectivamente más cálidas durante el periodo de calor, con una amplitud entre rangos de 9.2 °C, seguido por un descenso paulatino al periodo de transición cálido frío, acorde a una oscilación parcial de 11.3 °C, hasta el alcance de las menores consideraciones de confort térmico, en el periodo frío con una holgura mínima de 15.1 °C, para luego retomar un incremento parcial pero significativo, equivalente a una oscilación de 13.6 °C, durante el periodo de transición frío cálido.

A su vez, el comportamiento de los indicadores térmicos (TBH) demuestran rangos entre 24.4 °C y 27.4 °C, durante el periodo cálido, posterior a 16.8 °C y 25.0 °C, para un periodo de transición cálido-frío (Transición cf), seguidos por 16.1 °C y 20.7 °C en el periodo frío, y entre 14.5 °C y 21.8 °C, para la transición frío-cálido (Transición fc) (Figura 108).

Figura 108.

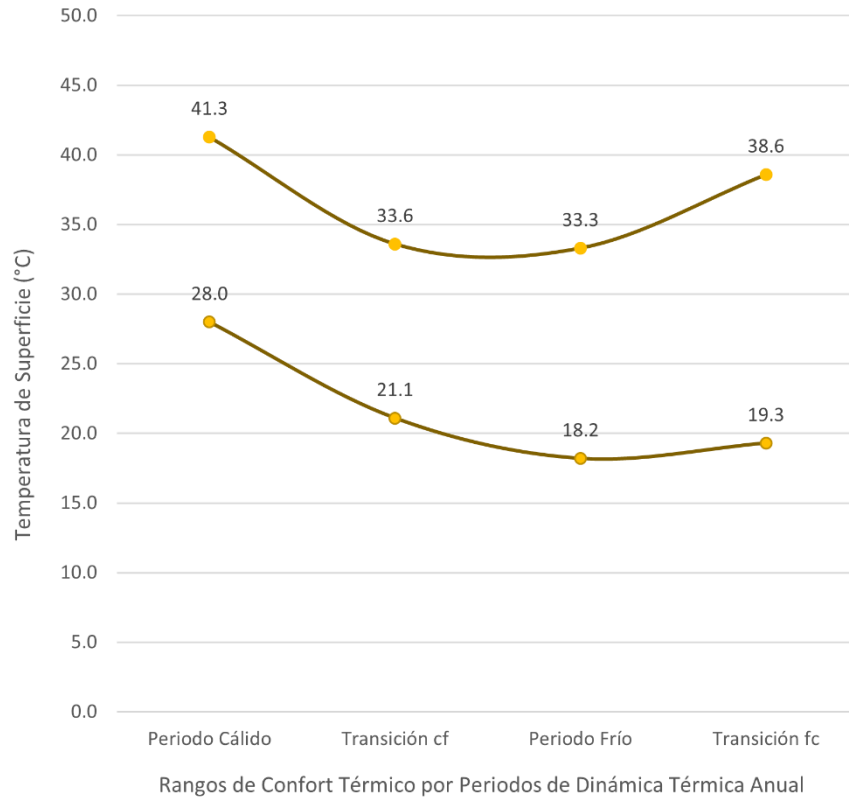
Rangos de confort térmico (TBH) por periodos anuales.



Del anterior gráfico, desprende igualmente una compleja consistencia entre las valoraciones, al presentar durante el periodo de calor, una estrecha amplitud entre rangos por 3.0 °C, seguido por un descenso paulatino al periodo de transición cálido frío, acorde a una oscilación parcial de 8.2 °C, hasta el alcance de las menores consideraciones de confort térmico, en el periodo frío con una holgura mínima de 4.6 °C, para luego retomar un incremento equivalente a una oscilación de 7.3 °C, durante el periodo de transición frío cálido.

En continuidad, al comportamiento de confort térmico, por la variable T_s , se presentan rangos entre 28.0 °C y 41.3 °C, durante el periodo cálido, posterior a encontrarse entre 21.1 °C y 33.6 °C, para un periodo de transición cálido-frío (Transición cf), seguidos por 18.2 ° y 33.3 °C en el periodo frío y finalizar entre 19.3 °C y 38.6 °C, para el periodo de transición frío-cálido (Transición fc) (Figura 109).

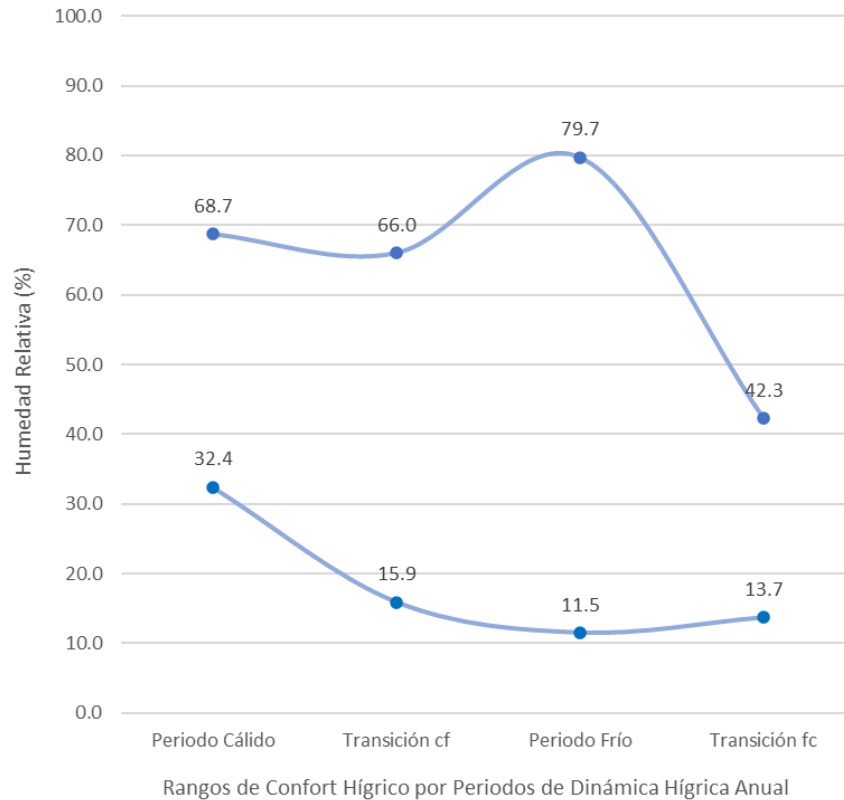
Figura 109.
Rangos de confort térmico (T_s) por periodos anuales.



Así mismo, se presenta una consistencia entre las valoraciones, efectivamente más cálidas durante el periodo de calor, con una amplitud entre rangos de 13.3 °C, seguido por un descenso paulatino al periodo de transición cálido frío, acorde a una oscilación parcial de 12.5 °C, hasta el alcance de las menores consideraciones de confort térmico, en el periodo frío con una holgura mínima de 15.1 °C, para luego retomar un incremento parcial pero significativo, equivalente a una oscilación de 19.3 °C, durante el periodo de transición frío cálido.

Ahora bien, el comportamiento por indicadores hídricos, evidencia durante el periodo cálido un rango de 32.4 % a 68.7 %, mientras que durante el periodo de transición cálido frío (Transición cf), oscila entre 15.9 % y 66.0 %, seguido de una amplitud destacada de 11.5 % hasta 79.7 %, durante el periodo frío, en contraparte, a un reducido margen de 13.7 % y 42.3 % para el periodo de transición frío cálido (Transición fc) (Figura 110).

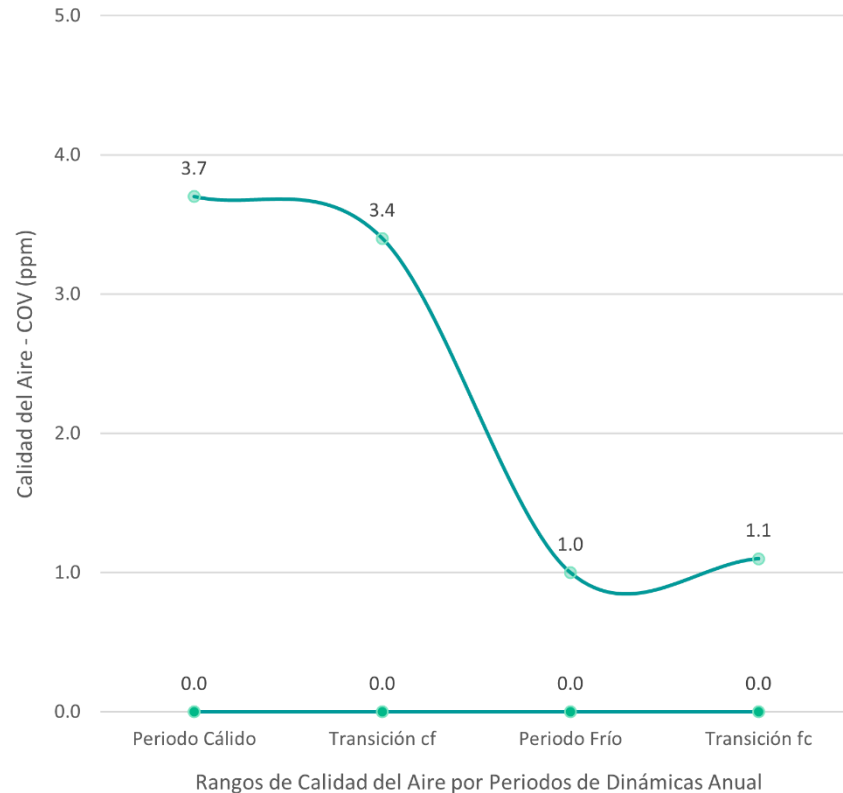
Figura 110.
Rangos de confort higrico por periodos anuales.



De igual forma, se evidencia una compleja consistencia entre las valoraciones, al demostrar durante el periodo de calor, una amplitud entre rangos de 36.3 %, seguido por un parcial descenso al periodo de transición cálido frío, acorde a una oscilación de 50.1 %, hasta el alcance de una exponencial consideración de confort higrico, en el periodo frío con una holgura de 68.2 %, para luego contrarrestar con la mínima oscilación de 28.6 %, durante el periodo de transición frío cálido, que en conclusión, permiten deducir que durante el periodo frío alude a un amplio espectro de confort higrico por parte de los ocupantes en el espacio público.

Adicionalmente, el comportamiento de los indicadores por CA COV, muestran rangos que parten de 0.0 ppm a 3.7 ppm, durante el periodo cálido, mientras que comienza un paulatino detrimento por periodo, que parten de 0.0 ppm a 3.4 ppm para condiciones de transición cálido-frío (Transición cf), seguido de 0.0 ppm a 1.0 ppm en el periodo frío, y finalizar con la mínima expresión de rangos de CA COV, en el periodo de transición frío cálido (Transición fc), de 0.0 ppm a 1.1 ppm (Figura 111).

Figura 111.
Rangos de calidad del aire (COV) por periodos anuales.

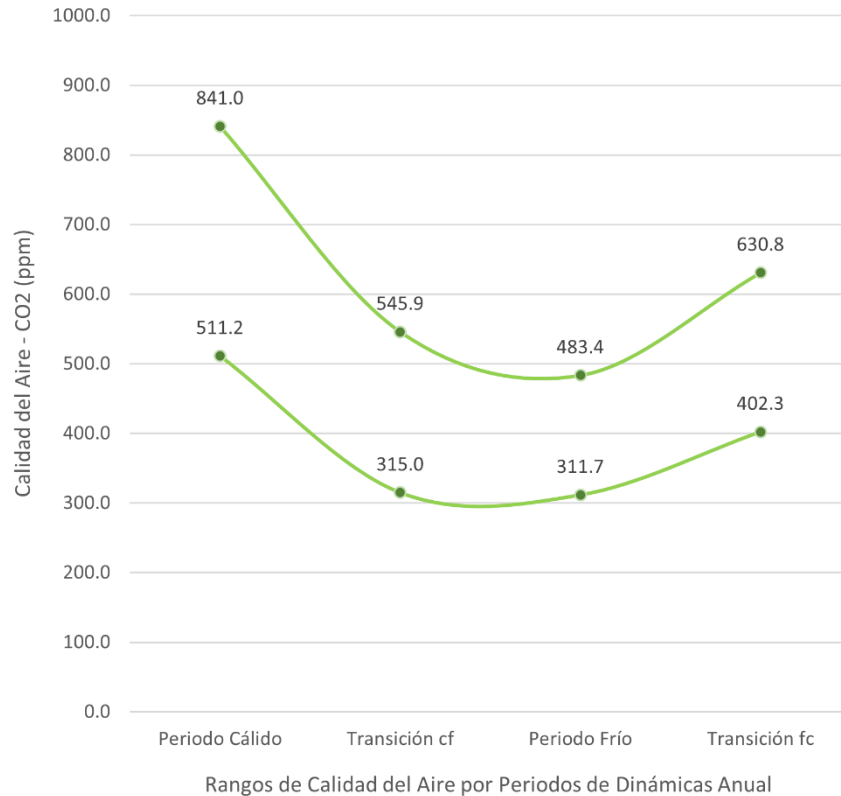


De manera que, se presenta un consistente detrimento entre las valoraciones de calidad del aire conforme al desarrollo anual, mientras más cálido (periodo de calor), denota la mayor amplitud entre rangos de 3.7 ppm, seguido por un descenso paulatino al periodo de transición cálido frío, acorde a una oscilación parcial de 3.4 ppm, al continuar durante el periodo frío con una holgura 1.0 ppm, para luego finalizar con una significativa mínima condición en el periodo de transición frío cálido (Transición fc), equivalente a una oscilación de 1.1 ppm.

A mayor abundamiento, respecto a la estimación a los indicadores por calidad del aire (CO_2), el periodo cálido presenta la mayor oscilación entre 511.2 ppm y 841.0 ppm, seguida por una parcialidad de 315.0 ppm a 545.9 ppm durante el periodo de transición cálido frío (Transición cf), seguido de un rango mínimo de confort por calidad del aire entre 311.7 y 438.2 ppm, en el periodo frío y para finalizar con una amplitud consistente a la transición de periodos (Transición fc), por 402.3 ppm a 630.8 ppm (Figura 112).

Figura 112.

Rangos de calidad del aire (CO₂) por periodos anuales.

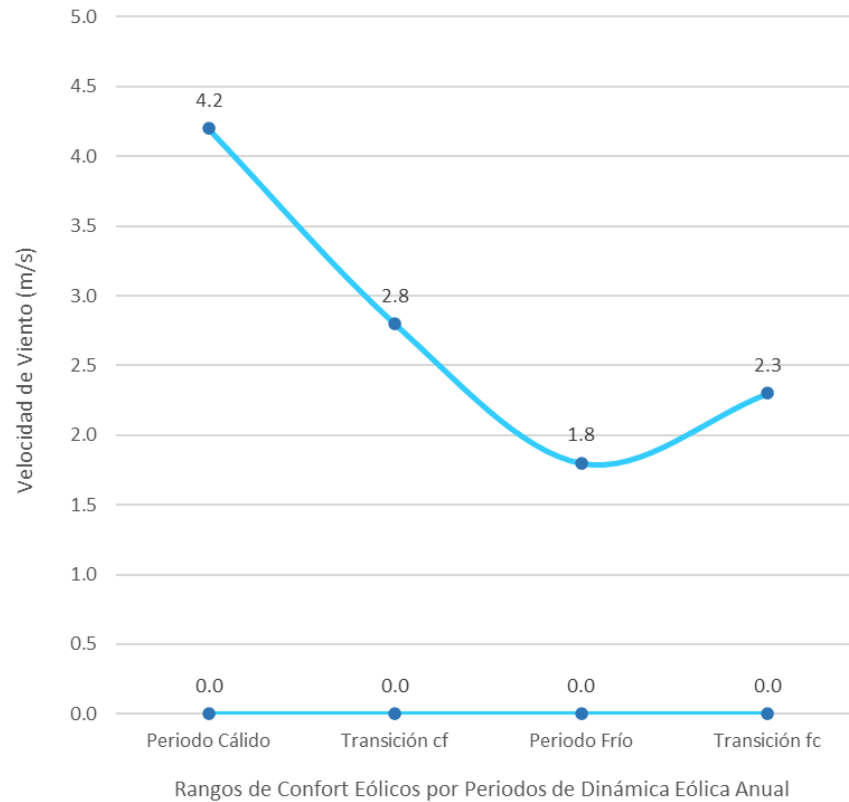


Por lo tanto, se evidencia una consistencia entre las valoraciones, efectivamente más amplias durante el periodo de calor, con una oscilación de 329.8 ppm, seguido por un descenso paulatino al periodo de transición cálido frío, acorde a una oscilación parcial de 230.9 ppm, hasta el alcance de las menores consideraciones de calidad del aire, en el periodo frío con una holgura mínima de 126.5 ppm, para luego retomar un incremento parcial pero significativo, equivalente a una oscilación de 228.5 ppm, durante el periodo de transición frío cálido.

De modo semejante, los indicadores de confort eólico (Vv), asumen rangos desde 0.0 m/s hasta 4.2, durante el periodo cálido, mientras se marca un paulatino descenso entre 0.0 m/s a 2.8 m/s, en el periodo de transición cálido frío (Transición cf), seguido de los mínimos rangos de confort, con 0.0 m/s a 1.8 m/s, por el periodo frío, y para finalizar con un incremento de 0.0 m/s a 2.3 m/s para el periodo de transición frío cálido (Transición fc) (Figura 113).

Figura 113.

Rangos de confort eólico por periodos anuales.

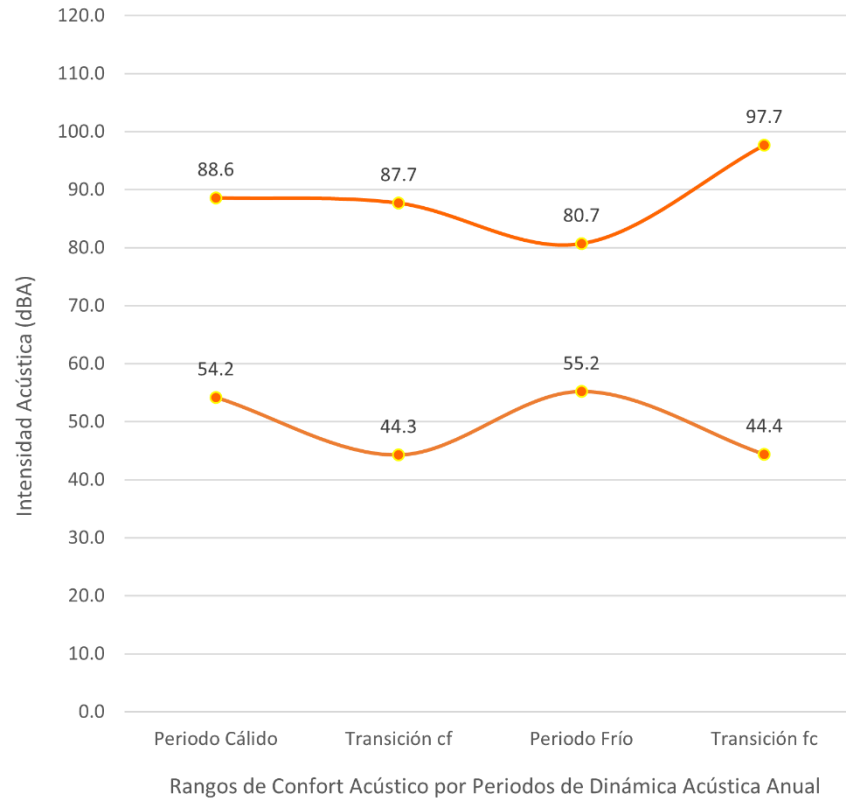


De tal manera que, se estimó una mayor velocidad de viento para solventar las condiciones cálidas durante el periodo cálido, de 4.2 m/s, por el contrario, se demandará un reducido flujo de viento en el periodo frío, 1.8 m/s, a partir de asociar un posible incremento de viento, igualmente correspondería a un aumento en la percepción de bajo calentamiento, mientras que, por otro lado, ambos periodos de transición cálido-frío y frío-cálido, se colocan en una magnitud intermedia respecto al flujo de viento, 2.8 m/s y 2.3 m/s, respectivamente.

Para la apreciación de los indicadores de confort por intensidad acústica (IA), expresan un rango de 54.2 dBA, hasta 88.6 dBA, durante el periodo cálido, esta condición se amplía en el periodo de transición cálido frío (Transición cf), que van de 44.3 dBA, hasta 87.7 dBA, mientras que durante el periodo frío, la holgura resulta estrecha entre rangos de 55.2 dBA a 80.7 dBA, para finalizar con una significativa amplitud durante el periodo de transición frío cálido (Transición fc), que va de 44.4 dBA hasta el rango máximo de 97.7 dBA (Figura 114).

Figura 114.

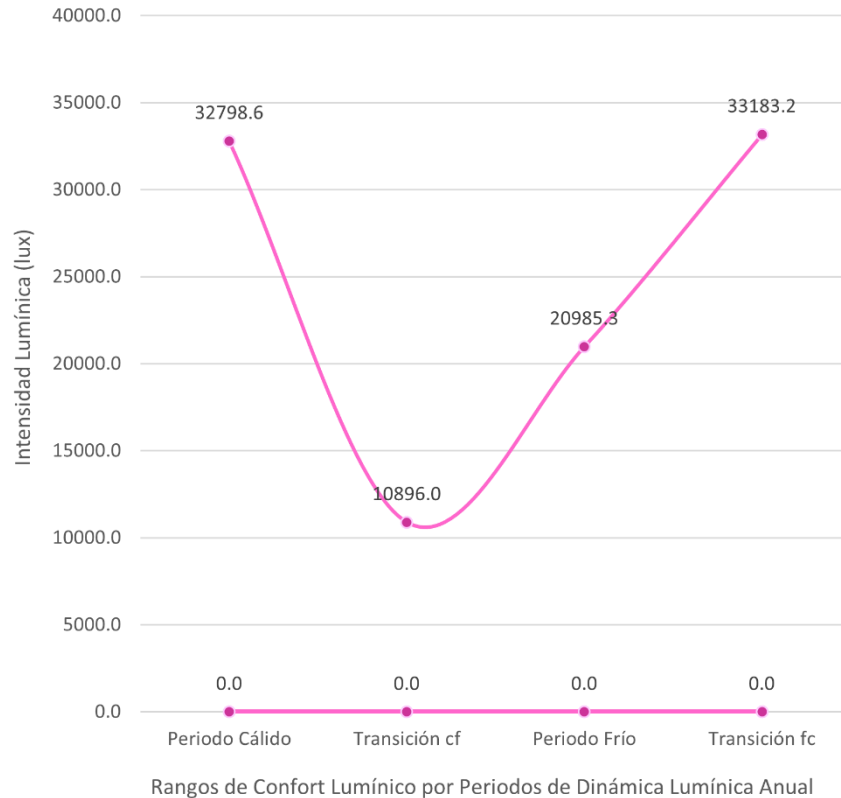
Rangos de confort acústico por periodos anuales.



De forma tal que, el comportamiento entre indicadores de confort acústico muestra una consistencia entre valoraciones, parciales durante el periodo de calor, con una oscilación de 34.4 dBA, seguido por una amplitud de espectro al periodo de transición cálido frío, acorde a una oscilación parcial por 43.4 dBA, hasta el alcance de las menores consideraciones de confort acústico, en el periodo frío con una holgura mínima de 25.5 dBA, para retomar la mayor amplitud equivalente a una oscilación por 53.3 dBA, durante el periodo de transición frío cálido.

Por último, el comportamiento de los indicadores de confort por intensidad lumínica (IL), expresan una mayor amplitud durante el periodo cálido, entre valores de 0.0 lux a 32,798.6 lux, seguido por una considerable disminución de rango entre 0.0 lux a 10,896.0 lux, para el periodo de transición cálido frío (Transición cf), seguidos por una elevación de 0.0 lux a 20,985.3 lux para el periodo frío y finalizar con una oscilación entre 0.0 lux a 33,183.2 lux (Figura 115).

Figura 115.
Rangos de confort lumínico por periodos anuales.



Por consecuencia, uno de los periodos que presenta la mayor amplitud de confort lumínico, resulta el periodo cálido con un margen de 32,798.6 lux, seguido en contraste con el menor rango por periodo, durante la transición cálido frío con 10,896.0 lux, en continuación a una recuperación de amplitud lumínica de 20,985.3 lux, durante el periodo frío y para finalizar con la máxima oscilación hasta 33,183.2 lux por el periodo de transición frío cálido.

En síntesis, los indicadores térmicos evidencian un comportamiento constante para las cuatro variables térmicas estimadas (TBS, TGg, TBH y Ts), de acuerdo a presentar una máxima de rangos durante el periodo cálido, seguido de una disminución paulatina en el periodo de transición cálido frío, hasta llegar a una mínima por los periodos fríos, sin embargo, todos muestran una recuperación a la alza durante el periodo de transición frío cálido, entre las cuales destaca el comportamiento por TBH, cuyo contraste en este último periodo de transición resulta bastante significativo (Figura 108).

Mientras que, para las condiciones de confort higríco resulta una complejidad, puesto que los dos primeros periodos registrados marcan un paulatino comportamiento, éste se extiende en extremo, durante el periodo de frío al llegar a su máxima holgura, seguido nuevamente de un contraste extremo para el periodo de transición frío cálido (Figura 110).

Por otra parte, el comportamiento de los indicadores por calidad del aire, expresan condiciones cercanas entre el comportamiento de los cuatro periodos, en el cual, conforme a condiciones cálidas, habrá una mayor presencia de contaminación del aire, asumida así como una mayor adaptación de los ocupantes, mientras que, durante el periodo frío los contaminantes en el aire, igualmente aparecen en menor proporción, por consiguiente, su estimación mínima de calidad del aire, tanto por valores de COV y CO₂.

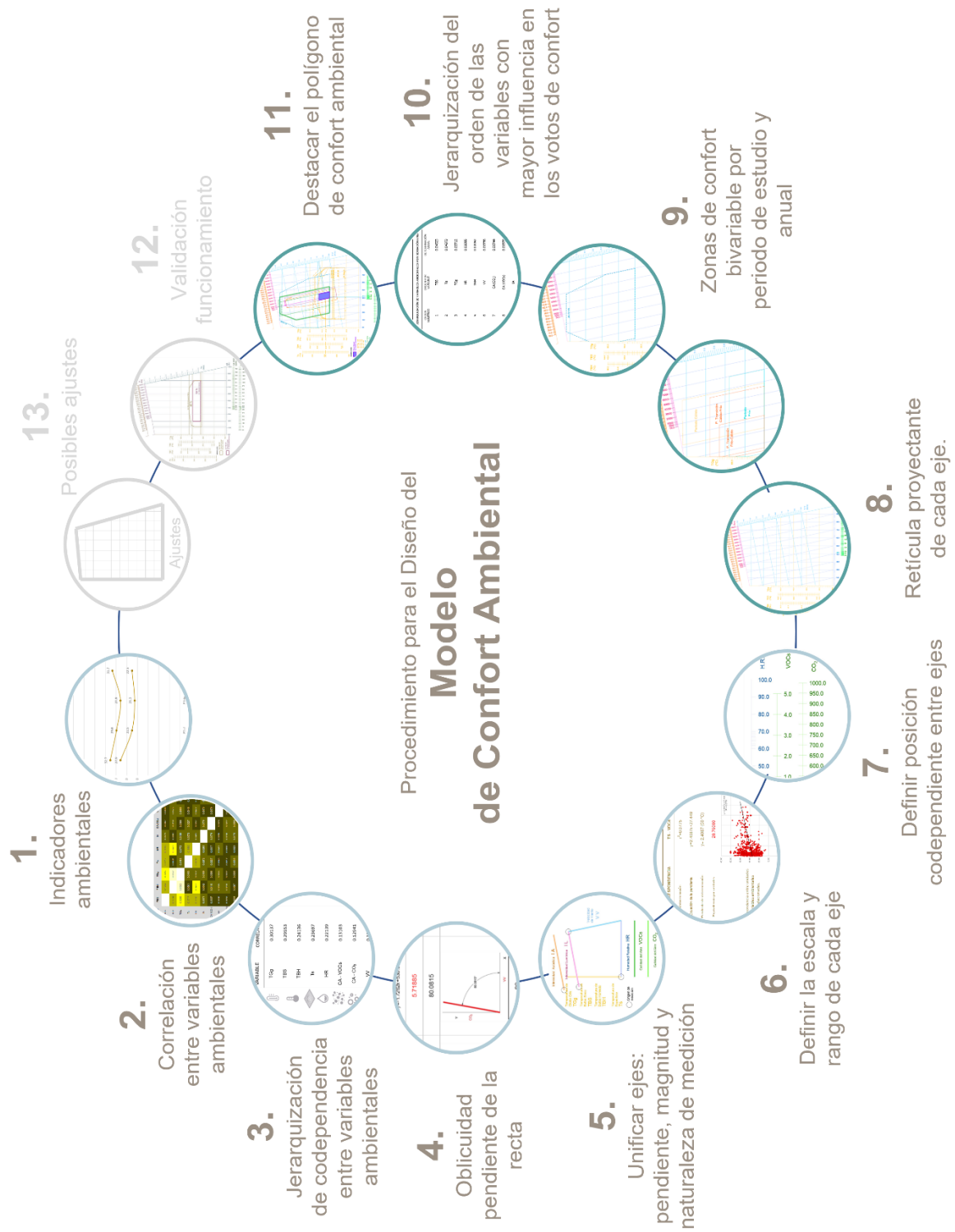
Igualmente, los indicadores eólicos, aparecen con una máxima holgura para el periodo cálido, lo cual asume que, cuando hay más calor los ocupantes prefieren una mayor velocidad del viento, en contra parte, en un periodo de frío, los usuarios prefieren menos viento (Figura 113). A su vez, respecto a los indicadores de confort acústico, estos se mantienen prácticamente constantes a lo largo del año, con una ligera disminución para el periodo frío, sin embargo, destaca igualmente una ligera amplitud, durante el periodo de transición fc (Figura 114).

Para finalizar, con el comportamiento de los indicadores lumínicos, los cuales expresan una significativa amplitud durante los periodos cálido y transición frío cálido, en contraste a la mínima oscilación en el periodo de transición cálido frío, cabe destacar entre los rangos lumínicos, en su total parten de 0.0 lux, lo cual no representa que hayan registros en campo por 0.0 lux, sino que, el comportamiento por las líneas de regresión, infieren un nivel de correlación hacia un valor de cero, ¿por qué razón? Puesto que, la campaña de estudio, fue realizada durante condiciones horarias diurnas (UTC -7), por lo cual asume en ambos turnos de encuesta, una preferentemente óptima iluminación, aún bajo espacios con sombra.

5.3. Procedimiento para el Diseño del Modelo de Confort Ambiental

A grandes rasgos, la formulación del procedimiento para la conformación del modelo gráfico de confort ambiental, es considerado a partir de catorce etapas: la obtención de los indicadores ambientales anuales (etapa 1); el nivel de correlación entre las variables (etapa 2); jerarquizar la codependencia entre variables (etapa 3); apreciar la oblicuidad por la pendiente de la recta (etapa 4); posible unificación entre ejes, al considerar el nivel de pendiente, magnitud de la variable y naturaleza de medición (etapa 5); definir la escala y rangos de graduación para cada eje (etapa 6); posición codependiente entre ejes (etapa 7); retícula proyectante de cada variable (etapa 8); a su vez, la determinación de zonas de confort por periodos de estudio (etapa 9); zonas de confort bivariantes anuales (etapa 10); ponderación de las variables con mayor influencia en los votos de confort (etapa 11); destacar el polígono de confort ambiental (etapa 12); y para finalizar con la validación por funcionamiento del modelo, a través de su cotejo a la identificación de confort por modelos clásicos e indicadores vigentes, como Auliciems, Givoni, RUROS, UTCI, PMV y PPD (etapa 13); los cuales derivan en una última etapa 14, al considerar posibles ajustes (Figura 116).

Figura 116.
Etapas del procedimiento para el diseño del modelo gráfico de confort ambiental.



De tal forma que, el anterior esquema muestra la secuencia entre las etapas a desarrollar para la graficación de las diversas zonas de confort bivariantes derivadas del registro en el espacio público en cuestión y las apreciaciones que sus ocupantes reflejaron durante los cuatro periodos representativos anuales, cuya convergencia entre zonas permiten destacar la zona integral de confort ambiental.

5.3.1. Correlación Entre Variables Ambientales

De tal forma que se comienza con la definición respecto al nivel de correlación (r^2) entre las variables ambientales registradas, durante los cuatro periodos registrados en la campaña de campo: periodo cálido (julio, agosto), periodo de transición cálido-frío (noviembre), periodo frío (enero y febrero), y periodo transición frío-cálido (abril), como se muestra a continuación.

Correlación entre variables – periodo cálido

Respecto a la apreciación de correlación de las variables ambientales durante el periodo cálido, destaca inicialmente el nivel de correspondencia entre las variables del ambiente higrotérmico con mayor determinación respecto al resto de variables (TBH, $r^2= 0.2405$), criterio que se ratifica de acuerdo a los planteamientos teóricos, señalados en los modelos de confort de Olgyay (1963); Szokolay (1985); Givoni (1994), (Tabla 32).

Tabla 32.*Coeficientes de determinación entre variables – Periodo Cálido.*

Cálido	TBH	TGg	TBS	HR	Ts	CA CO ₂	IA	Vv	IL	CA COV	Correlación	Rango
TBH		0.8052	0.1704	0.3423	0.0001	0.0110	0.0012	0.0576	0.0057	0.0110	Perfecta	1.00
TGg	0.8052		0.3285	0.0772	0.0483	0.0066	0.0189	0.0666	0.0005	0.0072	Fuerte	0.85 a 0.99
TBS	0.1704	0.3285		0.1156	0.1717	0.0007	0.0571	0.0008	0.0001	0.0053	Alta	0.5 a 0.85
HR	0.3423	0.0772	0.1156		0.1892	0.0017	0.0265	0.0472	0.0023	0.0000	Mediana	0.3 a 0.5
Ts	0.0001	0.0483	0.1717	0.1892		0.0227	0.0272	0.0046	0.0535	0.0012	Baja	0.1 a 0.3
CA CO ₂	0.0110	0.0066	0.0007	0.0017	0.0227		0.0779	0.0079	0.0938	0.0227	Positiva baja	0.01 a 0.1
IA	0.0012	0.0189	0.0571	0.0265	0.0272	0.0779		0.0070	0.0175	0.0110	Nula	0.0001 a 0.01
Vv	0.0576	0.0666	0.0008	0.0472	0.0046	0.0079	0.0070		0.0061	0.0001		
IL	0.0057	0.0005	0.0001	0.0023	0.0535	0.0938	0.0175	0.0061		0.0020		
CA COV	0.0110	0.0072	0.0053	0.0000	0.0012	0.0227	0.0110	0.0001	0.0020			

Posteriormente, la variable que presenta una mayor correlación durante el periodo cálido respecto al resto, resulta la calidad del aire por CO₂ (CA CO₂, $r^2= 0.1245$), intensidad acústica (IA, $r^2= 0.1244$), le sigue la velocidad del viento (Vv, $r^2= 0.1198$), la intensidad lumínica (IL, $r^2= 0.1181$), mientras que la calidad del aire por COV (CA COV, $r^2= 0.1060$), es la variable con una menor reciprocidad respecto al resto. A pesar de la secuencia, respecto a los niveles de correlación entre el resto de las variables ambientales, el distanciamiento entre unas y otras presenta una escasa diferenciación, por lo tanto, permite asumir una fuerte correspondencia entre el conjunto de todas las variables relacionadas.

Correlación Entre Variables – Periodo Transición Cálido-Frío

Durante el periodo de transición cálido-frío, ratifican la mayor correlación entre las variables del ambiente higrotérmico (TBS, $r^2= 0.2973$), sin embargo, aparece una anomalía respecto a la correspondencia de humedad relativa (HR) y la temperatura de superficie (Ts), al presentar una afinidad nula ($r^2= 0.0097$), (Tabla 33).

Tabla 33.*Coeficientes de determinación entre variables – P. Transición Cálido-Frío.*

Cálido-Frío	TBS	TGg	TBH	Ts	HR	CA COV	CA CO2	IA	IL	Vv	Correlación	Rango
TBS		0.8950	0.2732	0.5954	0.0956	0.0001	0.0676	0.0207	0.0096	0.0157	Perfecta	1.00
TGg	0.8950		0.2607	0.5400	0.0830	0.0004	0.0530	0.0260	0.0288	0.0165	Fuerte	0.85 a 0.99
TBH	0.2732	0.2607		0.2810	0.3914	0.2478	0.0550	0.0411	0.0095	0.0090	Alta	0.5 a 0.85
Ts	0.5954	0.5400	0.2810		0.0097	0.0028	0.0334	0.0460	0.0074	0.0087	Mediana	0.3 a 0.5
HR	0.0956	0.0830	0.3914	0.0097		0.3000	0.0009	0.0116	0.0048	0.0003	Baja	0.1 a 0.3
CA COV	0.0001	0.0004	0.2478	0.0028	0.3000		0.0061	0.0079	0.0044	0.0018	Positiva baja	0.01 a 0.1
CA CO2	0.0676	0.0530	0.0550	0.0334	0.0009	0.0061		0.0148	0.0059	0.0054	Nula	0.0001 a 0.01
IA	0.0207	0.0260	0.0411	0.0460	0.0116	0.0079	0.0148		0.0044	0.0054		
IL	0.0096	0.0288	0.0095	0.0074	0.0048	0.0044	0.0059	0.0044		0.0074		
Vv	0.0157	0.0165	0.0090	0.0087	0.0003	0.0018	0.0054	0.0054	0.0074			

Respecto a las correlaciones del resto de variables, la CA COV ($r^2= 0.1571$), vuelve a colocarse como la variable con mayor determinación respecto al resto, le sigue CA CO₂ ($r^2= 0.1242$), luego la IA ($r^2= 0.1178$), le sigue la IL ($r^2= 0.1082$), y al final se coloca en este periodo la Vv ($r^2= 0.1070$). Sin embargo, nuevamente como el periodo anterior, se permite interpretar que el distanciamiento entre los coeficientes de determinación entre las variables ambientales, no resulta tan significativo, entre unas y otras, por lo tanto, entre las variables igualmente se mantiene un consistente nivel de conexión.

Correlación Entre Variables – Periodo Frío

El comportamiento de correlación durante el periodo frío, sostiene la fuerte relación entre las variables del ambiente higrotérmico (TGg, $r^2= 0.3625$), mientras que, en esta ocasión entre sus variables, dista la paridad de HR y TBH, con un factor $r^2= 0.0240$ (Tabla 34).

Tabla 34.*Coefficientes de determinación entre variables – Periodo Frío.*

Frío	TBS	TGg	Ts	HR	TBH	Vv	IL	CA COV	CA CO2	IA	Correlación	Rango
TBS		0.8678	0.5236	0.5077	0.3290	0.1421	0.1041	0.0946	0.0304	0.0259	Perfecta	1.00
TGg	0.8678		0.4854	0.4482	0.2878	0.1408	0.1173	0.1080	0.0169	0.0222	Fuerte	0.85 a 0.99
Ts	0.5236	0.4854		0.1538	0.3283	0.1272	0.1113	0.0404	0.0218	0.0213	Alta	0.5 a 0.85
HR	0.5077	0.4482	0.1538		0.0240	0.1151	0.0593	0.0220	0.0004	0.0140	Mediana	0.3 a 0.5
TBH	0.3290	0.2878	0.3283	0.0240		0.0137	0.0268	0.0627	0.0690	0.0078	Baja	0.1 a 0.3
Vv	0.1421	0.1408	0.1272	0.1151	0.0137		0.0452	0.0180	0.0238	0.0135	Positiva baja	0.01 a 0.1
IL	0.1041	0.1173	0.1113	0.0593	0.0268	0.0452		0.0180	0.0032	0.0076	Nula	0.0001 a 0.01
CA COV	0.0946	0.1080	0.0404	0.0220	0.0627	0.0180	0.0180		0.0331	0.0007		
CA CO2	0.0304	0.0169	0.0218	0.0004	0.0690	0.0238	0.0032	0.0331		0.0113		
IA	0.0259	0.0222	0.0213	0.0140	0.0078	0.0135	0.0076	0.0007	0.0113			

Ahora bien, para el resto de las variables ambientales, la Vv se coloca en primera instancia ($r^2= 0.1639$), luego la IL ($r^2= 0.1493$), posteriormente CA COV ($r^2= 0.1398$), le sigue la CA CO² ($r^2= 0.1210$), y finaliza con la IA ($r^2= 0.1124$). Nuevamente se reitera, el mínimo factor de diferenciación entre la correspondencia de las variables, por lo tanto, sostienen una correlación consistente.

Correlación Entre Variables – Periodo Transición Frío-Cálido

Como cierre de correlación entre los periodos, las condiciones durante la transición frío-cálido, consolidan su fuerte nivel de correspondencia (TBS, $r^2= 0.3240$), entre las cuales destaca la alta reciprocidad entre las variables TBH y HR ($r^2= 0.9297$), (Tabla 35).

Tabla 35.*Coeficientes de determinación entre variables – P. Transición Frío-Cálido.*

Frío-Cálido	TBS	TGg	Ts	TBH	HR	CA CO ₂	CA COV	IA	Vv	IL	Correlación	Rango
TBS		0.9000	0.6000	0.2300	0.2066	0.1802	0.0569	0.0400	0.0200	0.0060	Perfecta	1.00
TGg	0.9000		0.6000	0.2100	0.1727	0.1597	0.0474	0.0500	0.0300	0.0007	Fuerte	0.85 a 0.99
Ts	0.6000	0.5900		0.1146	0.0790	0.0501	0.0239	0.0400	0.0300	0.0040	Alta	0.5 a 0.85
TBH	0.2300	0.2100	0.1146		0.8908	0.0029	0.0100	0.0100	0.0238	0.0011	Mediana	0.3 a 0.5
HR	0.2066	0.1727	0.0790	0.8908		0.0015	0.0150	0.0054	0.0197	0.0093	Baja	0.1 a 0.3
CA CO ₂	0.1802	0.1597	0.0501	0.0029	0.0015		0.0463	0.0216	0.0004	0.0004	Positiva baja	0.01 a 0.1
CA COV	0.0569	0.0474	0.0239	0.0100	0.0150	0.0463		0.0043	0.0181	0.0013	Nula	0.0001 a 0.01
IA	0.0400	0.0500	0.0400	0.0100	0.0054	0.0216	0.0043		0.0001	0.0035		
Vv	0.0200	0.0300	0.0300	0.0238	0.0197	0.0004	0.0181	0.0001		0.0002		
IL	0.0060	0.0007	0.0040	0.0011	0.0093	0.0004	0.0013	0.0035	0.0002			

De igual manera, respecto a las variables ambientales, se coloca en primera instancia la CA CO₂ ($r^2 = 0.1463$), le sigue la CA COV ($r^2 = 0.1223$), la IA ($r^2 = 0.1175$), continua la Vv ($r^2 = 0.1142$), y finaliza la posición de IL ($r^2 = 0.1027$), de la cual destaca en esta ocasión un distanciamiento de esta última, con respecto al resto de variables, más nuevamente es de destacarse, que el distanciamiento entre las variables ambientales, de acuerdo a su factor de determinación es menor entre unas y otras, con la excepción de la IL.

El contenido del presente apartado, posibilita además de apreciar y ponderar los niveles de correlación entre las variables, ubicar igualmente su jerarquización y comportamiento entre cada uno de los periodos de dinámica ambiental estimados, por lo cual a continuación se demostrará el nivel de jerarquización integrada de forma anualizada.

5.3.2. Jerarquización de Codependencia entre Variables

En consecuencia a la ponderación de correlaciones por periodos entre las variables ambientales, se realiza la distinción de jerarquización para cada una de las variables de acuerdo a cada uno de los cuatro periodos, de los cuales, como fue mencionado anteriormente, las variables del ambiente térmico (TGg, TBS, TBH, Ts y HR), destacan en las primeras posiciones de correspondencia, le siguen las variables de la calidad del aire (COV y CO₂), y se finalizan con las tres variables de menor correlación Vv, IL e IA (Tabla 36).

Tabla 36.*Jerarquización entre correlación de variables por periodo de registro.*

Periodo Cálido	Nivel de Correlación	Transición Cálido-Frío	Nivel de Correlación	Periodo Frío	Nivel de Correlación	Transición Frío-Cálido	Nivel de Correlación
TBH	0.24045	TBS	0.29729	TBS	0.36252	TBS	0.32397
TGg	0.23590	TGg	0.29034	TGg	0.34944	TGg	0.31705
TBS	0.18502	TBH	0.25687	Ts	0.28131	Ts	0.25316
HR	0.18020	Ts	0.25244	HR	0.23445	TBH	0.24932
Ts	0.15185	HR	0.18973	TBH	0.21491	HR	0.24000
CA CO ₂	0.12450	CA COV	0.15713	Vv	0.16394	CA CO ₂	0.14631
IA	0.12443	CA CO ₂	0.12421	IL	0.14928	CA COV	0.12232
Vv	0.11979	IA	0.11779	CA COV	0.13975	IA	0.11749
IL	0.11815	IL	0.10822	CA CO ₂	0.12099	Vv	0.11423
CA COV	0.10605	Vv	0.10702	IA	0.11243	IL	0.10265

De la anterior tabla, destacan las apreciaciones que posibilitan los niveles de correlación entre las variables por cada periodo, por lo cual destacan las diferencias y coincidencias entre el comportamiento de las mismas, tal es el caso durante el periodo cálido, la TBH sostiene un fuerte nivel de correspondencia respecto al resto, y resulta la única en la cual dista entre todas la relación entre CA COV, mientras que en su contraste, el periodo frío la TBS recupera su posición constante de mayor correlación, y la IA se ubica en la última puesto, por otra parte la TGg sostiene una firme segunda posición durante el transcurso de los cuatro periodos, de forma significativa, criterios y valoraciones que a su vez, son promediados para ubicar su posición de forma anual (Tabla 37).

Tabla 37.*Jerarquización por nivel de correlación entre variables ambientales, anualizada.*

ORDEN NUMÉRICO	VARIABLE	CORRELACIÓN
1	TGg	0.30137
2	TBS	0.29553
3	TBH	0.24136
4	Ts	0.23697
5	HR	0.21110
6	CA COV	0.13103
7	CA CO ₂	0.12941
8	Vv	0.12670
9	IL	0.11938
10	IA	0.11817

A partir de la anterior tabla, el posicionamiento de cada variable resulta fundamental para la conformación del modelo gráfico de confort ambiental, con el propósito de ubicar la secuencia entre los niveles de correlación de las variables durante el transcurso del año representativo estimado (julio 2023 a abril 2024), en la cual destaca en primer lugar de correspondencia la TGg, variable que resulta consistente al referir a las condiciones de temperatura para condiciones en exterior, luego le siguen las TBS, TBH y Ts, le continua la HR y con un significativa diferencia, continúan las variables de calidad del aire COV y CO₂, posteriormente la Vv, y en últimos lugares la IL e IA respectivamente, por lo tanto, las dos últimas, son las variables que expresan la más distante paridad entre el resto de las variables.

5.3.3. Conformación Gráfica del Modelo de Confort Ambiental

La integración gráfica para el modelo de confort ambiental en espacios públicos abiertos (Modelo CAEPA), estima la proyección de las zonas de confort bivariantes, de acuerdo a la anterior secuencia de variables, establecida por su nivel de correlación (ej. TGg y HR, como hacen referencia los modelos teóricos de confort higrotérmicos), por lo tanto, a continuación se muestra además de su secuencia entre variables el conocimiento de la oblicuidad u ortogonalidad en la pendiente de la recta para cada correlación bivariable.

5.3.4. Oblicuidad en la Pendiente de la Recta

La primera correlación bivariable, se encuentra conforme a los planteamientos teóricos señalados en los modelos de confort de Olgyay (1963); Szokolay (1985); Givoni (1994), en los cuales se ubican las condiciones de confort higrotérmicos, al ubicar en los ejes de abscisas la HR y las ordenadas para temperaturas, criterio que fue respaldado en los resultados de correlación del presente estudio.

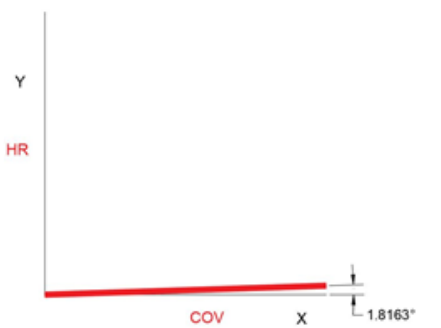
Posterior a ello, al término del eje de HR, continúa la correlación bivariable entre la HR – CA COV, de acuerdo a la secuencia ubicada en la anterior Tabla 37, cuya pendiente equivalente al promedio ponderado de los cuatro periodos estimados, resulta en $y=0.0342875x$, resultado que obtiene un ángulo (derivado de la aplicación de $\tan^{-1}$) en 1.8163° (Tabla 38), sin embargo al considerar una pendiente menor al 5.0 %, se considera la adecuación al ángulo equivalente a 0° .

Tabla 38.

Pendiente de la recta, correlación HR-CA COV.

ECUACIÓN/PENDIENTE	HR - CA COV
Periodo Cálido	$y = -0.00005x + 0.405$
P. Transición Cálido-Frío	$y = 0.132x - 0.9856$
Periodo Frío	$y = -0.0029x + 0.5425$
P. Transición Frío-Cálido	$y = -0.0022x + 0.1733$
Pendiente	0.0342875
$\tan^{-1}$	1.8163

Gráfico de la Pendiente



The graph shows a coordinate system with a vertical Y-axis labeled 'HR' and a horizontal X-axis labeled 'COV'. A red line is plotted, starting near the origin and extending slightly upwards to the right. An arc indicates the angle of the line with the X-axis, labeled as 1.8163°.

Adecuación de Ángulo	0
----------------------	---

A su vez, la correlación bivariable de CA COV y CA CO₂, presenta una pendiente equivalente igualmente que su antecesora, al promedio ponderado de los cuatro periodos estimados, resultante en $y = 0.0017x$, resultado que obtiene un ángulo (derivado de la aplicación de $\tan^{-1}$) en 0.0974 ° (Tabla 39), que de acuerdo al mismo criterio y considerar una pendiente menor al 5.0 %, se considera la adecuación al ángulo equivalente a 0°.

Tabla 39.

Pendiente de la recta, correlación CA COV-CA CO₂.

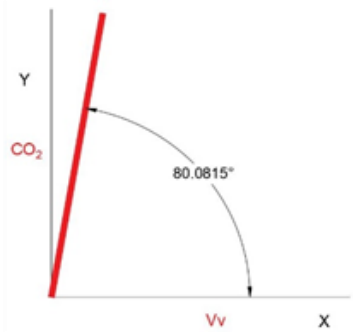
ECUACIÓN/PENDIENTE	CA COV - CA CO ₂
Periodo Cálido	$y=0.0005x+0.0343$
P. Transición Cálido-Frío	$y=0.0043x+3.0961$
Periodo Frío	$y=-0.0014x+0.9509$
P. Transición Frío-Cálido	$y=0.0006x-0.0646$
Pendiente	0.0017
$\tan^{-1}$	0.0974

Gráfico de la Pendiente

Adecuación de Ángulo	0
----------------------	---

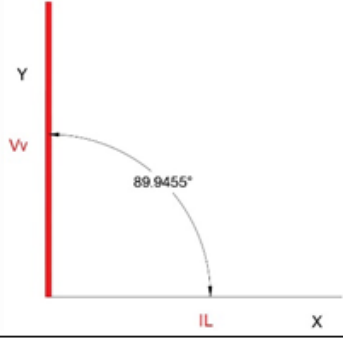
Por otra parte, se continua con la correlación entre las variables de CA CO₂ y Vv, las cuales presentan una pendiente promedio ponderada de los cuatro periodos estimados, resultante en $y=5.6781x$, resultado que obtiene un ángulo (derivado de la aplicación de $\tan^{-1}$) en 80.0815 ° (Tabla 40), sin embargo en esta correlación, la pendiente sostiene durante los cuatro periodos una valoración negativa, por lo cual la orientación del ángulo obtenido, se estimará de forma inversa, equivalente a -80.0 °.

Tabla 40.
Pendiente de la recta, correlación CA CO₂-Vv.

ECUACIÓN/PENDIENTE	CA CO ₂ - Vv
Periodo Cálido	$y = -5.4121x + 676.79$
P. Transición Cálido-Frío	$y = -3.4631x + 434.16$
Periodo Frío	$y = -12.111x + 400.67$
P. Transición Frío-Cálido	$y = -1.7262x + 530.91$
Pendiente	5.6781
$\tan^{-1}$	80.0815
Gráfico de la Pendiente	
Adecuación de Ángulo	80

Del mismo modo, la correlación entre las variables de Vv e IL, presenta una pendiente ponderada, resultante en $y = 1051.755x$, aspecto que demuestra un ángulo (derivado de la aplicación de $\tan^{-1}$) de 89.9455 ° (Tabla 41), de acuerdo al criterio de considerar la adecuación al ángulo, será equivalente a 90°.

Tabla 41.
Pendiente de la recta, correlación Vv-IL.

ECUACIÓN/PENDIENTE	Vv - IL
Periodo Cálido	y=565.68x+8971.6
P. Transición Cálido-Frío	y=360.22x+3556.6
Periodo Frío	y=3077.5x+4920.2
P. Transición Frío-Cálido	y=-203.62x+7638.2
Pendiente	1051.755
$\tan^{-1}$	89.9455
Gráfico de la Pendiente	
Adecuación de Ángulo	90

Para finalizar con la apreciación de las pendientes entre la correlación bivariable de IL e IA, se presenta una pendiente promedio ponderada, resultante en $y=0.000069x$, al demostrar un ángulo (derivado de la aplicación de $\tan^{-1}$) en 0.003 ° (Tabla 42), que de acuerdo al anterior criterio y considerar una pendiente menor al 5.0 %, se considera la adecuación al ángulo equivalente a 0°, por lo cual marca una continuidad llana, entre esta correlación bivariable y su antecesora.

Tabla 42.
Pendiente de la recta, correlación IL-IA.

ECUACIÓN/PENDIENTE	IL - IA
Periodo Cálido	y=0.0001x+70.011
P. Transición Cálido-Frío	y=0.0001x+66.367
Periodo Frío	y=0.000006x+66.919
P. Transición Frío-Cálido	y=0.00007x+68.423
Pendiente	0.000069
$\tan^{-1}$	0.003

Gráfico de la Pendiente

Adecuación de Ángulo	0
----------------------	---

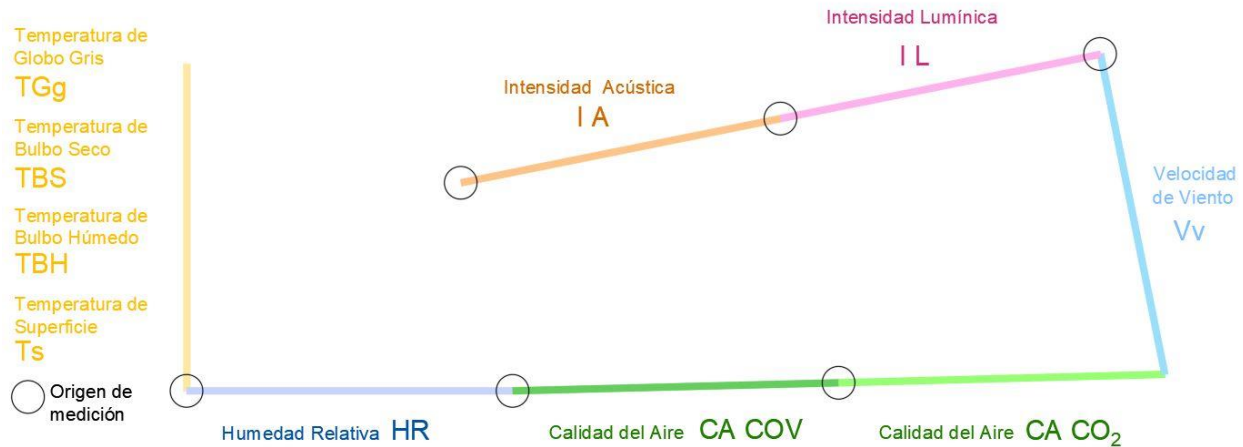
En este sentido, al apreciar el comportamiento de las pendientes de las rectas derivadas de la secuencia de correlación jerarquizada de las diez variables ambientales estimadas, posibilita a continuación la apreciación de los ejes conforme a su pendiente, aunado a la correspondiente magnitud y naturaleza de medición para cada una de las variables.

5.3.5. Valoración de Ejes – Pendiente, Magnitud y Naturaleza de Medición.

De tal manera que, de forma inicial se grafica la integración respecto al comportamiento de las pendientes de la recta, al representar el trayecto conforme al ángulo detectado previamente (Tabla 38 a Tabla 42), de lo cual se hace hincapié en el origen del punto de medición (círculo negro, Figura 117) para cada uno de los ejes correspondientes a la secuencia de correlación de variables ambientales ubicados en la anterior Tabla 37.

Figura 117.

Ángulo de la pendiente por variable ambiental.

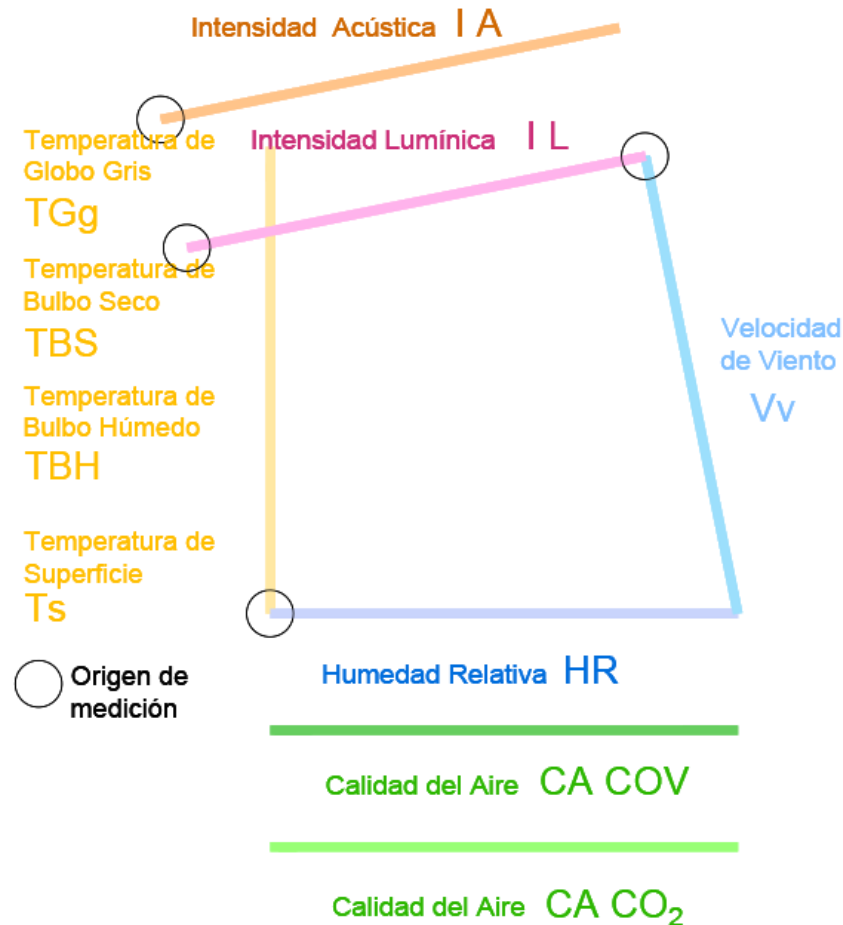


Derivado de la proyección gráfica de las pendientes, se identifica para los casos de los ejes de CA COV, CA CO₂, IL e IA, un comportamiento llano, en correspondencia a la continuidad que marca su eje inmediato anterior, aspecto que posibilita una unificación entre los ejes, conforme a las siguientes consideraciones:

- Por comportamiento de la pendiente de la recta
- Por el grado de correlación entre las variables
- Por la naturaleza de medición de las variables

De tal forma, se aplica una unificación de ejes a las variables antes señaladas, al quedar de la siguiente manera, en el eje de las ordenadas (Y) cuadrante izquierdo, se alojan las variables de temperatura, en el orden correspondiente al nivel de correlación con el resto de variables, TGg, TBS, TBH y Ts, posteriormente en el eje de las abscisas (X) cuadrante inferior, se ubican las variables de HR, CA COV y CA CO₂ (Figura 118).

Figura 118.
Unificar ejes por pendiente, magnitud y naturaleza de medición.



Así mismo, se presenta una condición particular respecto a la situación del eje donde se ubica la Vv, puesto que continua en la secuencia de correlación con la variable de CA CO₂, sin embargo al mismo tiempo destaca su orientación inversa apreciada conforme a la pendiente de la recta anteriormente (Tabla 40), por lo tanto su ajuste de posición y ubicación del punto de origen de medición, se encuentra en posición opuesta a la continuidad que venían presentando los anteriores ejes (Figura 118), adicionalmente se coloca como única variable en el eje, a partir de retomar la consideración de los tres criterios de determinación del eje, comportamiento distintivo de su pendiente, el grado de correlación con sus siguientes variables IL e IA, así como una significativa diferenciación entre la naturaleza de medición de las variables.

Para finalizar con la disposición en el eje de las abscisas (X) cuadrante superior, donde se ubicará la unificación de variables respectivas a IL e IA, ajuste que responde a los tres criterios, comportamiento correspondiente entre las pendientes de sus rectas, las dos variables expresan magnitudes significativas con respecto al resto, aunado a resultar ambas, en una distante correlación con respecto al resto, por lo cual se fundamenta su unificación, al dejar en claro una posición inicial para la IL, seguida de la variable IA, en atención al nivel de correlación, anteriormente mencionado (Tabla 37).

5.3.6. Escalas, Rangos y posición codependiente de cada Eje

Definir la escala y el rango de cada eje, es considerada conforme a la variable que representa y el registro histórico que se tiene de información de la variable en cuestión, de tal manera que, para las variables que no presentan información con estas condiciones, la toma de decisión para la proporción de graduación de los ejes (p.ej. las variables CA COV, CA CO₂, IL e IA), corresponden al valor de la pendiente producto de la correlación con la variable ambiental inmediata anterior, es decir que, por jerarquización de correlación se presentan de la siguiente manera:

- Eje ordenadas -TGg, TBS, TBH, Ts – con eje de abscisas HR.
- Eje abscisas – CA COV, CA CO₂ – con eje de ordenadas Ts.
- Eje de ordenadas – Vv – con eje de abscisas CA CO₂.
- Eje de abscisas – IL, IA – con eje de ordenadas Vv.

Para la graduación de temperatura, se consideró a partir de la variable de TBS, al contar con información de su comportamiento histórico climático, el cual alcanza un máximo de 41.5 °C (SMN, 2023), con respecto al valor encontrado de TBS y su valor neutral de 26.8 °C (Tabla 43), lo cual marca una diferencia de 14.7 °C, equivalente entre el registro máximo y el rango máximo anual proporcional al 35.0 %, el cual permite asumir +35.0 % (41.5 °C) respecto al rango neutral y -34.0 % (12.2 °C), para la variable de TBS.

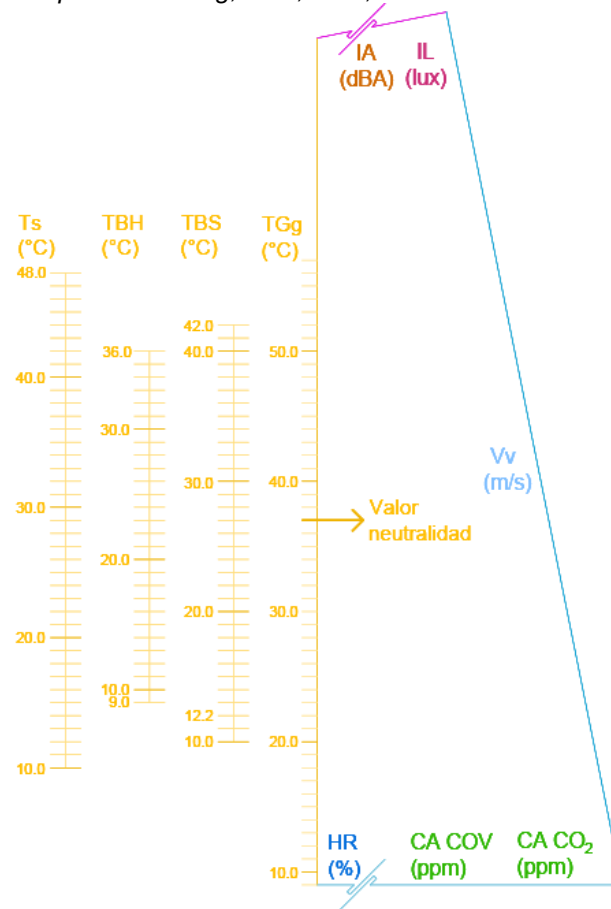
Tabla 43.
Valores neutrales y rangos anuales, por variable ambiental.

Indicador	Variable	Escala de Percepción	PERIODO ANUAL (2023-2024)		
			-2 DE	+2 DE	Amplitud
Térmico	TGg (°C)	Sensación térmica	27.5	39.6	12.2
		Preferencia térmica	25.4	37.9	12.6
	TBS (°C)	Sensación térmica	23.4	30.3	6.9
		Preferencia térmica	21.9	29.5	7.7
	TBH (°C)	Sensación térmica	18.0	23.7	5.8
		Preferencia térmica	17.1	23.7	6.6
Hígrico	Ts (°C)	Sensación térmica	21.7	36.7	15.1
		Preferencia térmica	19.3	35.1	15.8
	HR (%)	Sensación hídrica	18.4	64.2	45.8
		Preferencia hídrica	20.1	62.9	42.8
Calidad Aire	CA (ppm)	Sensación CA CO ₂	0.0	2.3	2.3
		Preferencia CA CO ₂	0.0	2.4	2.4
	CA (ppm)	Sensación CA COV	385.1	625.3	240.2
		Preferencia CA COV	391.7	590.6	198.9
Eólico	Vv (m/s)	Sensación eólica	0.0	2.8	2.8
		Preferencia eólica	0.0	3.0	3.0
Lumínico	IL (lux)	Sensación lumínica	0.0	24,465.8	24,465.8
		Preferencia lumínica	0.0	28,665.5	28,665.5
Acústico	IA (dBA)	Sensación acústica	49.5	88.7	39.2
		Preferencia acústica	50.5	87.1	36.6

A su vez, este mismo criterio proporcional de -35.0 % y +35.0 %, se aplica al resto de temperaturas y sus valores neutrales, a razón de la ausencia de los valores históricos climáticos para TGg, TBH y Ts, por lo cual se determina un rango de escalas para TGg, entre 17.1 °C y 56.3 °C; respecto a las graduaciones para la TBH, se ubican entre 9.9 °C y 35.4 °C; mientras que para los rangos de Ts, se consideran entre las escalas de 10.9 °C y 47.2 °C, de lo cual se destacan el rango mínimo entre las temperaturas, equivalente a un mínimo de 9.9 °C y máximo 56.3 °C, amplitud que se aprecia en el primer eje de las ordenadas (Figura 119).

Figura 119.

Graduaciones para ejes de temperaturas TGg, TBS, TBH, Ts.



Cabe destacar, para la ubicación de cada una de las graduaciones de los ejes de TGg, TBS, TBH y Ts, se retomó el criterio implementado por Olgyay (1963) y Givoni (1981), en el cual consideran un paralelismo entre variables ubicadas en el mismo eje de las ordenadas (cuadrante izquierdo, Figura 119), al apreciar una condicionante en común, la cual deriva en la identificación del punto de convergencia entre el valor de neutralidad de la variable en cuestión, en este caso de temperaturas y su consecutivo valor de neutralidad con respecto al eje, es decir, una alineación de las variables que se encuentran en el mismo eje, conforme a la ubicación del valor neutral de la variable “guía”, la cual contiene el mayor valor de correlación.

Ahora bien, para el eje de las abscisas consecutivo (cuadrante inferior, Figura 120), se encuentra la variable de HR, de la cual igualmente se conoce su antecedente histórico climático, con una condición máxima de 100.0 % y mínima extrema 0.2 %, motivo por el cual se

considera en su totalidad de 0.0 % a 100.0 % su graduación en el eje, así mismo resulta relevante ubicar en la escala de graduación el valor neutral anual (Tabla 43), equivalente a 40.9 %, por lo tanto, será el criterio de intersección del punto neutral anterior (Ts, 29.1 °C) y la proyección perpendicular al eje consecutivo (CA COV, 0.6 ppm) (Figura 120).

A partir del criterio de proporción del eje consecutivo (en este caso CA COV), respecto al valor de la pendiente, producto de la correlación con la variable ambiental inmediata anterior (del eje de las ordenadas, cuadrante izquierdo), en este caso Ts, estimada a una escala de graduación máxima promedio de 50.0 °C, cuya ecuación de la pendiente será cotejada respecto a 50.0 °C (Tabla 44), resulta en una equivalencia por unidades, de 0 a 20.76 ppm.

Tabla 44.
Correspondencia entre unidades de Ts – COV.

CRITERIO CORRESPONDENCIA	CA COV - Ts
Determinación	$r^2=0.0775$
Ecuación de la pendiente	$y=2.4087x+27.449$
Pendiente de determinación	$(50\text{ }^{\circ}\text{C}) = 2.4087\text{ }x$
Equivalencia por unidades	20.76000

Correspondencia entre unidades de variables ambientales correlacionadas.

En esta misma tesitura, la graduación para la variable consecutiva por CA CO₂, se encuentra igualmente proporcional, a la graduación del eje y su variable inmediata anterior (en este caso, Ts), cuya pendiente resulta en la ecuación $y=0.0332x$, lo cual equivale a, por cada 50.0 °C, es equiparable a 1,506.024 ppm (Tabla 45).

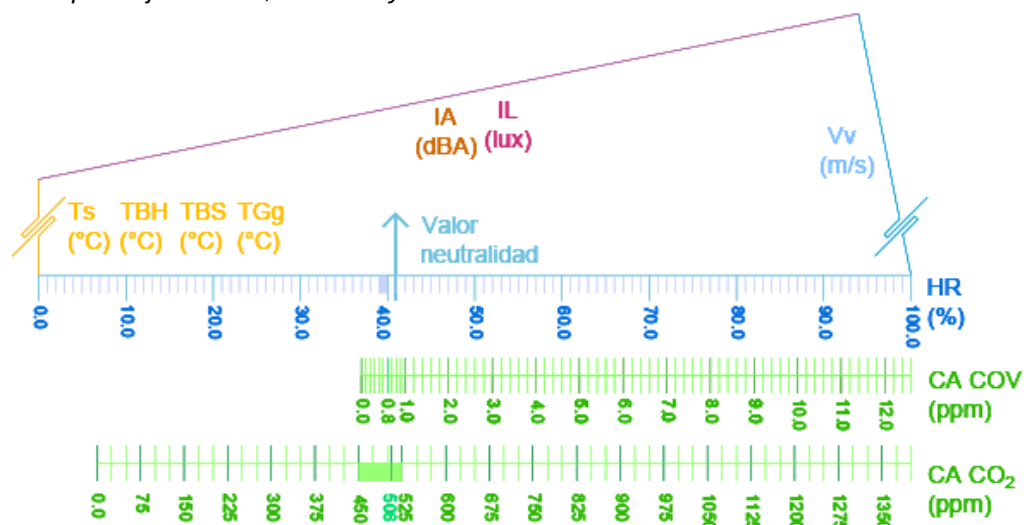
Tabla 45.
Correspondencia entre unidades de Ts – CA CO₂.

CRITERIO CORRESPONDENCIA	CA CO ₂ - Ts
Determinación	$r^2=0.4726$
Ecuación de la pendiente	$y=0.0332x+12.349$
Pendiente de determinación	$(50\text{ }^{\circ}\text{C}) = 0.0332\text{ }x$
Equivalencia por unidades	1,506.02409

Correspondencia entre unidades de variables ambientales correlacionadas.

De forma tal, que el resultado gráfico para el eje de las abscisas (cuadrante inferior), considera en primer plano la variable HR, de acuerdo a una escala de 0.0 % a 100.0 %, seguida de la variable de CA COV, conforme a una graduación de 0.0 ppm a 20.76 ppm, y en tercer lugar se encuentra la variable CA CO2, acorde a una graduación entre 0.0 ppm a 1,506.02 ppm, cabe destacar que ambos ejes para la determinación de la calidad del aire, se encuentran sujetos a la disposición de su valor neutral, con respecto al valor neutral de la variable “guía”, en este caso HR (Figura 120).

Figura 120.
 Graduaciones para ejes de HR, CA COV y CA CO₂.

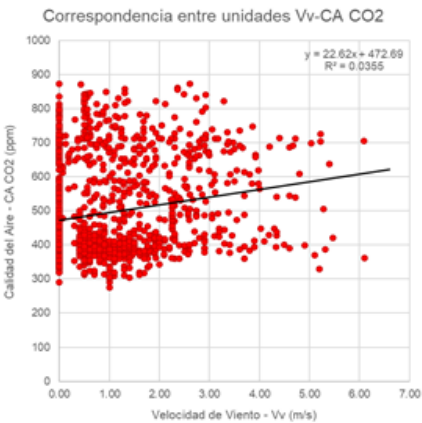


En continuidad al abordaje para la proporción de graduación en el eje consecutivo correspondiente a la variable de Vv, igualmente consideró la variable inmediata anterior, en este caso CA CO₂, por lo que resulta en una ecuación derivada de su correlación en $y=22.62x+472.69$, al considerarse para este caso un promedio de comportamiento de la velocidad del viento en 5.0 m/s, de acuerdo al promedio máximo anual registrado en sitio, corresponde a una graduación hasta por 4.52 m/s (Tabla 46).

Tabla 46.
 Correspondencia entre unidades de Vv – CO₂.

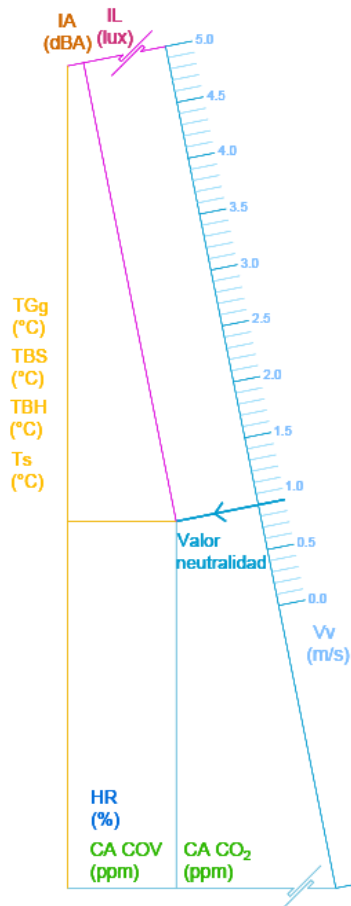
CRITERIO CORRESPONDENCIA	Vv - CA CO ₂
Determinación	$r^2=0.0355$
Ecuación de la pendiente	$y=22.62x+472.69$
Pendiente de determinación	$(5.0 \text{ m/s}) = 22.62 \text{ x}$
Equivalencia por unidades	4.52400

Correspondencia entre unidades de variables ambientales correlacionadas.



De tal manera que, el eje correspondiente a la variable de Vv, vuelve a presentar una condición destacada respecto al resto, al resultar la única variable en el eje, derivada de su cambio de dirección conforme a la pendiente de la recta, sino que además, considera su graduación al encontrarse sujeta a la convergencia de los valores neutrales de los ejes inmediatos anteriores, es decir TGg y HR, donde a partir de éste punto se proyecta la línea perpendicular al eje de Vv, coincidente con el valor neutral de la misma variable (Figura 121).

Figura 121.
Graduaciones para eje de Vv.



Para terminar con la ponderación de la graduación de los ejes ubicados en el eje de las abscisas (cuadrante superior) correspondientes a IL e IA, de las cuales se retoma por nivel de correlación, en primer plano la variable de IL, la cual comparada respecto a eje y su variable inmediata anterior (como ha sido el criterio anteriormente), resulta en una ecuación de la recta equivalente a $y=0.00002x+0.7501$, entre los valores se consideran los 4.52 m/s anteriormente obtenidos como graduación de Vv, lo cual resulta en, por cada 4.52 m/s se presentan 226,000.00 lux (Tabla 47).

Tabla 47.
Correspondencia entre unidades de IL – Vv.

CRITERIO CORRESPONDENCIA	IL - Vv
Determinación	$r^2=0.0171$
Ecuación de la pendiente	$y=0.00002x+0.7501$
Pendiente de determinación	$(4.52 \text{ m/s}) = 0.00002 \text{ x}$
Equivalencia por unidades	226,000.00000

Correspondencia entre unidades de variables ambientales correlacionadas.

Mientras que la proporción de unidades para la variable IA, cotejada nuevamente con la graduación del eje inmediato anterior Vv, corresponde a una ecuación de la recta, resultante en $y=0.0156x-0.1999$, de lo cual se retoman las valoraciones obtenidas en campo respecto a Vv (4.52 m/s), lo cual deduce que, por cada 4.52 m/s se relacionan 289.74359 dBA (Tabla 48).

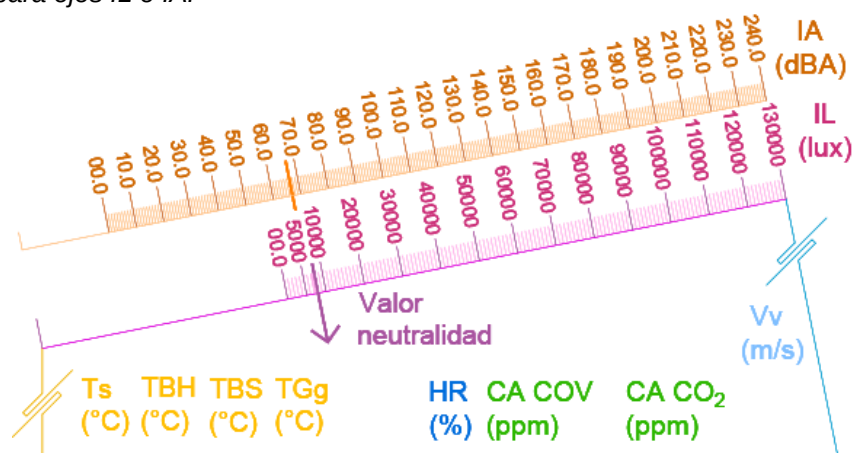
Tabla 48.
Correspondencia entre unidades de IA – Vv.

CRITERIO CORRESPONDENCIA	IA - Vv
Determinación	$r^2=0.0148$
Ecuación de la pendiente	$y=0.0156x-0.1999$
Pendiente de determinación	$(4.52 \text{ m/s}) = 0.0156 \times$
Equivalencia por unidades	289.74359

Correspondencia entre unidades de variables ambientales correlacionadas.

Para finalizar, con la integración de las graduaciones de las variables IL e IA, se encuentra inicialmente los valores de neutralidad IL (7,099.3 lux), coincidente al punto de convergencia entre las valoraciones neutrales de los ejes inmediatos anteriores (Vv, HR y TGg, Figura 122), sin olvidar que para la variable IA, la posición de graduación se encontrará sujeta al criterio de coincidencia respecto a su valor neutral (68.8 dBA), equidistante en este caso al valor neutral de IL (7,099.3 lux), variable en primer plano del eje, como se aprecia en la siguiente Figura 122.

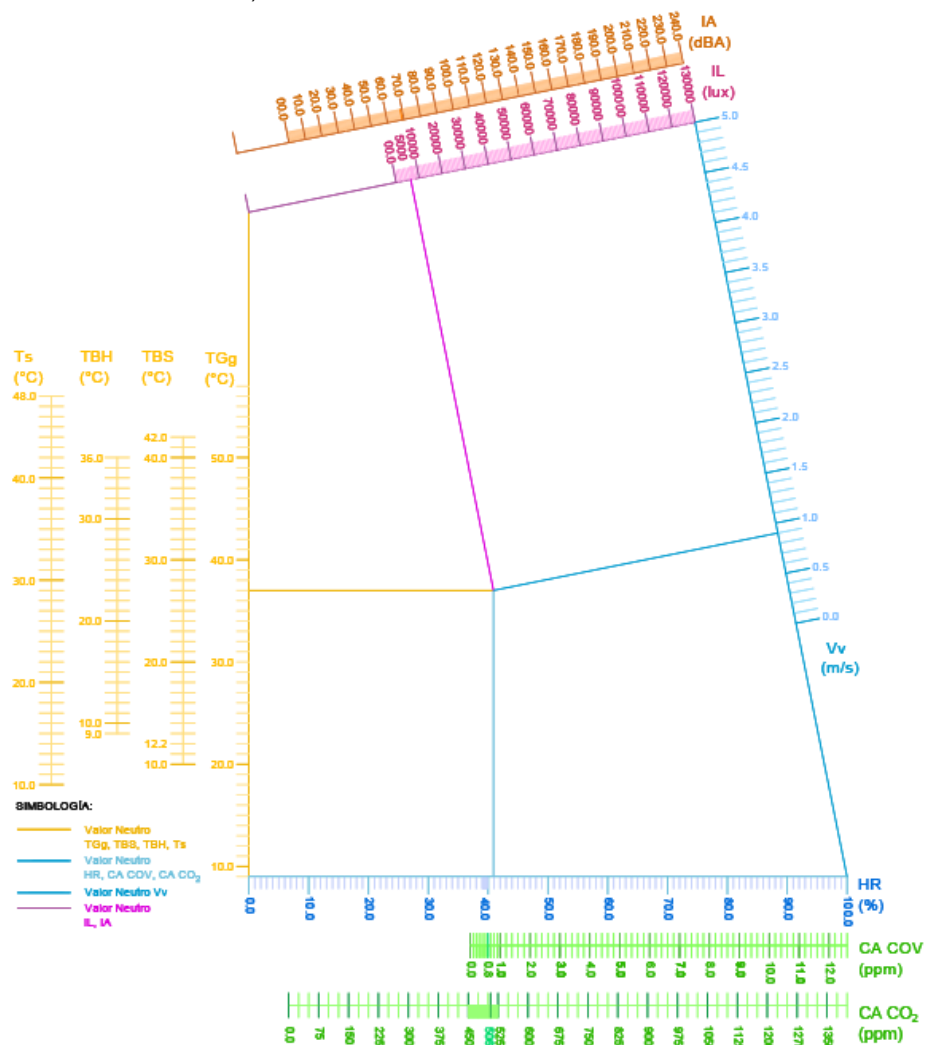
Figura 122.
Graduaciones para ejes IL e IA.



Aun cuando, las graduaciones para cada una de las variables respecto a sus correspondientes ejes, han sido fundamentadas proporcionalmente a las graduaciones de las variables más débil de correlación en el eje inmediato anterior, de igual manera se buscó adecuar, según la ocasión, milimétricamente el punto de convergencia entre valoraciones de neutralidad respecto a la variable en primer plano del eje en cuestión y sus consecutivas variables codependientes, ya sea en segundo o tercer plano, tal fueron los casos en los ejes correspondientes a las variables de calidad del aire CA COV y CA CO₂ (Figura 121), así como entre las variables de IL e IA (Figura 122), esto con el fin de ubicar coincidencias entre unidades y proporción de las mismas, en una siguiente etapa de proyección de retículas correspondiente a los sentidos para cada uno de sus ejes de acuerdo a sus variables ambientales implicadas.

De forma resultante, se ubican las convergencias por cada cuadrante, en correspondencia a un paralelismo entre los valores neutrales de cada una de las variables que se encuentren en cada eje, para que éstas de acuerdo a su proyección, resulte convergente con el valor neutral de la variable inmediata siguiente y así con los sucesivos cuadrantes y valores neutrales (Figura 123).

Figura 123.
Convergencia de valores neutrales, entre variables ambientales.



De forma resultante, el visualiza la convergencia de los valores neutrales por cada cuadrante, derivados del promedio de los valores de neutralidad durante los cuatro periodos de estudio, mediante los cuales, se marcan los puntos de referencia para las escalas de medición y en este sentido, dimensionen las zonas de convergencias por las variables implicadas.

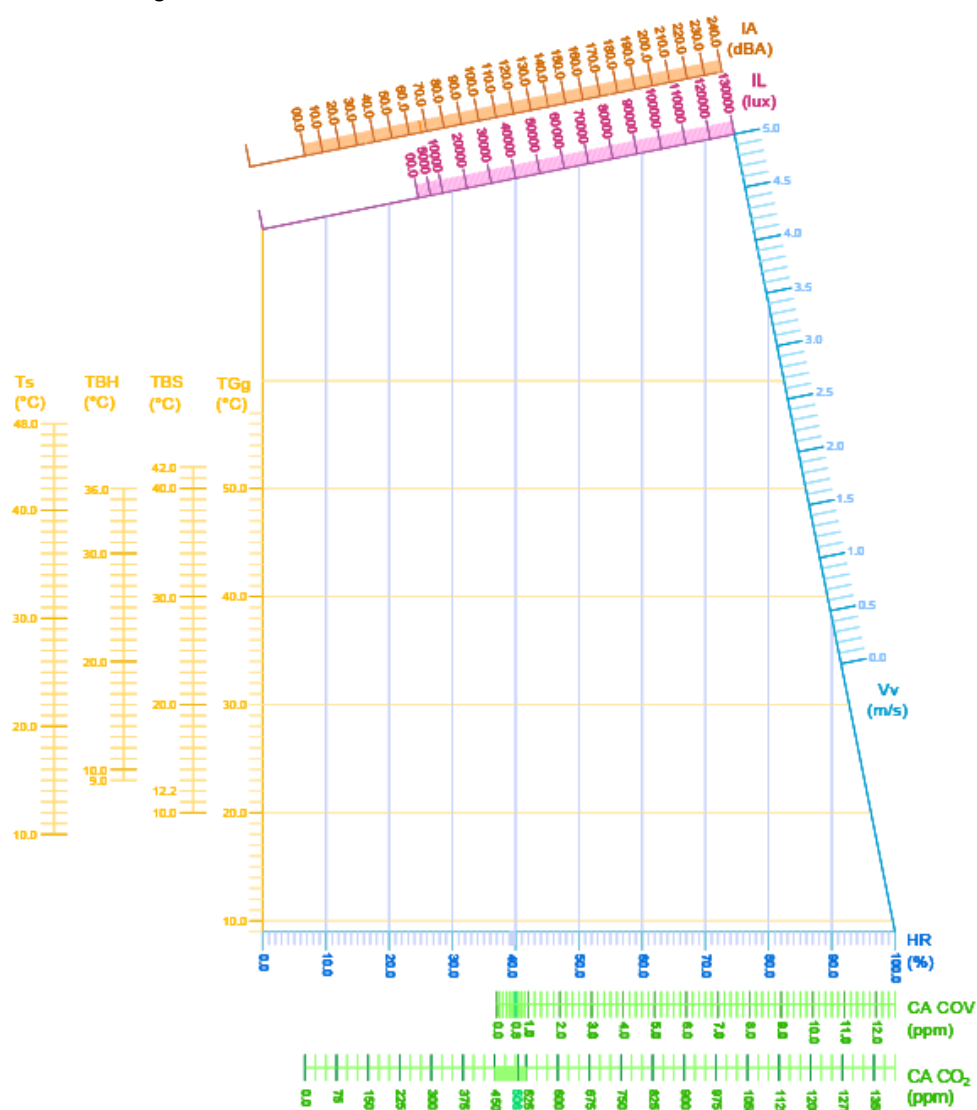
5.3.7. Retícula Projectante por Cada Eje

Una vez identificadas en el punto anterior, las posiciones de graduación acorde a cada una de las variables ambientales en su correspondiente eje, son proyectadas de forma perpendicular al eje con la variable de mayor correlación respecto a su graduación, en

convergencia al entramado, proyectado por las rectas derivadas de la variable del eje consecutivo, y en esta tesitura, se definen a continuación, las tramas o retículas que conformarán las bases de medición en el modelo, a partir de permitir graficar la posición para cada uno de los registros de los indicadores ambientales anteriormente estimados.

Habiendo dicho lo anterior, se comienza con la proyección de correlación de graduaciones, respecto a las variables de temperaturas (TGg, TBS, TBH y Ts), en correspondencia con las proyecciones perpendiculares derivadas de la graduación por la variable consecutiva, HR (Figura 124).

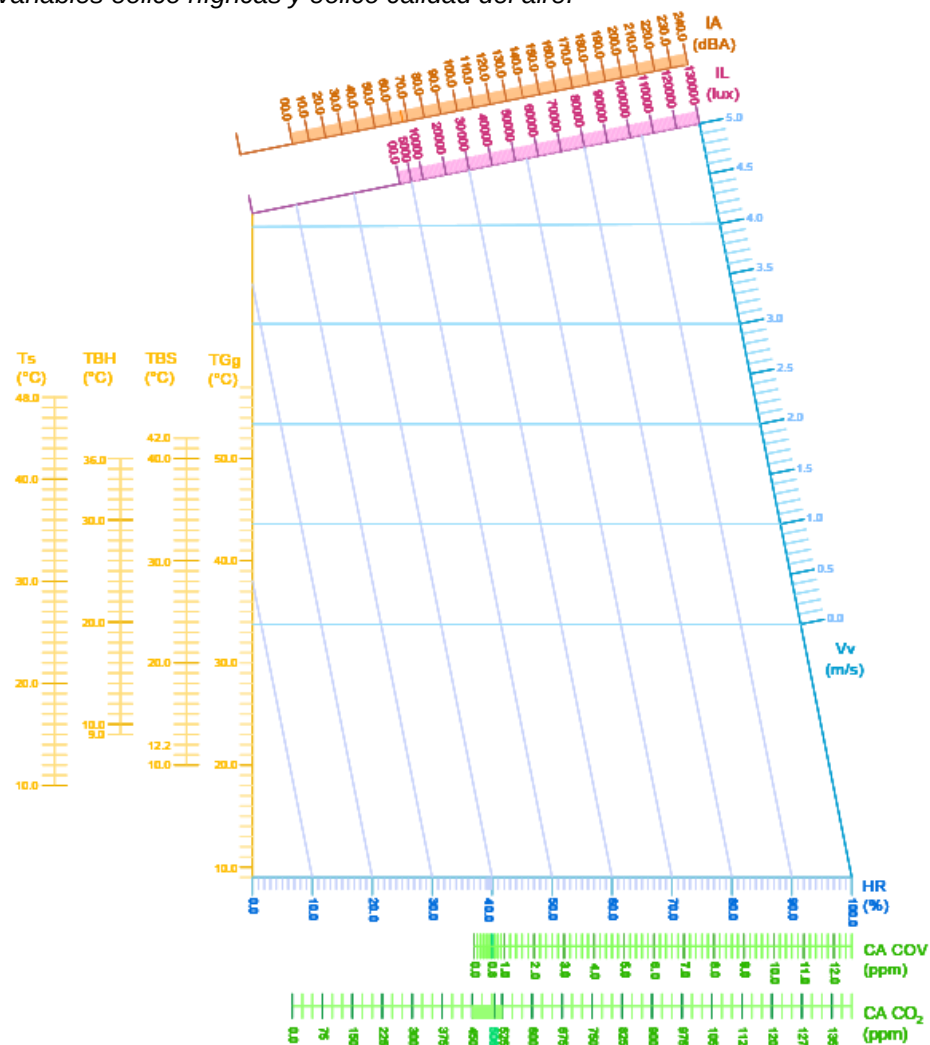
Figura 124.
Retícula por variables higrotérmicas.



De forma semejante, se realiza la siguiente proyección de las rectas que corresponden a las graduaciones de las variables, inicialmente de HR, en correspondencia al eje con los valores de Vv, sin embargo, para tales efectos el comportamiento de la rectas por la graduación de HR, presentan un sentido de oblicuidad, paralelo a la recta del eje consecutivo de Vv, en razón a la proyección perpendicular de las rectas de graduación (Figura 125).

Figura 125.

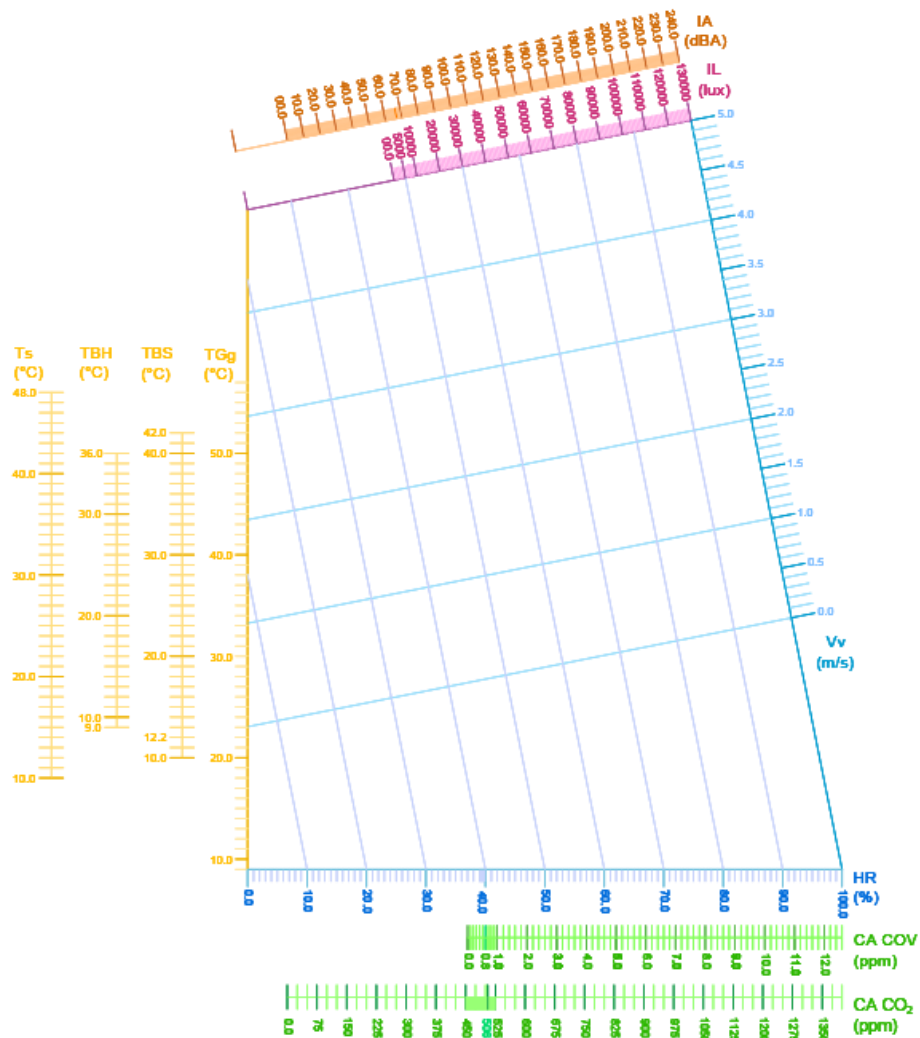
Retícula por variables eólico hígricas y eólico calidad del aire.



Por consiguiente, se realiza la proyección de las correspondientes graduaciones inicialmente por la variable de Vv, en convergencia con la proyección perpendicular del eje consecutivo, el cual contiene a las variables por IL e IA y sus respectivas proyecciones perpendiculares de graduación (Figura 126).

Figura 126.

Retícula por variables eólico lumínica y eólico acústico.



De esta forma, se finaliza el trazo derivado de las proyecciones de la recta por las graduaciones de las variables ambientales ubicadas para cada uno de los ejes que conforman el polígono, mismo que considera el propósito de visualización, respecto a la convergencia de la ubicación de las zonas de confort bivariantes, de forma consecutiva a la jerarquización por la correlación entre las variables ambientales, anteriormente identificada en la Tabla 37.

5.3.8. Zonas de Confort Bivariantes

Ahora bien, una vez definidas las retículas, correspondiente a cada variable en cada eje, se dispuso en ubicar las zonas de confort bivariantes obtenidas durante los cuatro periodos estimados, a través del trazo rectangular que dimensiona los rangos de amplitud, respecto a la

percepción de confort por parte de los ocupantes del espacio público, para posteriormente, esta apreciación de las cuatro zonas de confort bivariantes por cada periodo, permitan la asociación de los vértices en cada uno de los rectángulos representativos por periodo y lleven a la integración del nomograma alusivo a una cobertura anual.

5.3.9. Zonas de Confort por Periodos de Estudio y Anual

De manera tal, se muestran a continuación las zonas de confort bivariantes por periodos de estudio, seguida a la apreciación del nomograma que integra la amplitud de cobertura anual por cada correlación bivariante, dando partida con en el siguiente orden (Tabla 49), correspondiente a la secuencia determinada por el nivel de correlación entre cada variable.

Tabla 49.

Orden de aparición por correlación bivariable.

VARIABLE EJE X	VARIABLE EJE Y
HR	TGg
HR	TBS
HR	TBH
HR	Ts
Vv	HR
Vv	CA VOCs
Vv	CA CO ₂
IL	Vv
IA	Vv

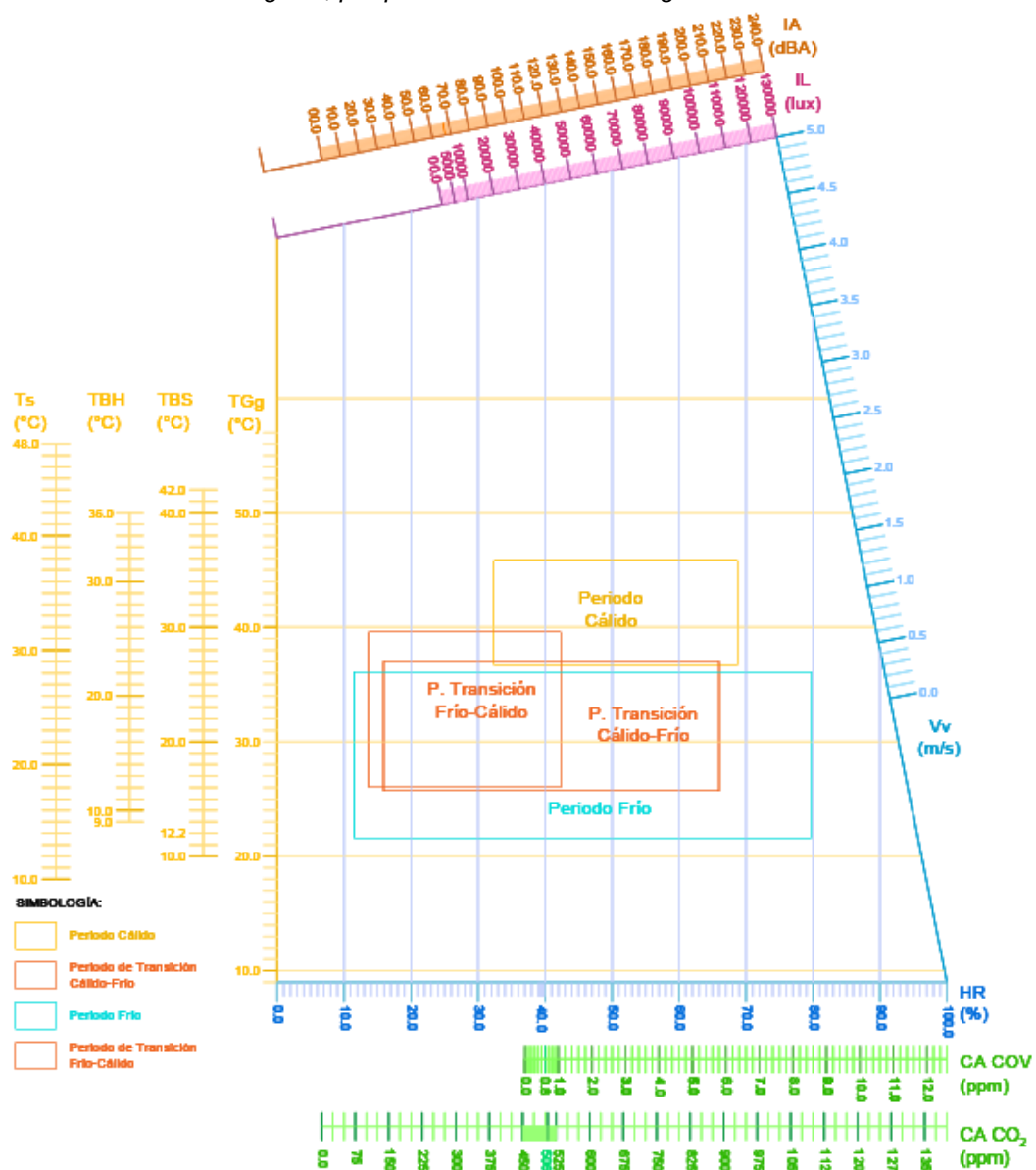
En este sentido, comienza con la correlación de las variables correspondientes a la condición higrotérmica (HR – TGg, TBS, TBH, Ts), posterior a una correlación eólico higríca (Vv – HR), seguido por la correlación eólica y calidad del aire (Vv – CA COV, CA CO₂), para finalizar, con las correlaciones eólico lumínicas (Vv-IL) y eólico acústicas (Vv-IA).

Zonas de Confort Higrotérmico

Por lo cual, al comenzar con la apreciación de los indicadores higrotérmicos por HR-TGg, se identifica un rango máximo de TGg por 45.8 °C, en correspondencia a una HR de 68.7 %, y un mínimo de TGg por 36.6 °C, respecto a 32.4 %, durante el periodo cálido, en contraste al periodo frío, el cual presenta una máxima de 36.1 °C, en relación a 79.7 % de HR, y una mínima por 21.0 °C, en concordancia a 11.5 % de HR (Figura 127).

Figura 127.

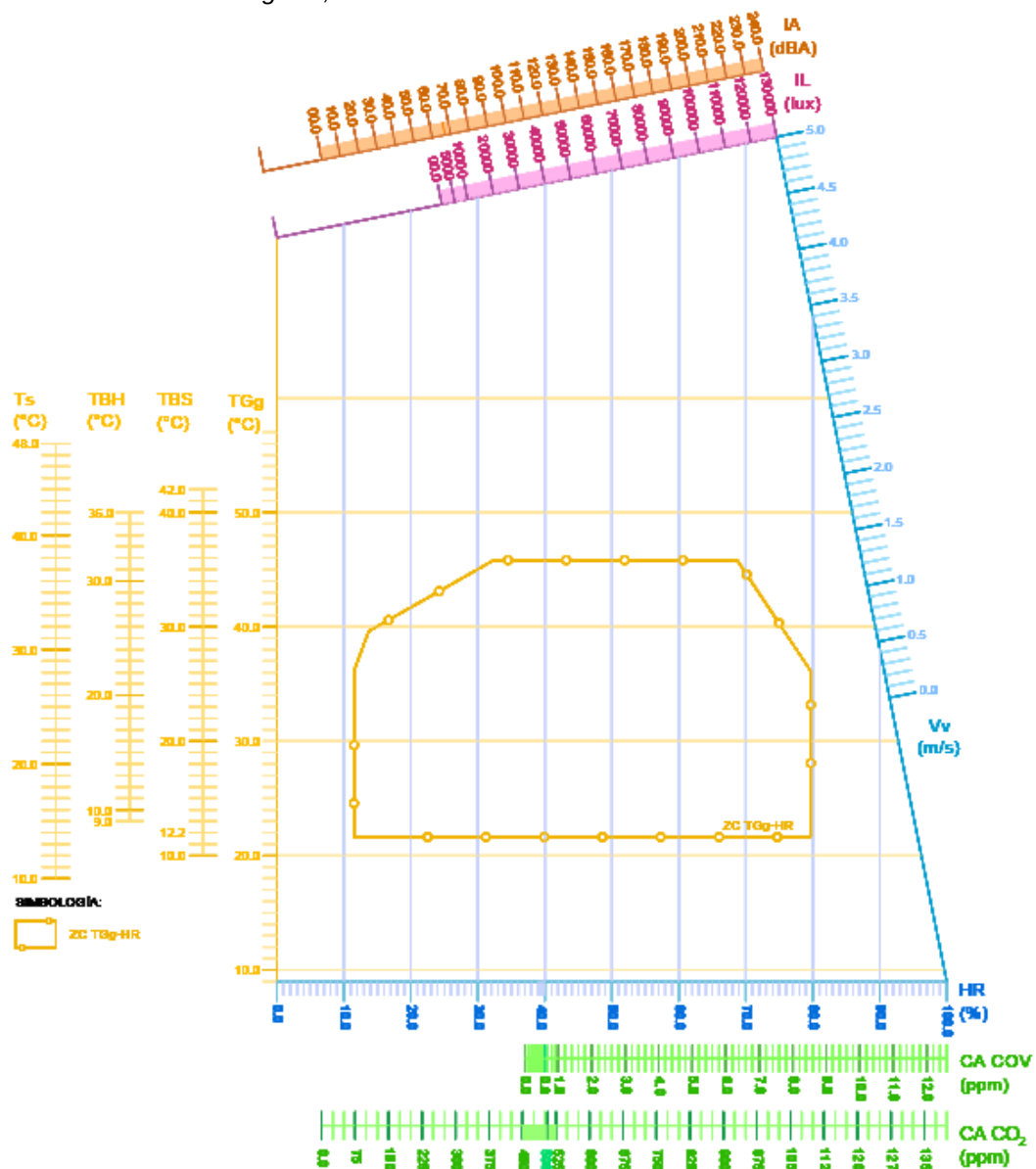
Zonas de confort bivariable TGg-HR, por periodos de dinámica higrotérmica.



De la anterior figura, cabe destacar la ubicación y proporción que guardan los comportamientos de las zonas por ambos periodos de transición (cálido-frío y frío-cálido), los cuales se muestran consistentes al encontrarse justo entre los periodos que transitan, por lo cual, asume una oportuna apreciación de los ocupantes respecto a su condición higrotérmica durante cada uno de los periodos, que permitan la asociación de sus vértices resultantes en un polígono que dimensiona la zona de confort higrotérmico (ZC TGg-HR) anual (Figura 128).

Figura 128.

Zonas de confort bivariable TGg-HR, anual.

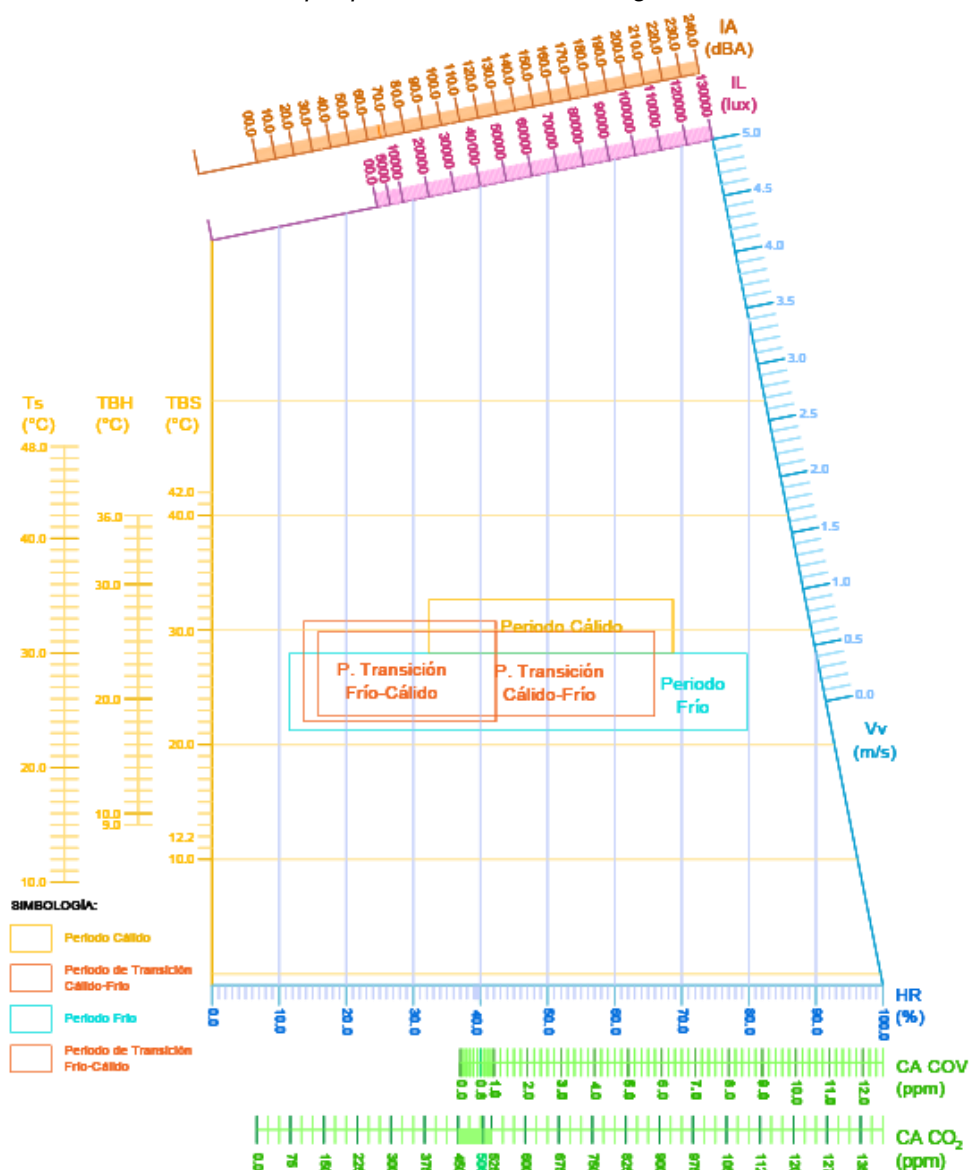


En sentido anual, la zona de confort higrotérmica (ZC TGg- HR) alcanza un rango de temperaturas mínimas de 21.0 °C y un máximo por 45.8 °C, mientras que la humedad relativa oscila entre 11.5 % y 79.7 %, zona que contiene el mayor rango de amplitud (área= 6.67) respecto al resto de las zonas de confort higrotérmico.

Ahora bien, para continuar con la apreciación de los indicadores higrotérmicos por HR-TBS, se identifica un rango máximo por 32.7 °C, en correspondencia a una HR de 68.7 %, y un mínimo de 27.9 °C, respecto a un 32.4 %, durante el periodo cálido, en contraste a una amplitud durante el periodo frío, representada por una máxima de 27.9 °C, en relación a 79.7 % de HR, y una mínima por 21.3 °C, en concordancia a 11.5 % de HR (Figura 129).

Figura 129.

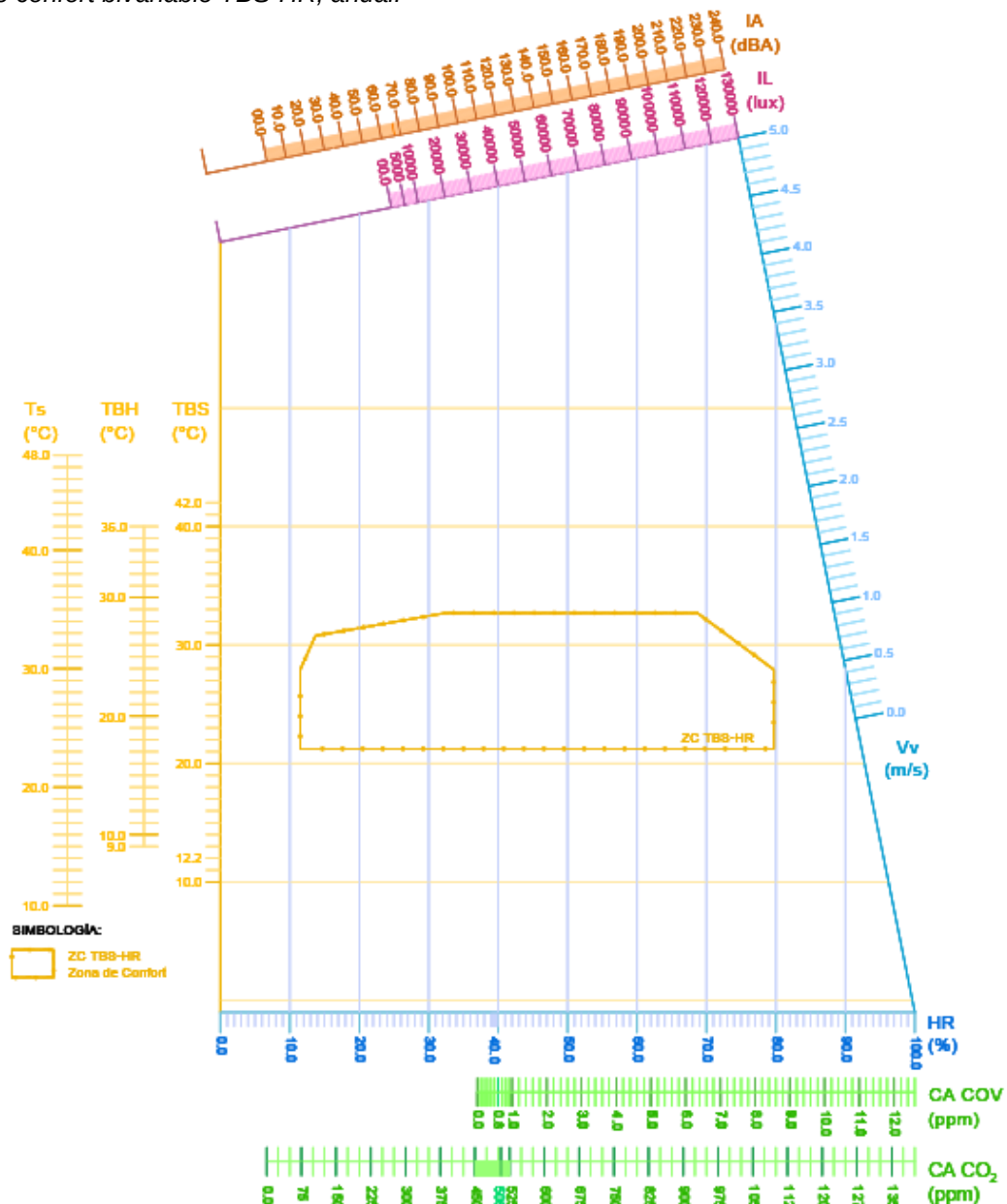
Zonas de confort bivariable TBS-HR, por periodos de dinámica higrotérmica.



La anterior figura igualmente destaca la ubicación y proporción que guardan los comportamientos de las zonas por ambos periodos de transición (cálido-frío y frío-cálido), los cuales muestran una consistencia al encontrarse justo entre los periodos que transitan, por lo cual, asume una oportuna apreciación de los ocupantes respecto a su condición higrotérmica durante cada uno de los periodos, posteriormente se realiza la asociación de los vértices para dimensionar la zona de confort higrotérmico (ZC TBS- HR) anual (Figura 130).

Figura 130.

Zonas de confort bivariable TBS-HR, anual.

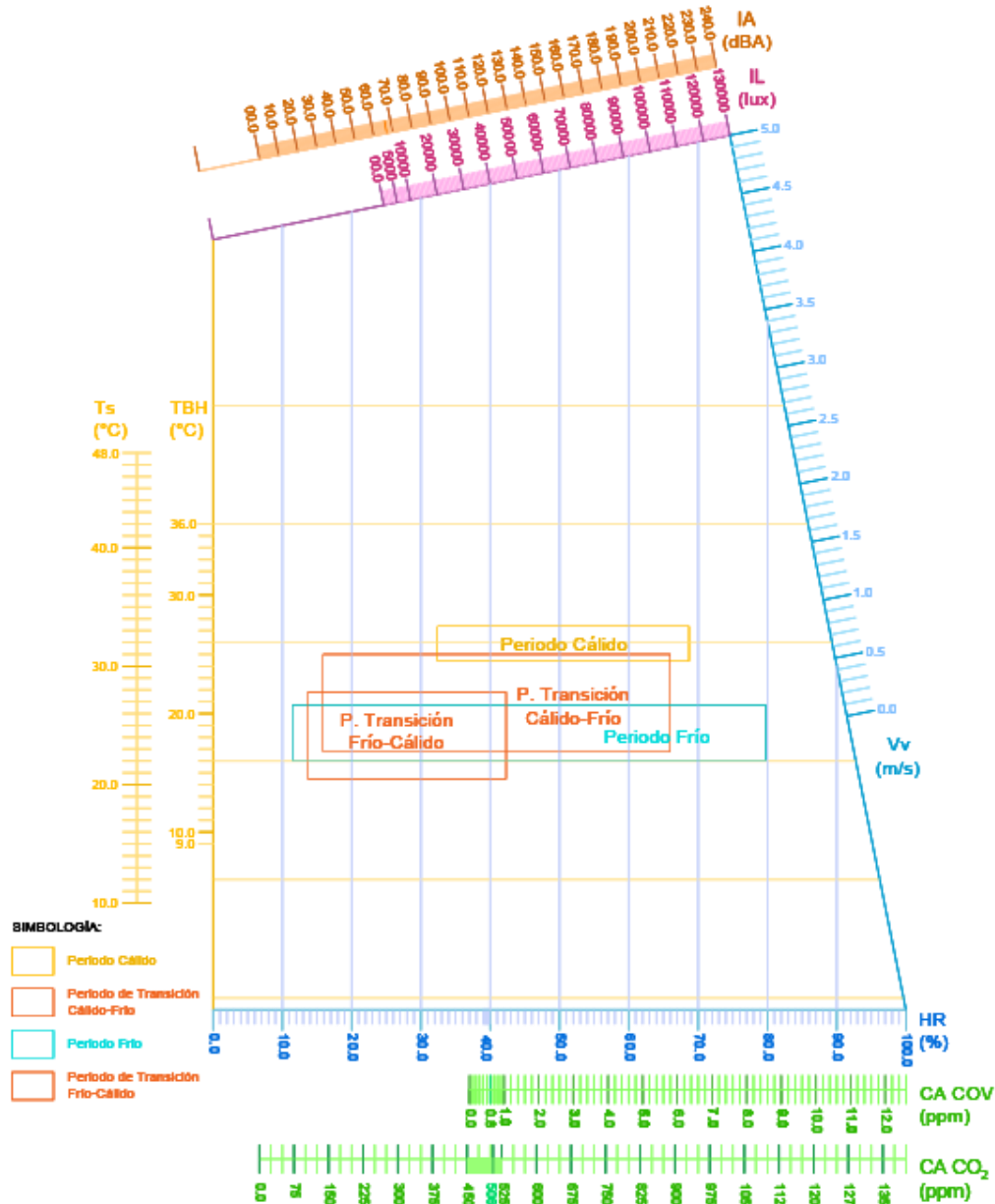


En síntesis, la zona de confort higrotérmica anual (ZC TBS- HR) alcanza un rango de temperaturas mínimas por 21.3 °C y un máximo por 32.7 °C, mientras que la humedad relativa oscila entre 11.5 % y 79.7 %, zona de confort que expresa el mínimo rango de amplitud (área= 3.11) respecto al resto de las zonas de confort higrotérmico.

De igual forma, se continua con la apreciación de los indicadores higrotérmicos por HR-TBH, se identifica un rango máximo de TBH por 33.6 °C, en correspondencia a una HR de 32.7 %, y un mínimo de TBH por 16.9 °C, respecto a 13.7 %, durante un peculiar amplitud para el periodo de transición frío-cálido, en contraste a un reiterado holgado periodo frío, con baja temperatura, el cual presenta una máxima de 20.7 °C, en relación a 79.7 % de HR, y una mínima por 16.1 °C, en concordancia a 11.5 % de HR (Figura 131).

Figura 131.

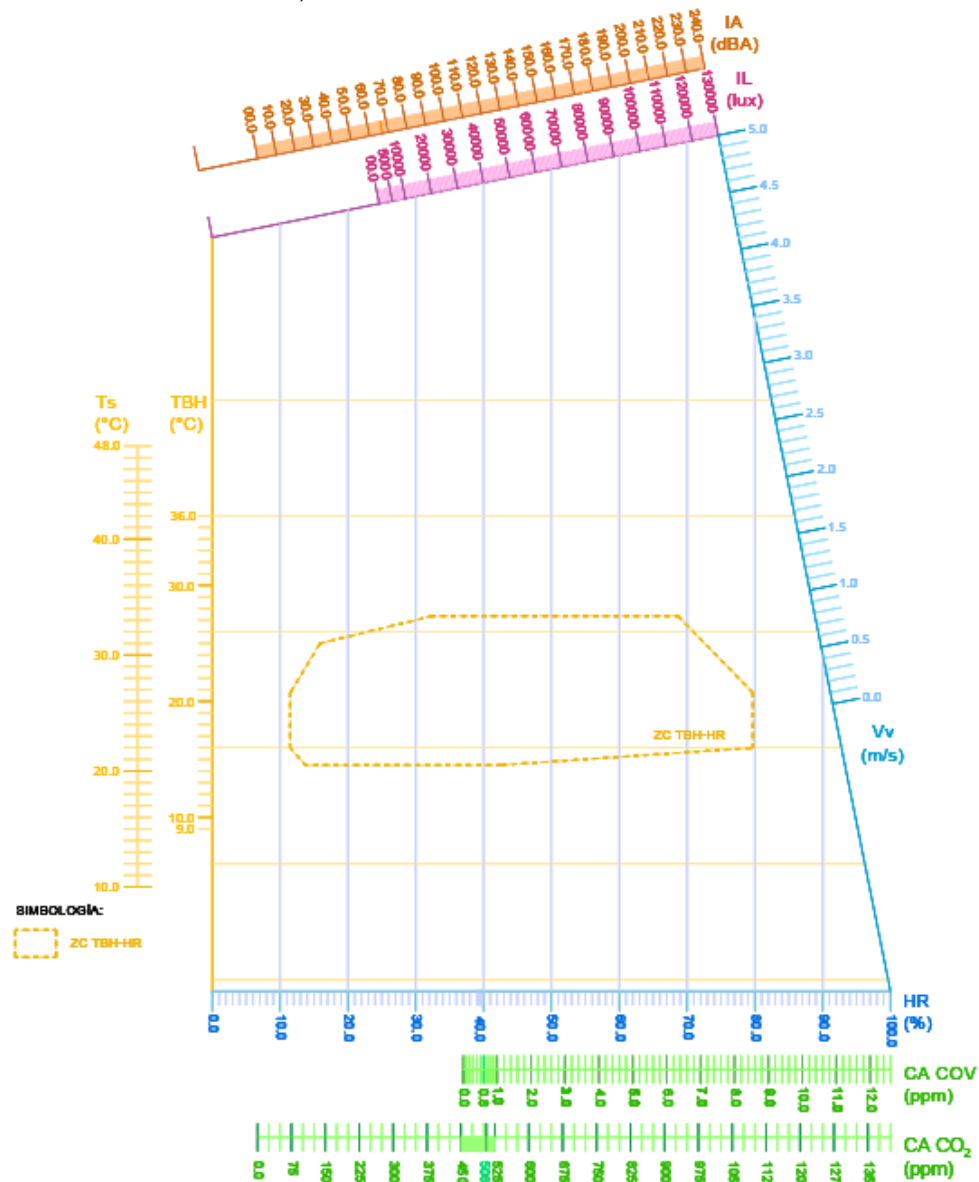
Zonas de confort bivariable TBH-HR, por periodos de dinámica higrotérmica.



Por lo anterior, en esta ocasión destaca una diferencia respecto al comportamiento higrotérmico durante el periodo de transición frío-cálido, en el cual sobre pasa las condiciones de temperatura con respecto al periodo de calor, más sin embargo, sus condiciones mínimas en efecto se encuentran intermedias al periodo frío y transición cálido-frío, a su vez, el periodo de transición cálido-frío presenta una consistencia al encontrarse entre el periodo frío y cálido, para posteriormente generar una asociación de los vértices resultantes en un polígono que dimensiona la zona de confort higrotérmico (ZC TBH-HR) anual (Figura 132).

Figura 132.

Zonas de confort bivariable TBH-HR, anual.



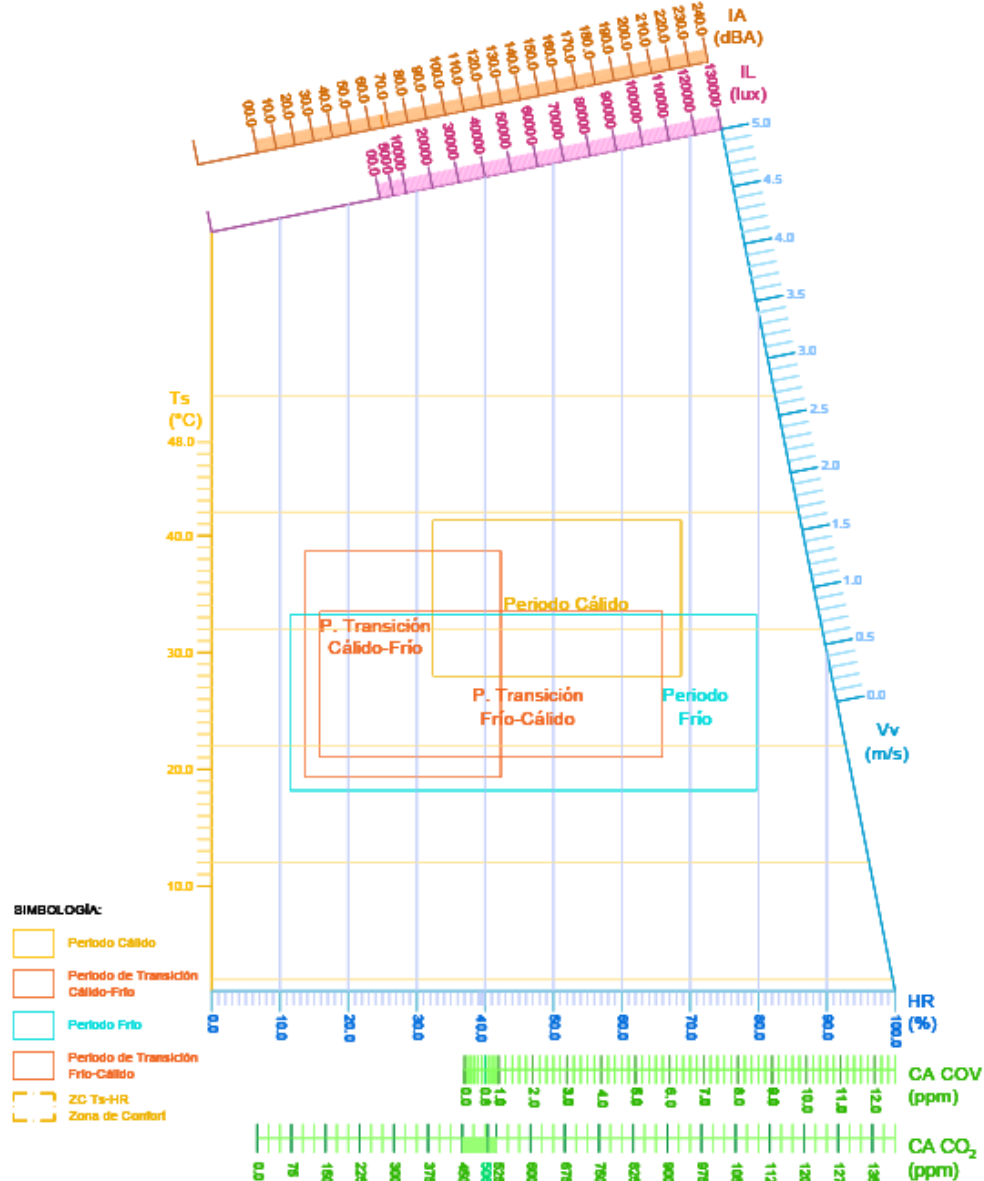
En sentido anual, la zona de confort higrotérmica (ZC TBH- HR) alcanza un rango de temperaturas mínimas de 16.1 °C y un máximo por 33.6 °C, mientras que la humedad relativa oscila entre 11.5 % y 79.7 %, zona que contiene un rango de amplitud intermedia (área= 4.05) respecto al resto de las zonas de confort higrotérmico.

Ahora bien, para finalizar con la apreciación de los indicadores higrotérmicos por HR-Ts, se identifica un rango máximo por 39.3 °C, en correspondencia a una HR de 68.7 %, y un mínimo de 28.1 °C, respecto a un 32.4

%, durante el periodo cálido, en contraste a una amplitud durante el periodo frío, representada por una máxima de 33.3 °C, en relación a 79.7 % de HR, y una mínima por 18.2 °C, en concordancia a 11.7 % de HR (Figura 133).

Figura 133.

Zonas de confort bivariable Ts-HR, por periodos de dinámica higrotérmica.

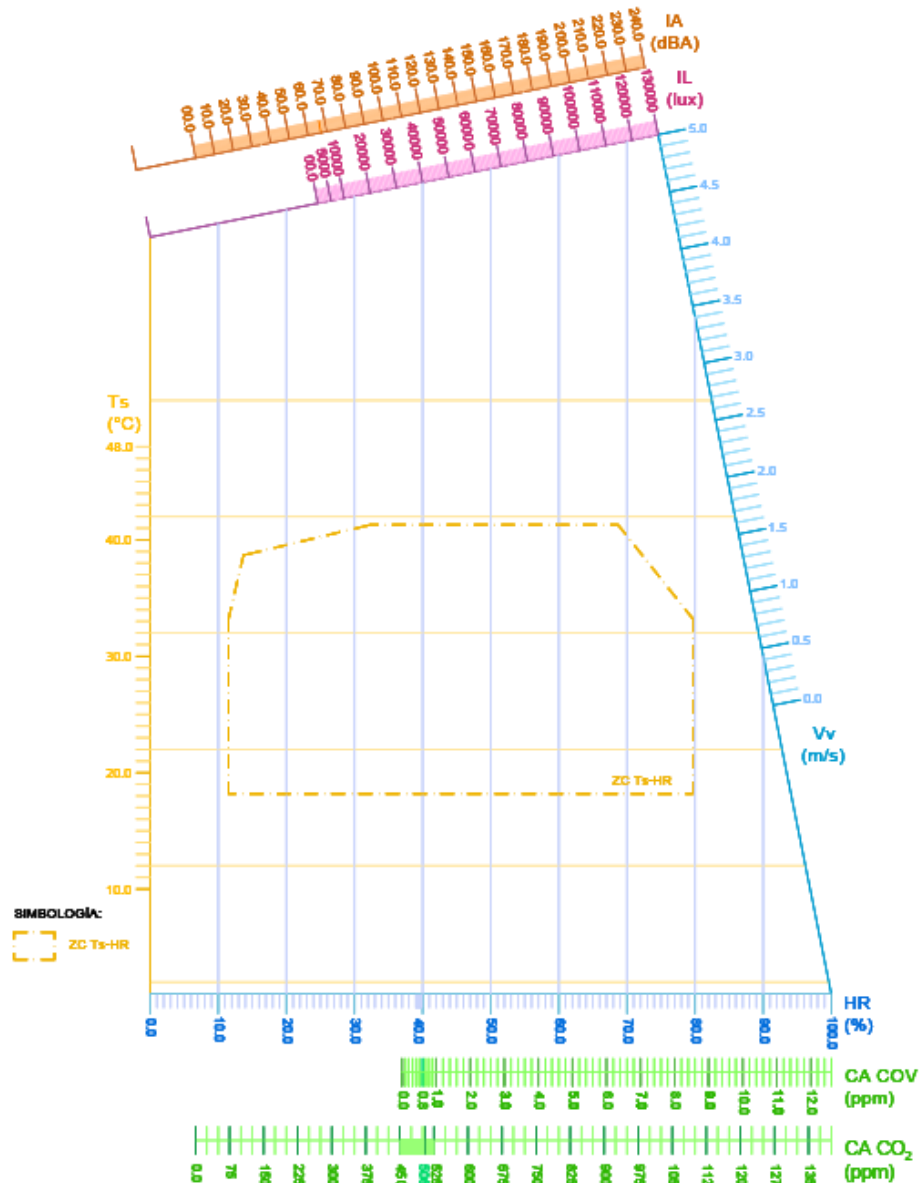


La anterior figura igualmente destaca la ubicación y proporción que guardan los comportamientos de las zonas por ambos periodos de transición (cálido-frío y frío-cálido), los cuales muestran una consistencia al encontrarse justo entre los periodos que transitan, por lo cual, asume una oportuna apreciación que los ocupantes guardan respecto a su condición

higrotérmica durante cada uno de los periodos, posteriormente se realiza la asociación de los vértices para dimensionar la zona de confort higrotérmico (ZC Ts-HR) anual (Figura 134).

Figura 134.

Zonas de confort bivariable Ts-HR, anual.



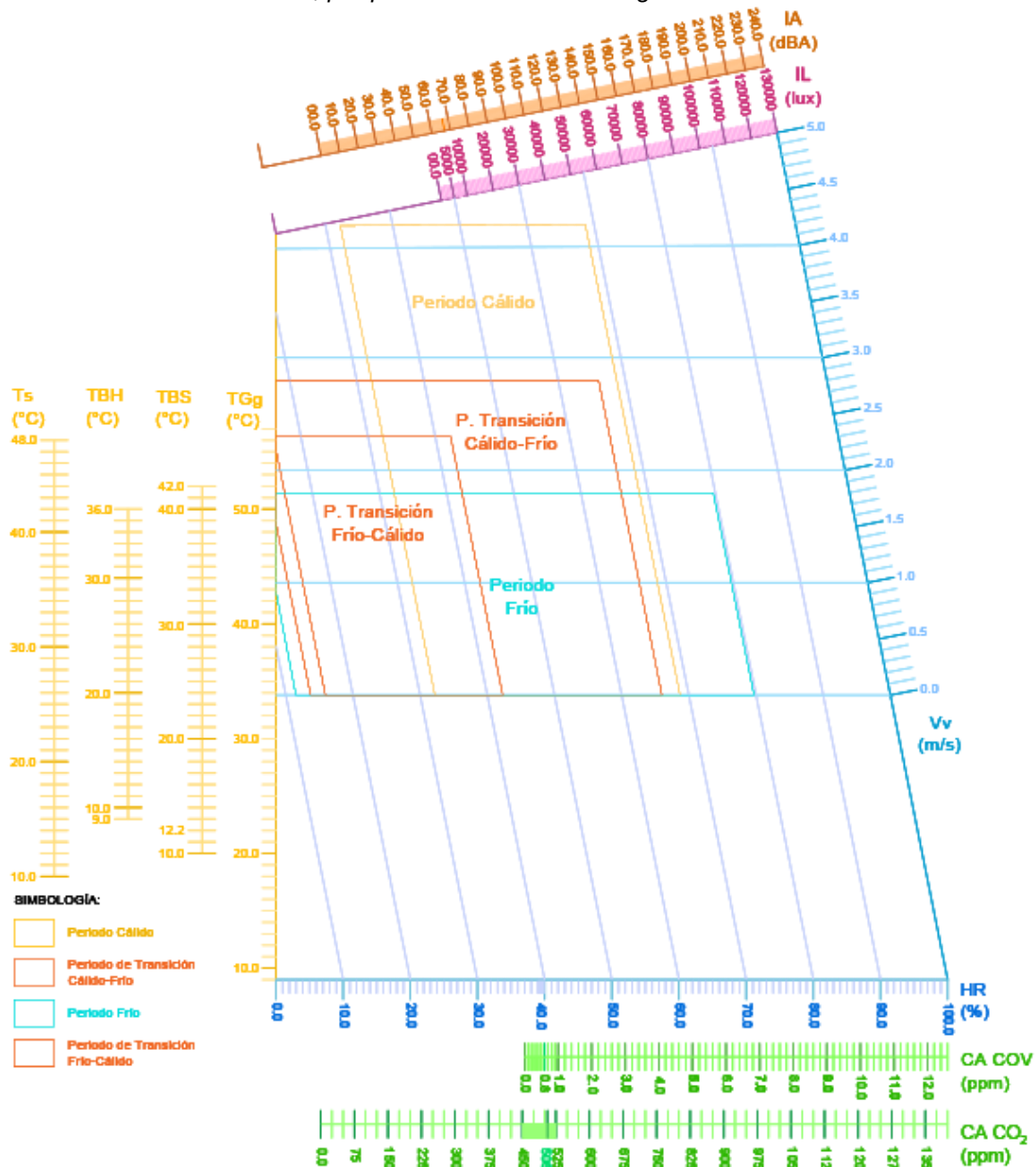
En síntesis, la zona de confort higrotérmica anual (ZC Ts- HR) alcanza un rango de temperaturas mínimas por 18.2 °C y un máximo por 39.3 °C, mientras que la humedad relativa oscila entre 11.5 % y 79.7 %, zona de confort que expresa el mínimo rango de amplitud (área= 5.95) respecto al resto de las zonas de confort higrotérmico.

Zona de Confort Eólico higrico

De igual modo, se abordan los indicadores eólico-hígricos por Vv-HR, se identifica un rango máximo de Vv por 4.2 m/s, en correspondencia a una HR de 68.7 %, y un mínimo de Vv por 0.0 m/s, respecto a 32.4 %, durante el periodo cálido, en contraste al periodo frío, el cual presenta una máxima de 1.8 m/s, en relación a 79.7 % de HR, y una mínima por 0.0 m/s, en concordancia a 11.5 % de HR (Figura 135).

Figura 135.

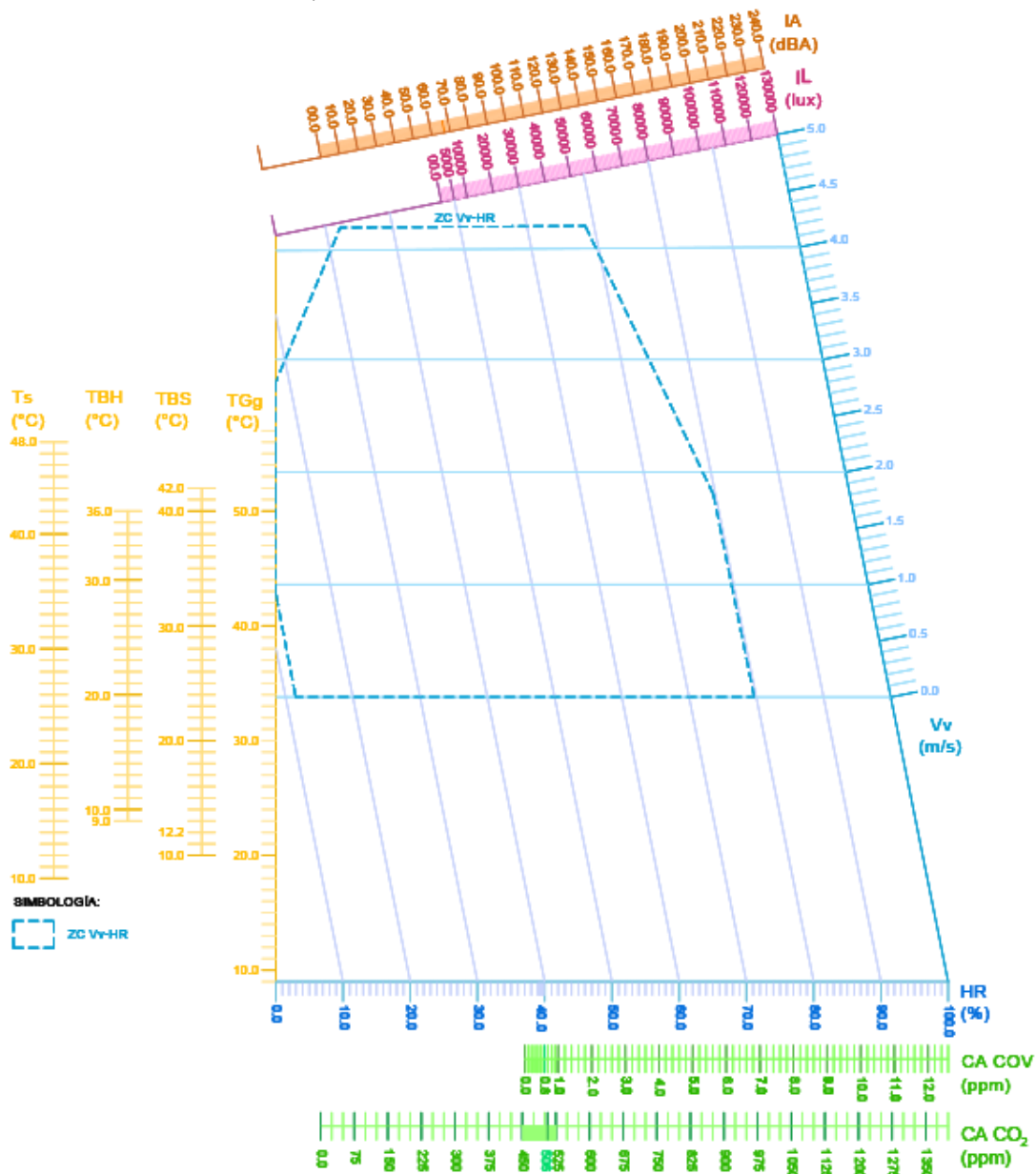
Zonas de confort bivariable Vv-HR, por periodos de dinámica higro-eólica.



De la anterior figura, cabe destacar la ubicación y proporción que guardan los comportamientos de las zonas por ambos periodos de transición (cálido-frío y frío-cálido), los cuales muestran una consistencia al encontrarse justo entre los periodos que transitan, por lo cual, asume una oportuna apreciación de los ocupantes respecto a su condición eólico-hígrica durante cada uno de los periodos, que permitan la asociación de sus vértices resultantes en un polígono que dimensiona la zona de confort eólico-hígrica (ZC Vv-HR) anual (Figura 136).

Figura 136.

Zonas de confort bivariable Vv-HR, anual.



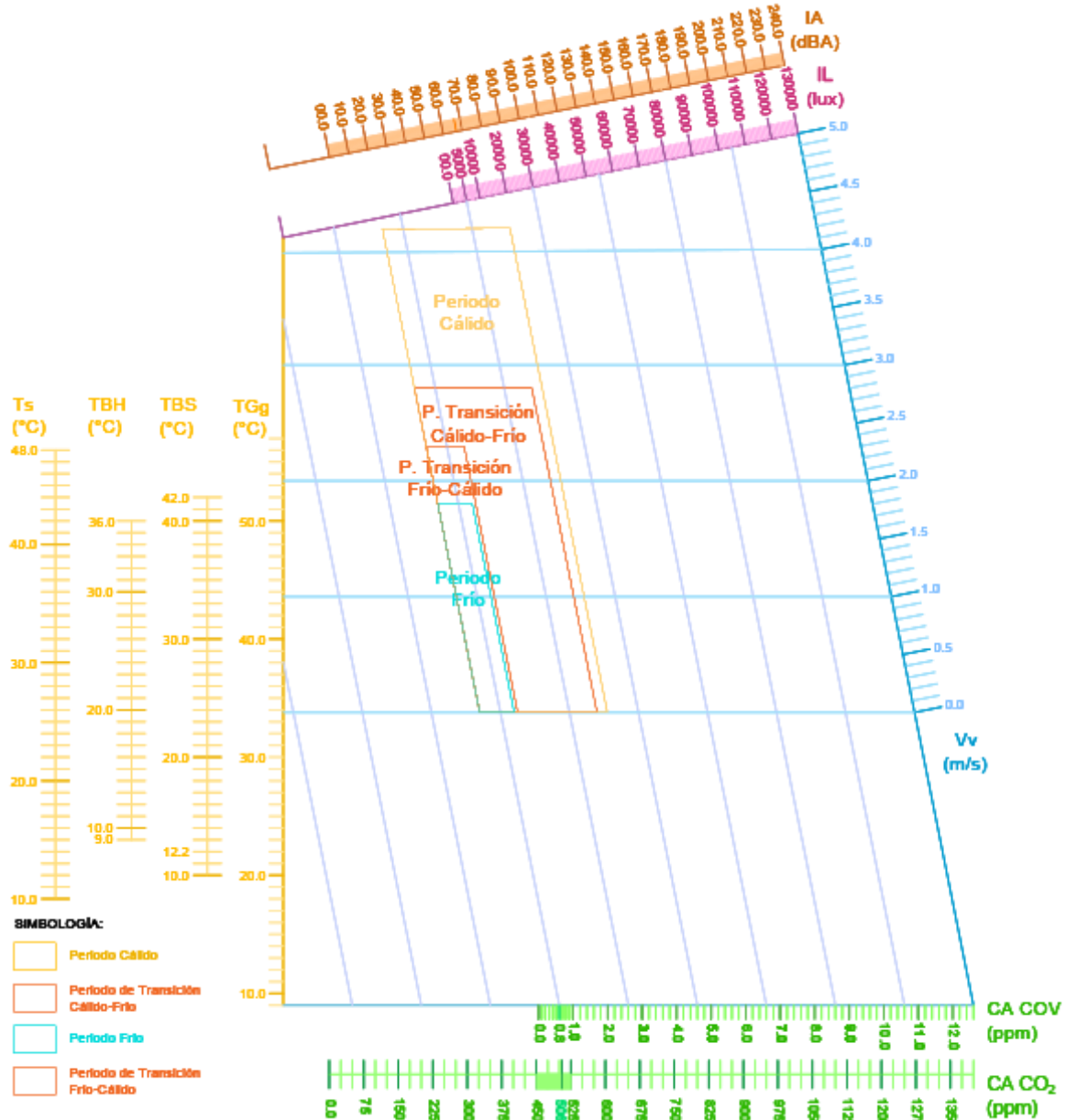
En sentido anual, la zona de confort eólico-hígrica (ZC Vv-HR) alcanza un rango de velocidades mínimas de 0.0 m/s y un máximo por 4.2 m/s, mientras que la humedad relativa oscila entre 11.5 % y 79.7 %, zona que contiene el rango amplio (área= 10.3) respecto al resto de las zonas de confort ambiental.

Zona de Confort Eólico Calidad del Aire (CA COV y CA CO₂)

En este mismo tenor, se continua con la apreciación de los indicadores eólicos-calidad del aire, se identifica un rango amplio máximo por 4.2 m/s, en correspondencia a una CA COV de 3.7 ppm, y un mínimo de 0.0 m/s, respecto a 0.0 ppm, durante el periodo cálido, en contraste a una zona mínima durante el periodo frío, representada por una máxima de 1.8 m/s, en relación a 1.1 ppm, y una mínima por 0.0 m/s, en concordancia a 0.0 ppm (Figura 137).

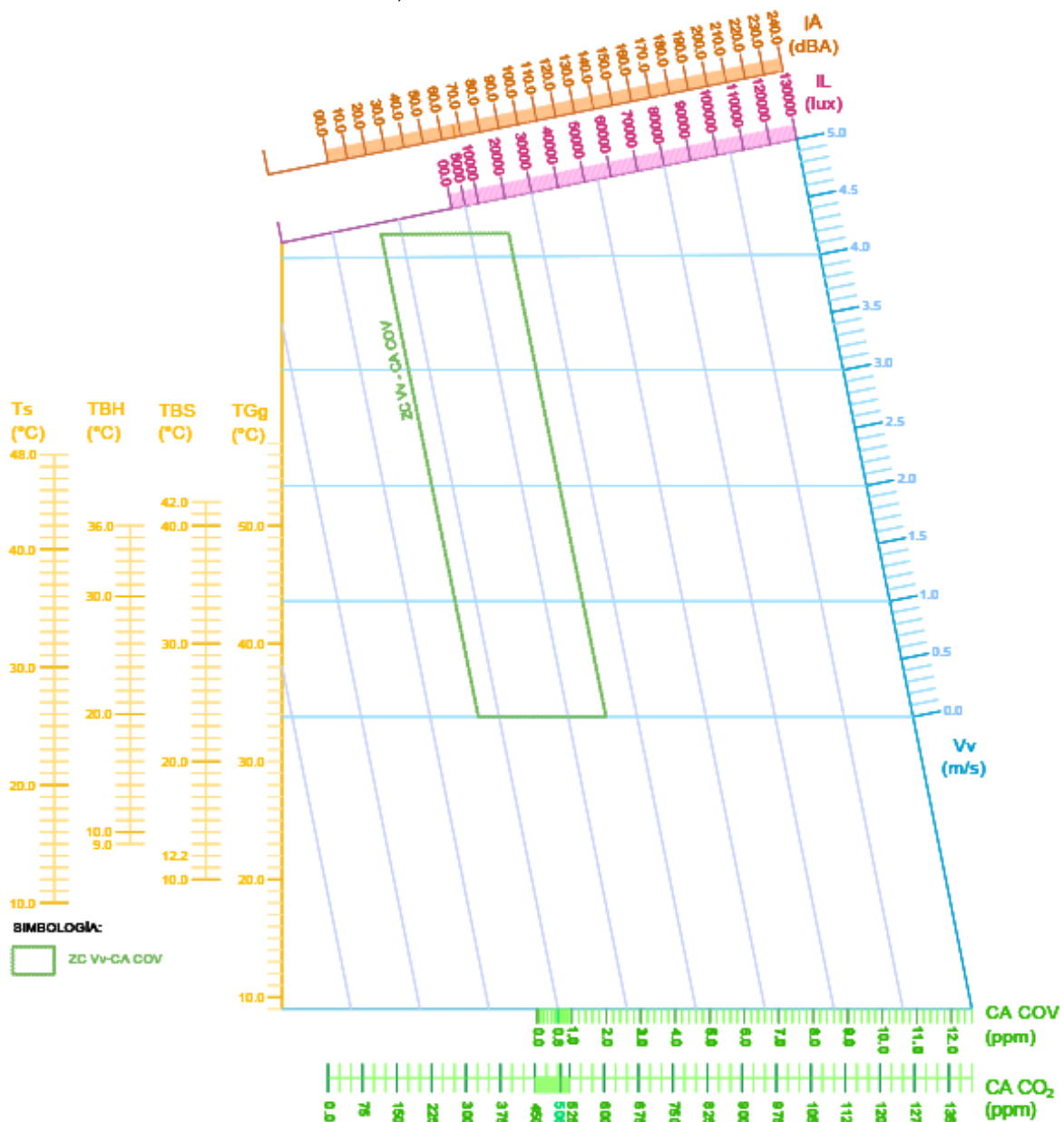
Figura 137.

Zonas de confort bivariable Vv-CA COV, por periodos de dinámica eólica calidad del aire.



Por la anterior figura, igualmente destaca la ubicación y proporción que guardan los comportamientos de las zonas por ambos periodos de transición (cálido-frío y frío-cálido), los cuales muestran una consistencia al encontrarse justo entre los periodos que transitan, por lo cual, asume una oportuna apreciación de los ocupantes respecto a su condición durante cada uno de los periodos, posteriormente se realiza la asociación de los vértices para dimensionar la zona de confort eólico-calidad del aire (ZC Vv-CA COV) anual (Figura 138).

Figura 138.
Zonas de confort bivariable Vv-CA COV, anual.



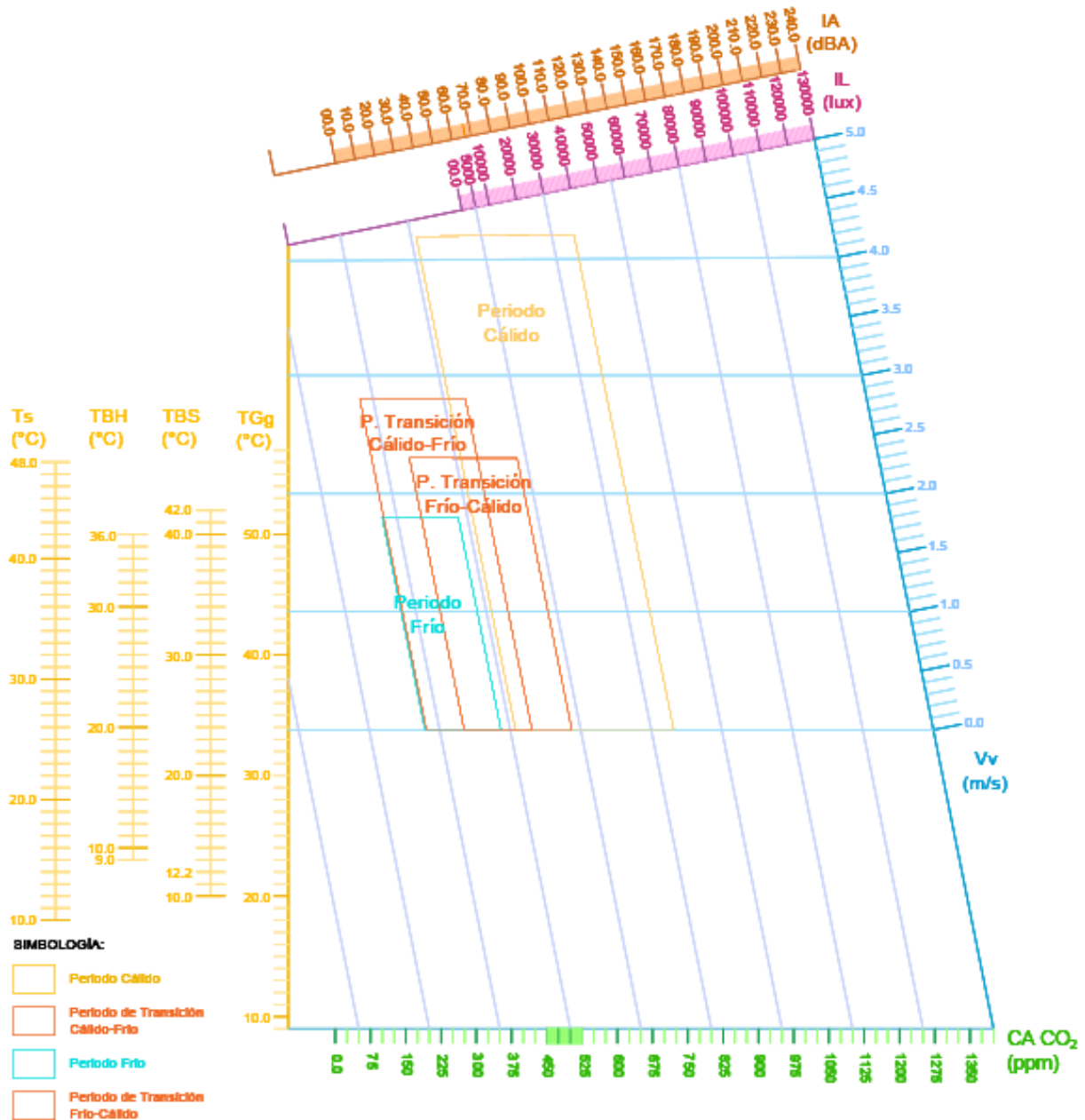
En síntesis, la zona de confort eólico-calidad del aire (ZC Vv-CA COV) alcanza un rango de Vv mínimas por 0.0 m/s y un máximo por 4.2 m/s, mientras que la CA COV oscila entre 0.0 ppm y 3.7 ppm, zona de confort que expresa un rango promedio de amplitud (área= 3.2) respecto al resto de las zonas de confort ambiental.

De igual forma, se continua con la apreciación de los indicadores eólico-calidad del aire por Vv-CA CO₂, se identifica un rango máximo por 4.2 m/s, en correspondencia a una CA CO₂

de 841.0 ppm, y un mínimo por 511.2 ppm, respecto a 0.0 m/s, durante un amplio periodo cálido con una alta presencia de concentraciones de contaminación del aire ambiente, en contraste a un minúsculo periodo frío, con bajas concentraciones de contaminación, el cual presenta una máxima de 1.8 m/s, en relación a 438.2 ppm, y una mínima por 0.0 m/s, en concordancia a 311.7 ppm de CA CO₂ (Figura 139).

Figura 139.

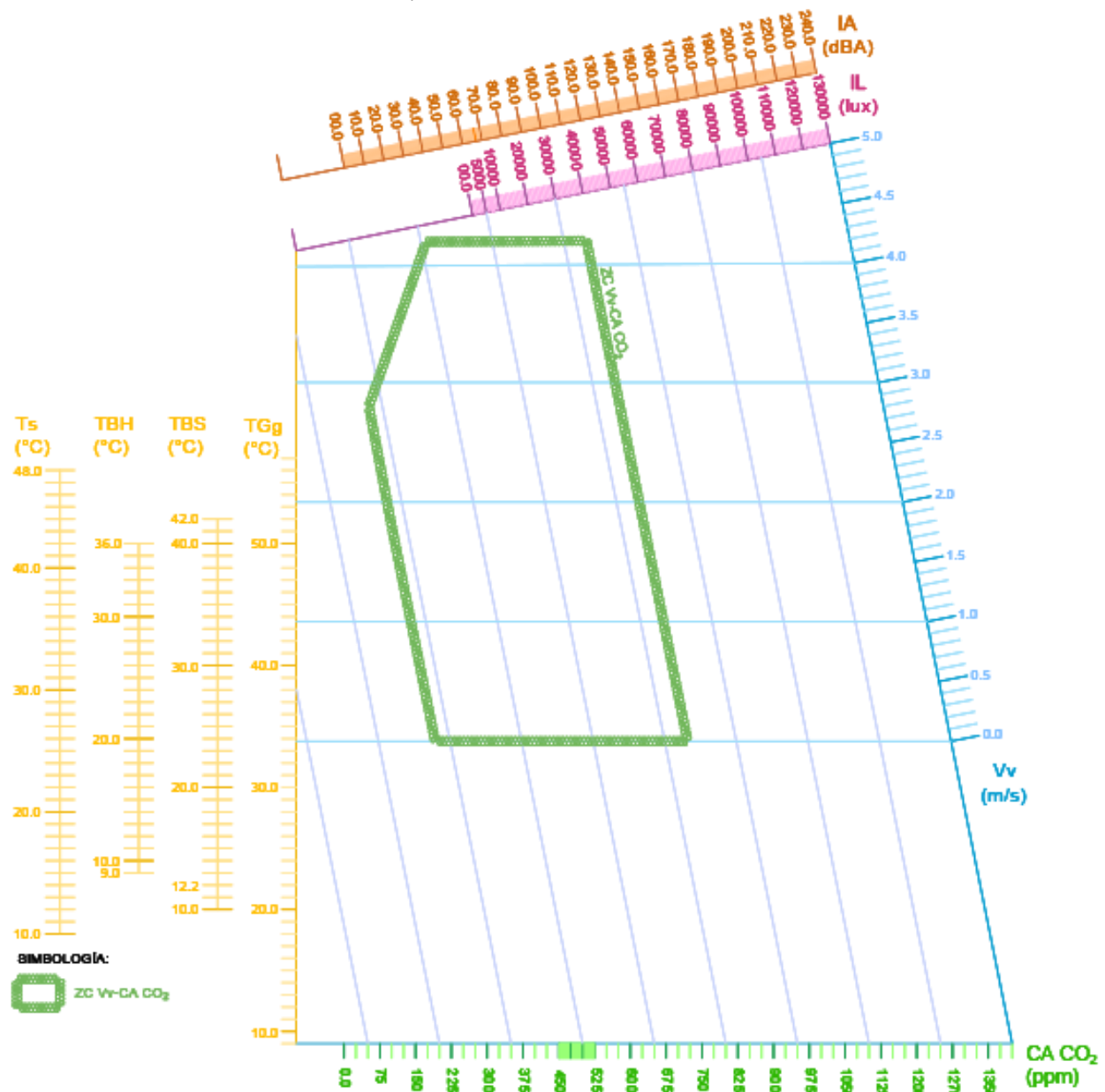
Zonas de confort bivariable Vv-CA CO₂, por periodos de dinámica eólica calidad del aire.



Es así como en la anterior figura, igualmente destaca la ubicación y proporción que guardan los comportamientos de las zonas por ambos periodos de transición (cálido-frío y frío-cálido), los cuales muestran una consistencia al encontrarse justo entre los periodos que transitan, por lo cual, asume una oportuna apreciación de los ocupantes respecto a su condición durante cada uno de los periodos, posteriormente se realiza la asociación de los vértices para dimensionar por medio de un nomograma, la zona de confort eólico-calidad del aire (ZC Vv-CO₂) anual (Figura 140).

Figura 140.

Zonas de confort bivariable Vv-CA CO₂, anual.

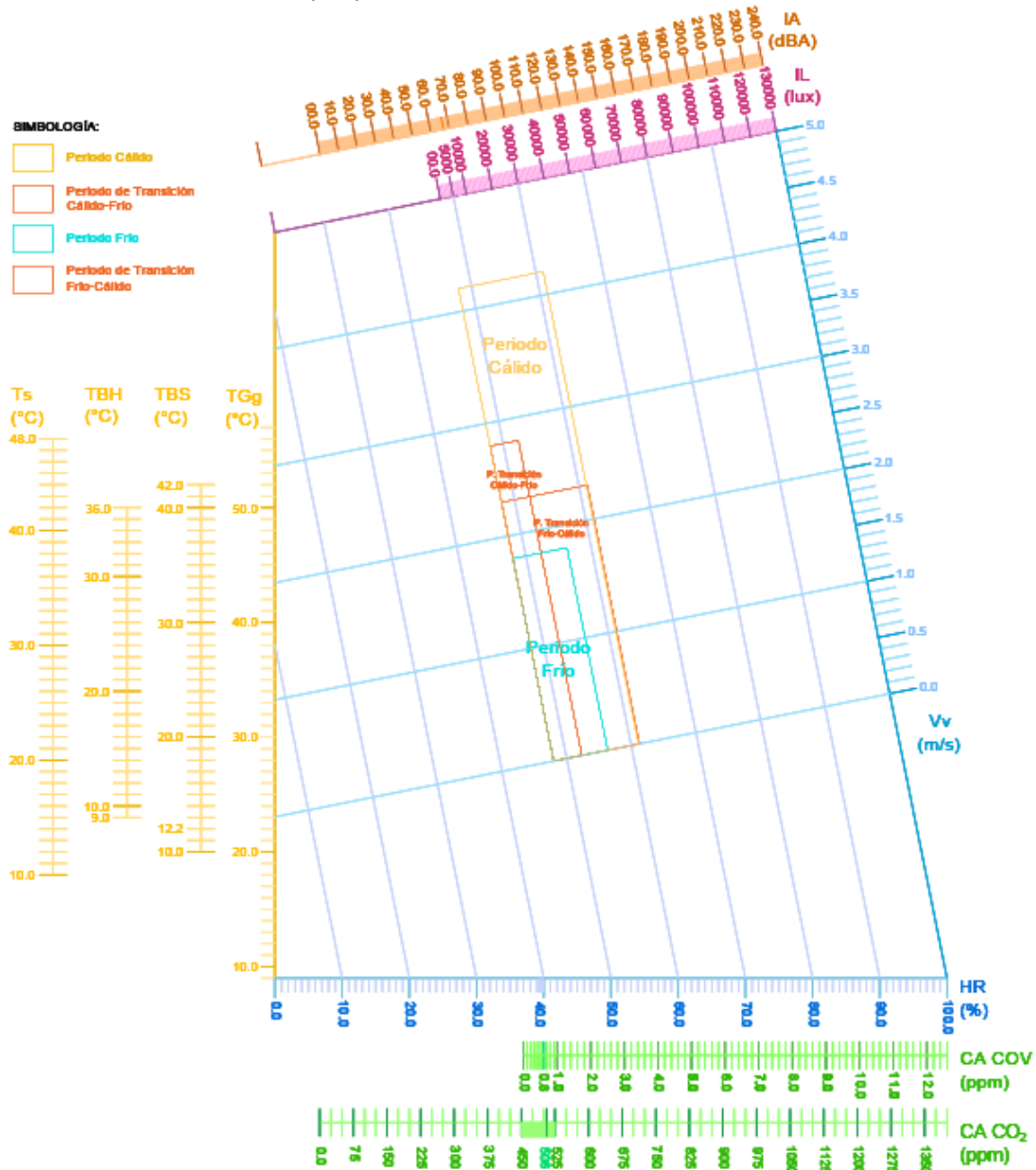


En síntesis, la zona de confort eólico-calidad del aire (ZC Vv-CO₂) alcanza un rango de Vv mínimas por 0.0 m/s y un máximo por 4.2 m/s, mientras que la CA CO₂ oscila entre 311.7 ppm y 841.0 ppm, zona de confort que expresa un rango promedio de amplitud (área= 5.7) respecto al resto de las zonas de confort ambiental.

Zona de Confort Lumínico Eólico

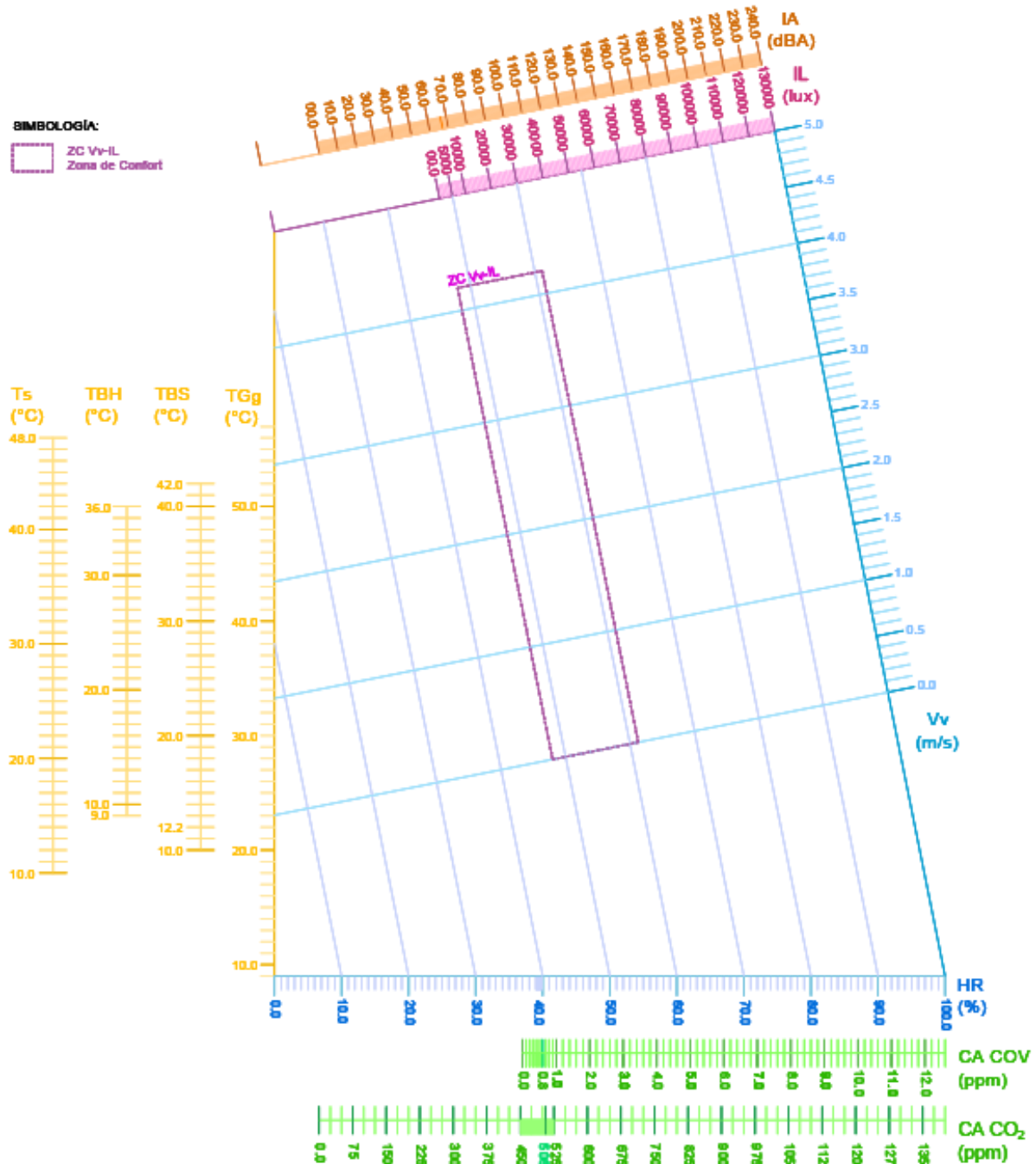
De igual manera, se continua con la apreciación de los indicadores lumínico-eólicos, se identifica un rango amplio máximo por 32,798.6 lux, en correspondencia a una Vv de 4.2 m/s, y un mínimo de 0.0 lux, respecto a 0.0 m/s, durante el periodo cálido, ahora bien cabe señalar que, a pesar de indicar una valoración de 0.0 lux, en realidad esta condición se expresa a partir que los cuestionamientos a los ocupantes, se desarrollaban en horarios de suficiente intensidad lumínica, en contraste a una zona mínima durante el periodo frío, representada por una máxima de 20,985.3 lux, en relación a 1.8 m/s, y una mínima por 0.0 lux, y 0.0 m/s (Figura 141).

Figura 141.
Zonas de confort bivariable Vv-IL, por periodos lumínico eólico



Por la anterior figura, igualmente destaca la ubicación y proporción que guardan los comportamientos de las zonas por ambos periodos de transición (cálido-frío y frío-cálido), los cuales muestran una consistencia al encontrarse justo entre los periodos que transitan, por lo cual, asume una oportuna apreciación de los ocupantes respecto a su condición durante cada uno de los periodos, posteriormente se realiza la asociación de los vértices para dimensionar la zona de confort lumínico eólico (ZC Vv-IL) anual (Figura 142).

Figura 142.
Zonas de confort bivariable Vv-IL, anual.



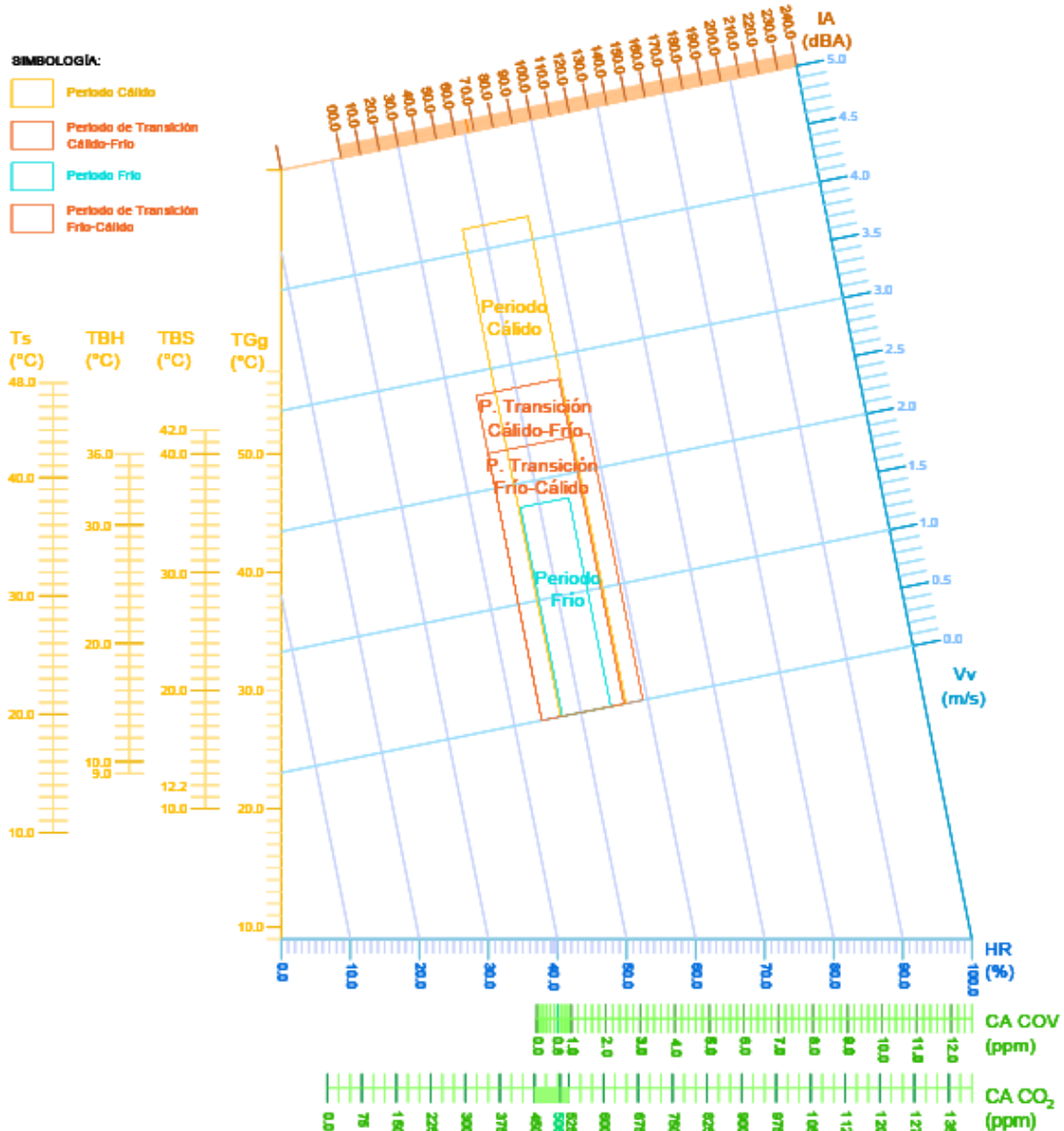
En síntesis, la zona de confort lumínico eólico (ZC Vv-IL), alcanza un rango de IL mínima por 0.0 lux y un máximo por 32,798.6 lux, mientras que la Vv oscila entre 0.0 m/s y 4.2 m/s, zona de confort que expresa un rango mínimo de amplitud (área= 2.3) respecto al resto de las zonas de confort ambiental.

Zona de Confort Acústico Eólico

Para finalizar con la apreciación de los indicadores acústico-eólicos, se identifica un rango amplio máximo por 96.3 dBA, en correspondencia a una Vv de 2.3 m/s, y un mínimo de 43.9 dBA, respecto a 0.0 m/s, durante el periodo transición frío-cálido, lo cual destaca en comparación al comportamiento de este periodo, en comparación a otras variables, al asumir que durante los periodos de transición, los ocupantes estiman una mayor amplitud de confort, en contraste a una zona mínima durante el periodo frío, representada por una máxima de 80.7 dBA, en relación a 1.8 m/s, y valores mínimos por 55.2 dBA, y 0.0 m/s (Figura 143).

Figura 143.

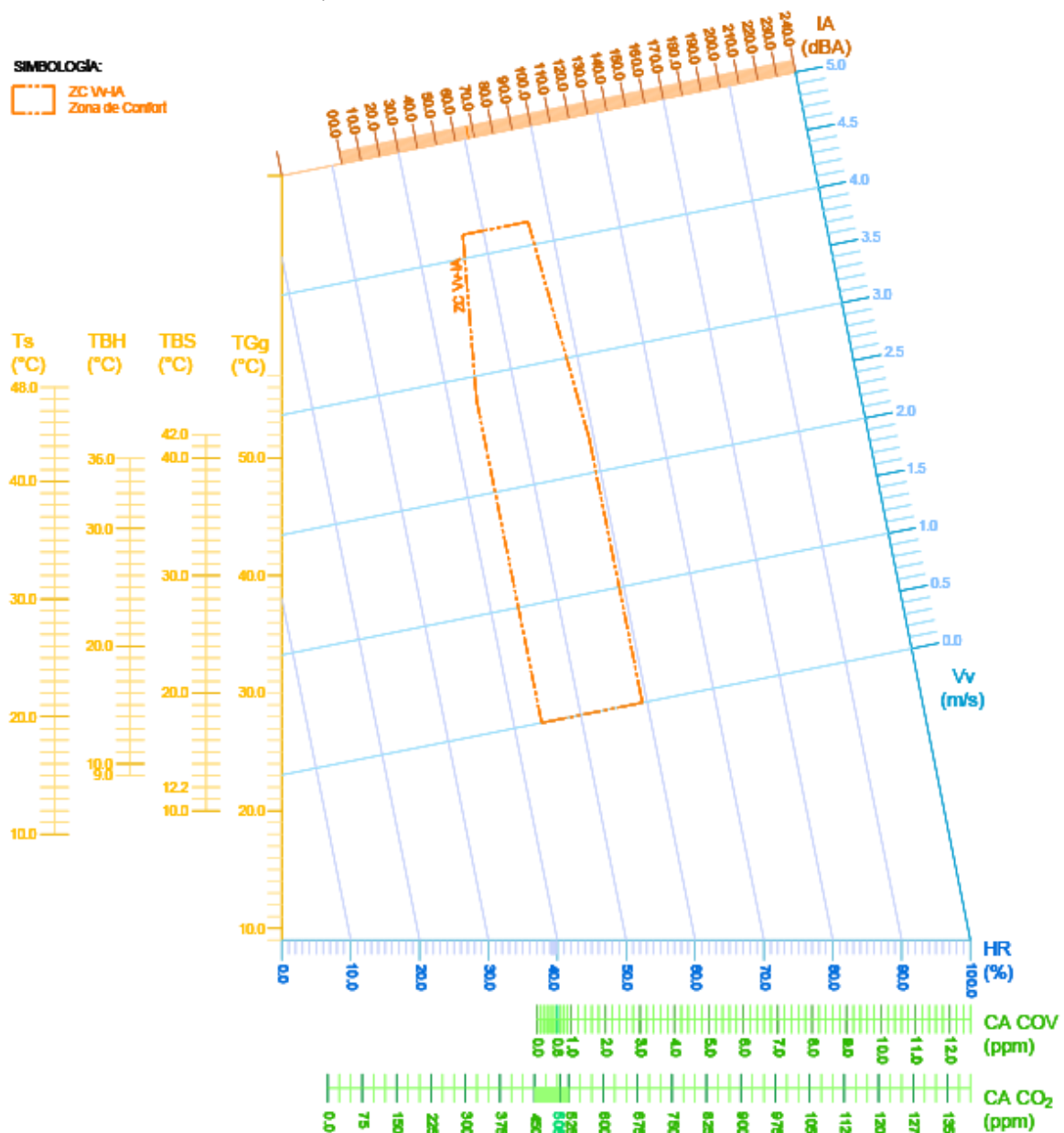
Zonas de confort bivariable Vv-IA, por periodos de dinámica acústico eólico.



Por la anterior figura, se destaca si bien es cierto la ubicación y proporción que guardan los comportamientos de las zonas por ambos periodos de transición (cálido-frío y frío-cálido), los cuales muestran una consistencia al encontrarse justo entre los periodos que transitan, más sin embargo ambas transiciones se extienden fuera de los rangos máximos y mínimos, de los periodos cálido y frío, para posteriormente realizar la asociación de los vértices para dimensionar la zona de confort lumínico eólico (ZC Vv-IA) anual (Figura 144).

Figura 144.

Zonas de confort bivariable Vv-IA, anual.



En síntesis, la zona de confort acústico eólico (ZC Vv-IA), alcanza un rango de IA mínima por 43.9 dBA y un máximo por 96.3 dBA, mientras que la Vv oscila entre 0.0 m/s y 4.2 m/s, zona de confort que expresa un rango mínimo de amplitud (área= 2.5) respecto al resto de las zonas de confort ambiental.

Una vez que se cuenta con las zonas de confort bivariantes por periodos de dinámica ambiental, así como en su respectiva integración anual, a partir de las consideraciones consecutivas respecto a los niveles de correlación entre variables ambientales anteriormente identificadas (Tabla 37), permite la continuidad en la apreciación del polígono resultante de la convergencia de dichas zonas de confort, en aras de realizar la distinción de la zona integral de confort ambiental, que permita dimensionar los rangos óptimos de confort humano de acuerdo a cada variable estimada.

5.3.10. Apreciación de Variables con Mayor Influencia en Votos de Confort

Ahora bien, previo a la descripción y distinción de la zona de confort integral, resulta conveniente la apreciación respecto a la jerarquización por cada variable con mayor influencia sobre los votos de sensación ambiental estimada por los ocupantes a lo largo de los periodos representativos anuales, los cuales son valorados a partir de su nivel de correlación con el resto de variables ambientales, con el propósito de obtener un listado integral respecto al orden óptimo respecto a la visualización de las variables con mayor influencia, sobre la sensación ambiental de los ocupantes anualizada.

En consecuencia, se aprecia que, respecto a las consideraciones por sensación térmica de los ocupantes, el orden de las variables con mayor influencia sobre los votos, corresponde a: TBS, Ts, TGg, TBH, HR, CA CO₂, CA COV, Vv, IA y al final, la percepción de IL (Tabla 50). Posteriormente, las variables ambientales con mayor influencia sobre los votos de sensación hídrica son: Ts, TBS, TGg, HR, TBH, CA COV, IL, Vv, CA CO₂ y al finalizar con IA (Tabla 50). A su vez, las variables con mayor representatividad respecto a los votos de sensación eólica, son: Vv, TGg, CA CO₂, TBH, Ts, TBS, CA COV, HR, IA y finalizar con IL (Tabla 50).

Tabla 50.*Jerarquización por variable con mayor influencia en cada voto de sensación “Sección A”.*

SENSACIÓN TÉRMICA		SENSACIÓN HÍGRICA		SENSACIÓN EÓLICA	
ORDEN POR VARIABLE	CORREL. ANUAL	ORDEN POR VARIABLE	CORREL. ANUAL	ORDEN POR VARIABLE	CORREL. ANUAL
TBS	0.20474	Ts	0.02293	Vv	0.02387
Ts	0.18024	TBS	0.01995	TGg	0.01226
TGg	0.17034	TGg	0.01584	CA CO ₂	0.01162
TBH	0.09505	HR	0.01551	TBH	0.01097
HR	0.06626	TBH	0.00918	Ts	0.01004
CA CO ₂	0.01168	CA COV	0.00850	TBS	0.00496
CA COV	0.01168	IL	0.00658	CA COV	0.00375
Vv	0.01056	Vv	0.00571	HR	0.00354
IA	0.01045	CA CO ₂	0.00515	IA	0.00270
IL	0.00801	IA	0.00288	IL	0.00207

En esta misma tesitura, las variables percibidas con mayor representatividad para la calidad del aire, son: TBS, TGg, Ts, CA COV, CA CO₂, IA, HR, Vv, IL y TBH (Tabla 51). Por consiguiente, las variables con mayor influencia sobre los votos de sensación acústica, resultan en: Ts, IA, TGg, TBS, IL, TBH, CA CO₂, CA COV, Vv, HR (Tabla 51). Y para concluir, con el orden de las variables ambientales que mayor influencia representan para la percepción lumínica, son: HR, TBS, Ts, TGg, TBH, IA, Vv, IL, CA COV, y finaliza con CA CO₂ (Tabla 51).

Tabla 51.*Jerarquización por variable con mayor influencia en cada voto de sensación “Sección B”.*

CALIDAD DEL AIRE CO ₂		SENSACIÓN ACÚSTICA		SENSACIÓN LUMÍNICA	
ORDEN POR VARIABLE	CORREL. ANUAL	ORDEN POR VARIABLE	CORREL. ANUAL	ORDEN POR VARIABLE	CORREL. ANUAL
TBS	0.01578	Ts	0.01184	HR	0.03609
TGg	0.01150	IA	0.00554	TBS	0.02710
Ts	0.01127	TGg	0.00498	Ts	0.02605
CA COV	0.00588	TBS	0.00489	TGg	0.00779
CA CO ₂	0.00477	IL	0.00329	TBH	0.00425
IA	0.00429	TBH	0.00294	IA	0.00408
HR	0.00323	CA CO ₂	0.00273	Vv	0.00322
Vv	0.00304	CA COV	0.00198	IL	0.00300
IL	0.00143	Vv	0.00149	CA COV	0.00290
TBH	0.00072	HR	0.00110	CA CO ₂	0.00142

De tal manera, al haber identificado el orden de las variables con mayor influencia sobre las percepciones más representativas respecto a los votos estimados de sensación térmica, hídrica, eólica, calidad del aire, acústica y lumínica, posibilita la ponderación promedio por cada una de las variables, respecto a las sensaciones ambientales, lo cual permite la apreciación de las variables con mayor influencia sobre una sensación ambiental de los ocupantes, con el orden respectivo a: TBS, Ts, TGg, HR, TBH, Vv, CA CO₂, CA COV, IA y la variable más distante IL (Tabla 52).

Tabla 52.*Jerarquización de variables ambientales sobre votos de confort anual.*

ORDEN NUMÉRICO	ORDEN POR VARIABLE	DETERMINACIÓN ANUAL
1	TBS	0.04623474
2	Ts	0.043728048
3	TGg	0.03711862
4	HR	0.020954335
5	TBH	0.020520957
6	Vv	0.007981361
7	CA CO ₂	0.007436025
8	CA COV	0.005781676
9	IA	0.004988302
10	IL	0.004063729

En este sentido, se fundamente la obtención respecto a la jerarquización de las variables con mayor influencia sobre los votos de confort ambiental estimadas por los ocupantes, con el propósito de continuar en el orden de apreciación por cada una de las zonas de confort bivariables anuales, que finalizarán con la determinación de la zona integral de confort ambiental.

5.3.11. Integración de Modelo de Confort Ambiental

De tal forma que, al realizar una sobreposición entre las zonas de confort bivariables, anteriormente determinadas, mediante las cuales se evidencian los niveles de correlación entre el total de las 10 variables, así como su correspondencia respecto a la proporción para cada una de las zonas de confort ambiental, se destaca la zona de confort ambiental (Figura 145).

Figura 145.
Apreciación integral de zona de confort ambiental.



Esta zona de confort ambiental, resulta convergente respecto a la proyección acorde al sentido de las graduaciones por cada variable, de acuerdo a cada uno de los ejes, de tal manera que permite la visualización de coincidencia específica por parte de las variables

estimadas, en la cual los ocupantes hacen alusión de encontrarse en confort, entre los diversos indicadores: temperatura (TBS, entre 23.8 °C y 31.4 °C; Ts, entre 25.8 °C y 33.4 °C; TGg, entre 33.8 °C y 41.4 °C; TBH 19.8 °C y 27.3 °C); humedad relativa (HR, entre 36.8 % y 47.0 %); velocidad de viento (Vv, entre 0.5 m/s y 1.4 m/s); calidad del aire (CA CO₂, entre 453.0 ppm y 605.0 ppm; CA COV, 0.0 ppm y 2.0 ppm); acústica (IA, entre 58.0 dBA y 84.3 dBA); iluminación (IL, entre 0.0 lux y 18,850.0 lux) (Tabla 53).

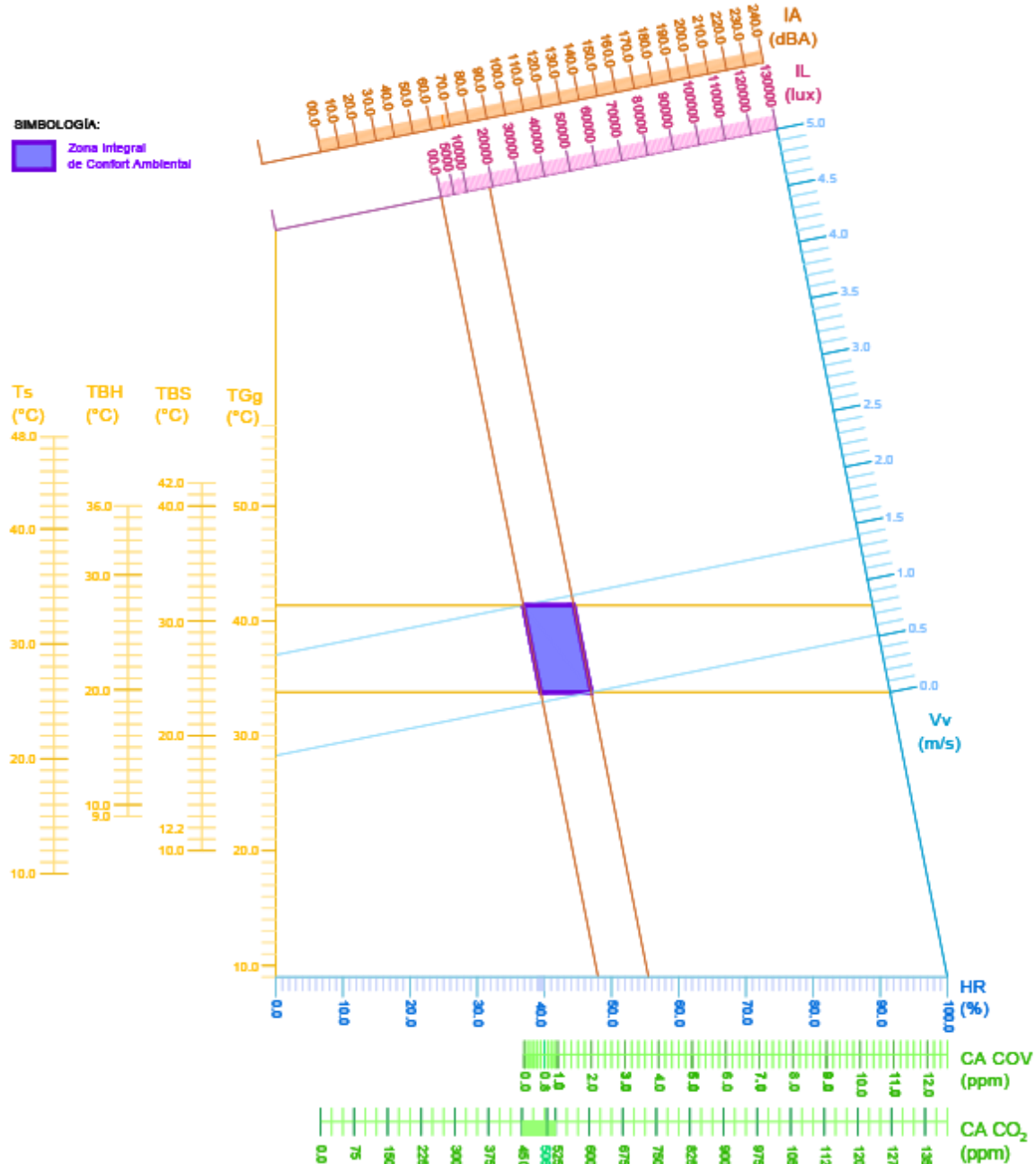
Tabla 53.
Indicadores por zona de confort ambiental.

VARIABLE	MÍNIMA	MÁXIMA
TBS (°C)	23.8	31.4
Ts (°C)	25.8	33.4
TGg (°C)	33.8	41.4
HR (%)	36.8	47.0
TBH (°C)	19.8	27.3
Vv (m/s)	0.5	1.4
CA CO ₂ (ppm)	453.0	605.0
CA COV (ppm)	0.0	2.0
IA (dBA)	58.0	84.3
IL (lux)	0.0	18,850.0

Los anteriores valores se grafican sobre el Modelo CAEPA, resultante en el polígono integral de confort ambiental (Figura 146).

Figura 146.

Valoraciones ambientales derivadas de la zona de confort integral.



De esta manera, la zona de confort ambiental alude una consistencia respecto a los valores convergentes, mismos que serán cotejados de acuerdo a una siguiente etapa de validación del Modelo CAEPA, a comparación en aspectos que posibilitarán a su vez, la relatoría respecto a discusiones comparativas conforme al funcionamiento, valoraciones y ecuaciones de planteamiento de zonas de confort u/o neutralidad ambiental.

5.4. Validación del Modelo de Confort Ambiental

Así pues, posterior al proceso de conformación del modelo gráfico de confort ambiental, se realizan una serie de planteamientos y/o comparativas, respecto a la consistencia de información ambiental que el Modelo CAEPA transmite, y en este sentido, el proceso para validación del modelo, se encuentra sujeto a tres principales consideraciones:

- Validación por modelos e indicadores de confort clásicos.
- Validación de indicadores postulados, por cotejo a indicadores de confort vigentes.
- Validación por cotejo a índice UTCI y modelo PET.

A partir de estos tres recursos de cotejo, se comienza una aproximación a los procesos de validación, que se debe exponer el instrumento de confort ambiental, en aras de aspirar a una exposición y uso frecuente del mismo, por la comunidad profesional, por la transferencia de información ambiental hacia la sociedad, así conforme al marco normativo que se encuentra, de acuerdo a su diversidad de variables ambientales que integra.

5.4.1. Validación por Cotejo a Modelos Clásicos de Confort

Por lo anterior, resulta oportuno continuar un cotejo, acerca del funcionamiento y efectividad informativa del Modelo CAEPA, en referencia a modelos e indicadores clásicos o tradicionales en el campo del estudio bioclimático, si bien el abanico de posibilidades resulta diverso, se tomó la consideración de seleccionar dos elementos: acorde al modelo de confort térmico de Auliciems (1981) y el ábaco psicrométrico de Givoni (1994), los cuales son considerados a partir de apreciar el análisis del concepto de confort humano, por otra parte retoman el estudio de variables meteorológicas, se encuentran en condiciones de espacios en exteriores, en alguno de sus casos realizan una correlación bivariable ambiental, respecto a los votos subjetivos de los sujetos involucrados, además de resultar de los primeros modelos de confort humano, relacionados a estudios en el campo de la arquitectura y el urbanismo.

De tal manera, que se comienza con el modelo de confort de Auliciems (1981), el cual se basa en un modelo matemático, para la identificación de la temperatura neutral (T_n), y las zonas de confort superior (ZC superior) e inferior (ZC inferior), a través de la ecuación:

$$T_n = 17.6 + 0.31 (T_{em})$$

Donde:

T_n = Temperatura de neutralidad o confort

T_{em} = Temperatura exterior promedio

ZC Superior = $T_n + 2.5$

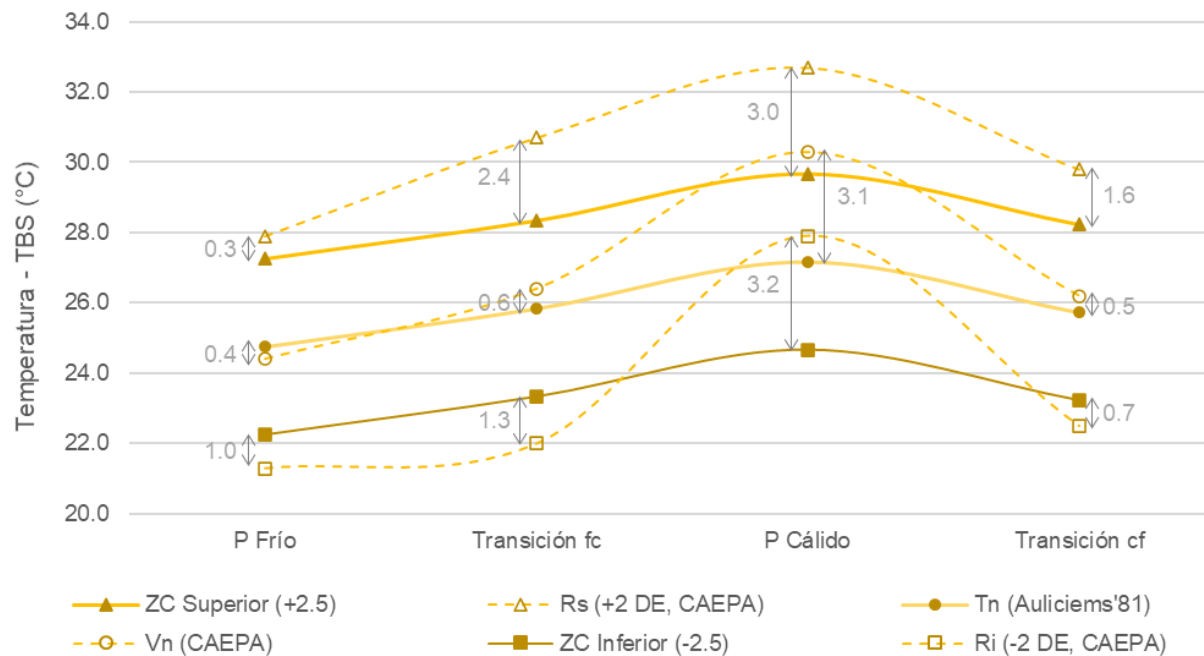
ZC Inferior = $T_n - 2.5$

En este sentido, se implementa la anterior ecuación a las normales por temperatura en Culiacán Rosales (Apéndice V. Caracterización del Objeto de Estudio, Cuadro 9), con la particular distinción que, para efectos del presente ejercicio comparativo, únicamente se retomaron las condiciones térmicas, conforme a los mismos meses que se retomaron por periodo de registro: periodo cálido, julio y agosto; periodo de transición cálido frío (Transición cf), al mes de noviembre; periodo frío, durante enero y febrero; y el periodo de transición frío cálido (Transición fc), al mostrar los siguientes valores de diferencia (Figura 147).

En consecuencia, se trazan las líneas que asocian al comportamiento por orden de aparición en los periodos, para la zona de confort superior (ZC Superior (+2.5), 27.3 °C, 28.3 °C, 29.7 °C, 28.2 °C), zona de confort inferior (ZC Inferior (-2.5), 22.3 °C, 23.3 °C, 24.7 °C, 23.2 °C), y temperatura neutra (T_n (Auliciems '81, 24.8 °C, 25.8 °C, 27.2 °C, 25.7 °C), de acuerdo al modelo de Auliciems (1981), en comparación a los indicadores asociados por el Modelo CAEPA, acorde a los rangos superior (R_s (+2 DE, CAEPA), 27.9 °C, 30.7 °C, 32.7 °C, 29.8 °C), valor de neutralidad (V_n (CAEPA), 24.4 °C, 26.4 °C, 30.3 °C, 26.2 °C) y el rango inferior (R_i (-2 DE, CAEPA), 21.3 °C, 22.0 °C, 27.9 °C, 22.5 °C), entre los cuales destaca un comportamiento proporcional, entre ambos modelos por cada periodo, al resultar los periodos extremos más significativos, puesto que, durante el periodo cálido se presenta la mayor diferencia entre valores, 3.0 °C, 3.1 °C y 3.2 °C, mientras el periodo frío, expresa un punto de amplitud mínima, con una diferencia entre valores, por 0.3 °C, 0.4 °C, 1.0 °C (Figura 147).

Figura 147.

Comparativa por Tn y ZC, entre indicadores Auliciems y Modelo CAEPA (TBS).

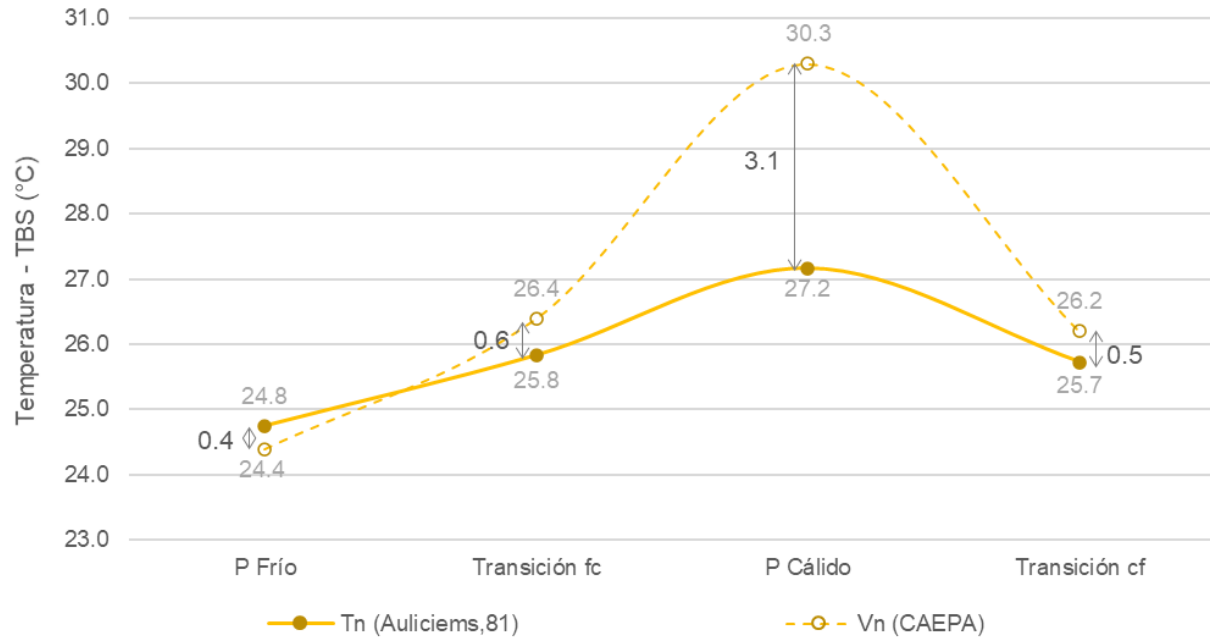


Por lo anterior cabe hacer hincapié respecto a realizar una comparación por los promedios anuales, por ZC Superior (+2.5) 28.4 °C y Rs (+2 DE, CAEPA) 30.3 °C, equivalente a la mayor amplitud de diferencia por 1.9 °C; mientras que, la diferencia anual, entre el valor de Tn (Auliciems'81) 25.9 °C y Vn (CAEPA) 26.8 °C, equivale a 0.9 °C, lo cual marca una condición parcial entre las oscilaciones de valoraciones; para finalizar con una destacada diferencia entre la ZC Inferior (-2.5) 23.4 °C y Ri (-2DE, CAEPA) 23.4 °C, resultante en un valor equitativo de 0.0 °C (Apéndice XI. Datos para Validación de Modelo CAEPA, Cuadro 16).

En este mismo tenor, se realiza un énfasis entre los dimensionamientos de los valores de neutralidad (Tn y Vn), durante el periodo cálido expresan una divergencia por 3.1 °C, mientras que, en el periodo de Transición cf, la oscilación marca 0.5 °C, así para el periodo frío, ya con una condición inversa, por una disparidad de 0.4 °C, y para finalizar con el periodo de Transición fc, con un contraste equivalente a solo 0.6 °C (Figura 148).

Figura 148.

Comparativa entre valoraciones de neutralidad anual, de acuerdo a Auliciems y Modelo CAEPA.

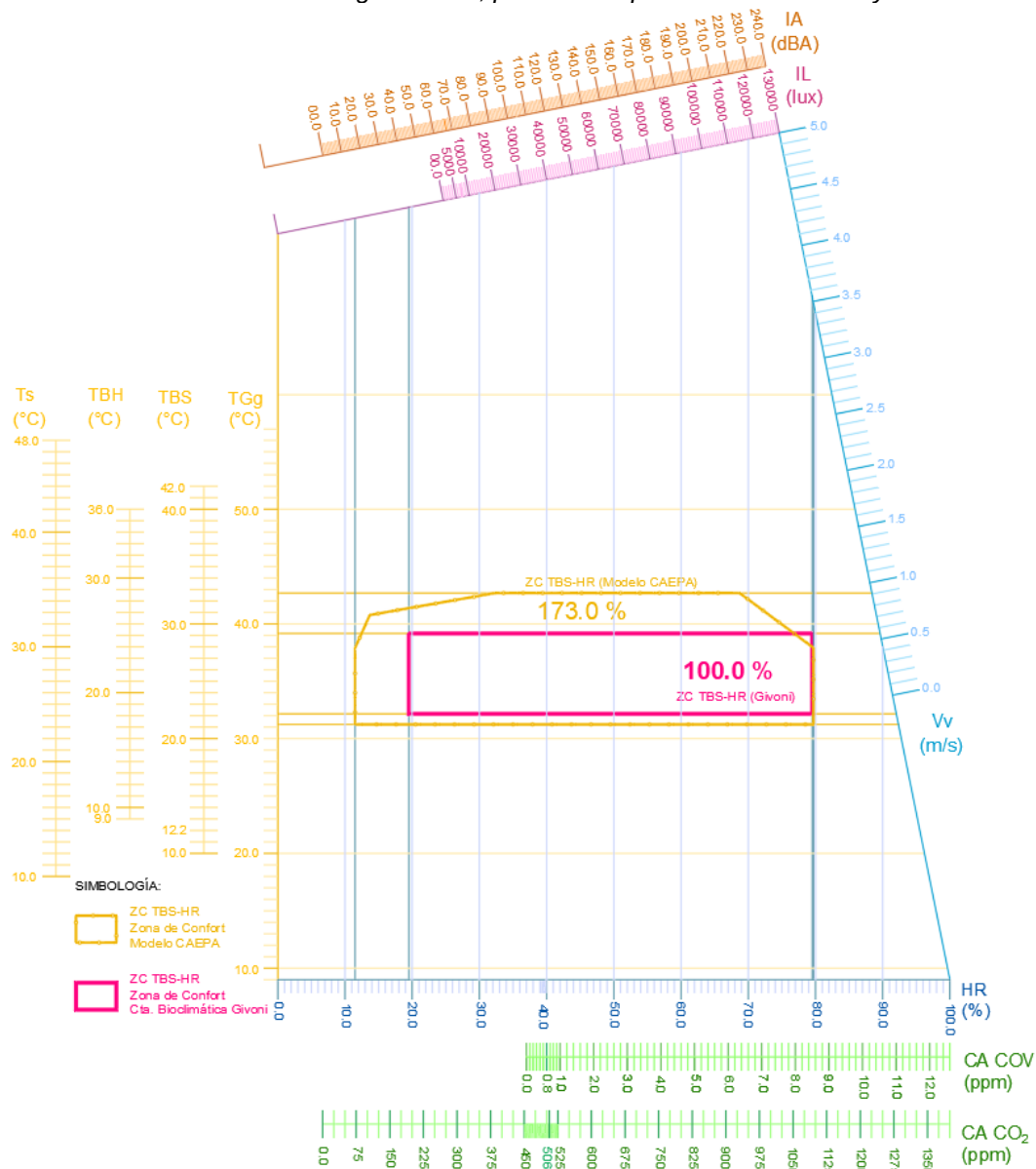


De ello se infiere que, la concordancia entre la proximidad de los valores de neutralidad anual (para este caso, por la variable de TBS), representa para la Tn (Auliciems, 81), un coeficiente de determinación equivalente a, $R^2=0.308$, en comparación a un coeficiente de determinación anual, por Vn (Mod CAEPA) correspondiente a una $R^2=0.2334$, lo cual asume la mínima diferencia entre coeficientes por $R^2= 0.0754$, valor que representaría una semejanza muy cercana, entre ambas determinaciones.

Por otra parte, para continuar con las comparativas entre modelos, a continuación, se realiza la referencia de acuerdo al modelo de confort “ábaco psicométrico” de Givoni (1994), para el cual requiere de colocar como referencia la temperatura exterior promedio (26.1 °C, TBS), criterio que proporciona una zona de confort higrotérmico (ZC TBS-HR Givoni), entre rangos superiores por 29.2 °C y 19.5 %, por otra parte, los rangos inferiores se encuentran entre 22.2 °C y 19.5 %, mismos que son proyectados sobre el Modelo CAEPA (Figura 149).

Figura 149.

Comparativa entre zonas de confort higrotérmico, por modelo psicrométrico Givoni y Modelo CAEPA.



Por la anterior figura, se evidencia que el área que cubre la zona de confort térmico (ZC TBS-HR (Givoni)), se encuentra dentro del rango estimado por la zona de confort equivalente planteada por el Modelo CAEPA (ZC TBS-HR (Modelo CAEPA)), al resultar equiparable en un 100.0 %, respecto a la ZC TBS-HR (Modelo CAEPA), que inclusive extiende la amplitud del área de confort bivariable, en un 70.0 %, equivalente a un total 170.0 % (Figura 149). Motivo por el cual, si bien sugiere una comparativa positiva, igualmente posibilita profundizar sobre las condiciones que extienden el rango de confort bivariable.

5.4.2. Validación por Cotejo a Estudio RUROS.

Para continuar con los criterios de validación, se retoman para cotejo, los rangos de confort obtenidos por el trabajo de investigación interdisciplinario, denominado *Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces (RUROS)*, encabezado por Nikolopoulou y Lykoudis (2007), el cual como anteriormente se indicó, ha sido internacionalmente referenciado ⁸, a través de múltiples manuscritos a razón de las diversos abordajes disciplinares en los campos de: arquitectura, urbanismo, ingeniería civil, ciencias de la tierra, informática, sociales, entre otras (Nikolopoulou, 2002), estas condiciones de atención con diferentes ópticas acerca del análisis de los espacios urbanos abiertos, vuelve la comparativa ideal para el presente acercamiento por el desarrollo del Modelo CAEPA.

Sin embargo, previo a comenzar el cotejo, cabe destacar que el estudio RUROS, se efectuó en 7 ciudades de Europa: Atenas, Grecia (tipo de clima Csa), Salónica, Grecia (tipo de clima Cfb), Milán, Italia (tipo de clima Dfa), Friburgo, Suiza (tipo de clima Df), Kassel, Alemania (tipo de clima Cfa), Cambridge, Inglaterra (tipo de clima Cfa), y Sheffield, Inglaterra (tipo de clima Cfa), en este sentido, si bien algunas de las ciudades de tipo C (templado), estiman condiciones cálidas en verano, en ninguno de los casos, resulta ninguna de tipo de clima B (seco), como es el caso del clima en Culiacán Rosales, Sinaloa., lo cual eventualmente, resulta un factor significativo al momento de evaluación.

Adicionalmente, una semejanza consiste en ubicar indicadores encontrados, acorde a la estimación de cuatro periodos representativos anuales (comienza en julio 2001 y termina en septiembre 2002), verano, otoño, invierno y primavera, por medio de la obtención de muestras en los turnos horarios, matutino (10:00-11:59 h), medio día (12:00-14:59 h), vespertino (15:00-17:59 h), y nocturno (18:00-20:59 h).

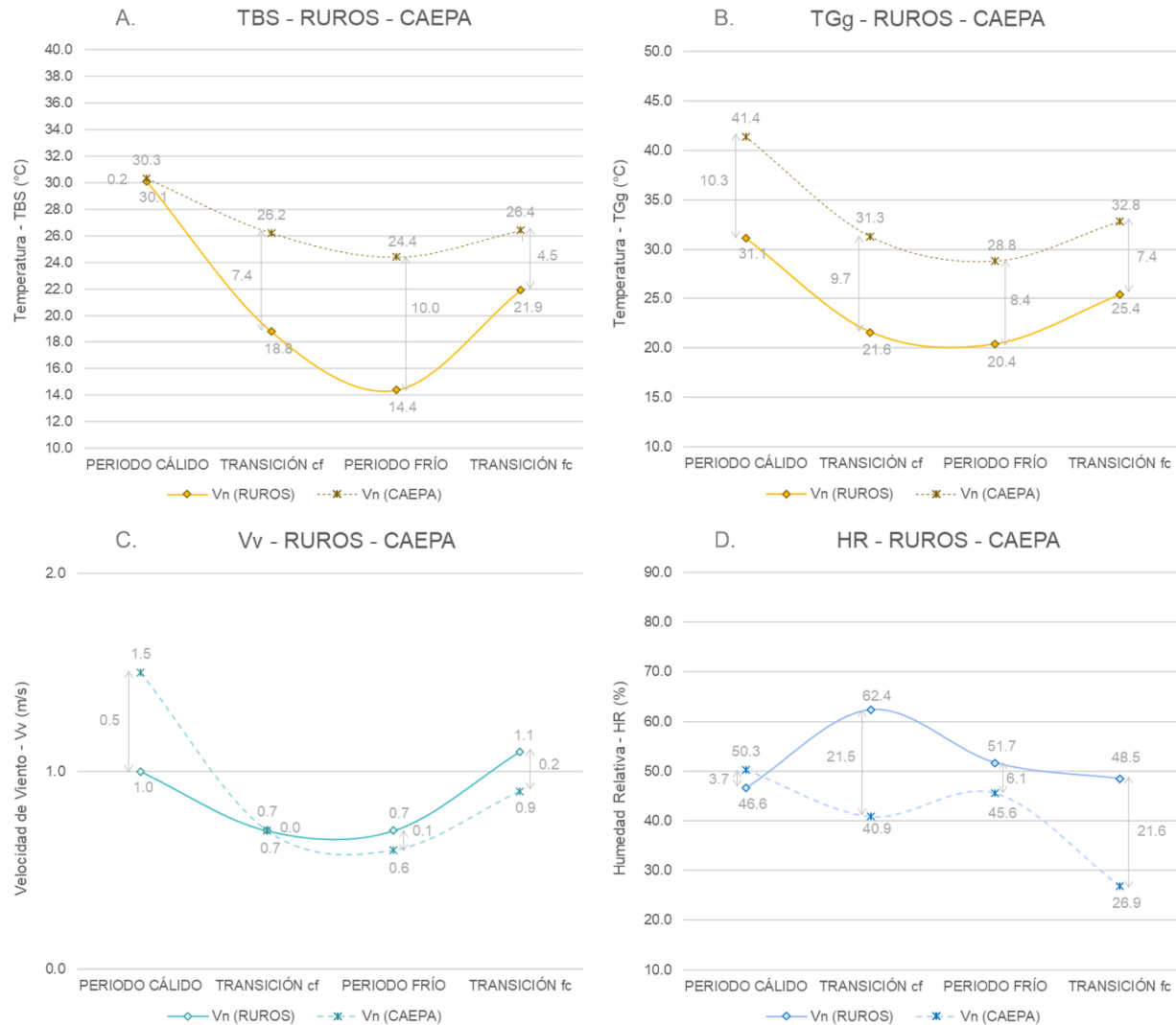
⁸ 755 citas, en Google Académico.

De forma tal, que los indicadores resultantes por cada variable del estudio *RUROS*, son cotejados a los indicadores del presente Modelo CAEPA, demostrando los siguientes resultados. Conforme a la variable por TBS (Figura 150, apartado A.), las diferencias entre indicadores durante el periodo cálido, equivale a solo 0.2 °C, lo que los vuelve con una paridad muy significativa, por otra parte, durante el periodo de transición cálido frío, la diferencia resulta más holgada con 7.4 °C, y esta se amplía en el periodo frío a 10.0 °C, mientras que la oscilación entre ambos, vuelve a acortarse durante el periodo de transición frío cálido, con 4.5 °C de diferencia, lo cual hace consistente el planteamiento anteriormente señalado, en el cual, si bien los sitios de estudio en *RUROS*, se acercan a una condición cálida durante el verano, con el caso en Culiacán Rosales, efectivamente éste se distancia durante el periodo de transición cálido frío, en el periodo frío, es donde resulta su mayor holgura entre ambos indicadores, pues esto se debe a una mayor condición de bajo calentamiento en las ciudades europeas, en contraparte de una región con calor constante a lo largo del año (Figura 150).

Sin embargo, los indicadores de confort térmico por TGg (Figura 150, apartado B.), expresan un marcado paralelismo anual, entre el modelo *RUROS* y CAEPA durante los cuatro periodos, que comienzan en el periodo cálido, con una diferencia entre ellos por 10.3 °C, seguidos de 9.7 °C durante el periodo de transición cálido frío, consecutivos a una amplitud con 8.4 °C, que finaliza con 7.4 °C de diferencia, en el periodo de transición frío cálido (Figura 150). Lo cual permite interpretar que, a pesar de las diferencias entre tipologías climáticas, cuando se cotejan las condiciones de confort térmico, por la variable de TGg, esta presenta una concordancia con su equivalente en otra latitud, de acuerdo a sus estimaciones en exteriores.

Figura 150.

Comparativa de valores neutros por estudio RUROS – Modelo CAEPA.



De igual forma, al cotejar el funcionamiento entre los indicadores *RUROS* y *CAEPA*, de acuerdo a la variable por *Vv* (Figura 150, apartado C.), encontramos una mayor paridad entre indicadores de confort eólico, al encontrar una varianza promedio anual, de tan solo 0.2 m/s, lo cual apunta a una coincidencia de estimaciones de percepción eólica muy cercana ambos grupos de ocupantes de espacios públicos, al resultar el periodo cálido, el único que presenta una amplitud mayor con 5.0 m/s, lo cual significa que los ocupantes en Culiacán Rosales, prefieren durante el calor, un mayor flujo de viento, mientras que por el contrario, durante el periodo de frío, los usuarios en Culiacán, se encuentran cómodos con una menor velocidad de

viento, cabe agregar la relevancia por la diferencia en los periodos de transición cálido frío para ambos casos, equivalente a 0.0 m/s, por lo cual se alcanzó una correspondencia perfecta, así con una mínima distinción de solo 0.2 m/s para el periodo de transición frío cálido (Figura 150).

Por último cotejo entre los modelos *RUROS* y *CAEPA*, respecto a la variable HR (Figura 150, apartado D.), se presenta una próxima relación entre valoraciones neutrales V_n (*RUROS*) y V_n (*CAEPA*), las cuales resultan convergentes durante el periodo cálido, con una diferencia mínima de solo 3.7 %, mientras se aleja durante el periodo de transición cálido frío con 21.5 % de diferencia, en contraste a una recuperación de aproximación a solo 6.1 % de distancia, aspecto que vuelve a ampliarse por 21.6 %, durante el periodo de transición frío cálido, por lo cual, dicho comportamiento anual, asume una paridad bastante cercana entre indicadores, en condiciones de periodos extremos cálido y frío, en contraparte a la mayor holgura que se presenta, de forma prácticamente idéntica durante los periodos de transición (Figura 150).

Las anteriores observaciones, permiten ubicar una consistencia entre el funcionamiento por los indicadores demostrados en el Modelo *CAEPA*, tanto por efectos estadísticos; así por los rangos de confort relacionados por el modelo de Auliciems (1981), en los cuales igualmente se visualiza una convergencia entre indicadores; mientras que por otra parte se realizó la comparativa a la zona de confort higrotérmico establecida por el ábaco psicrométrico de Givoni (1994), e igualmente los indicadores del Modelo *CAEPA* cubren en su totalidad la zona de confort, además de plantear una extensión por el 42.0 %, sobre todo durante condiciones de periodo de frío y sus transiciones; para finalizar con la marcada consistencia entre zonas de confort, acorde a los indicadores proporcionados por el modelo *RUROS*; por los anteriores criterios, permiten una validación positiva respecto a la objetividad que los indicadores ambientales del Modelo *CAEPA*, plantean en la condición de confort ambiental de los ocupantes.

5.4.3. Validación por Cotejo a Índice UTCI y modelos PMV y PPD.

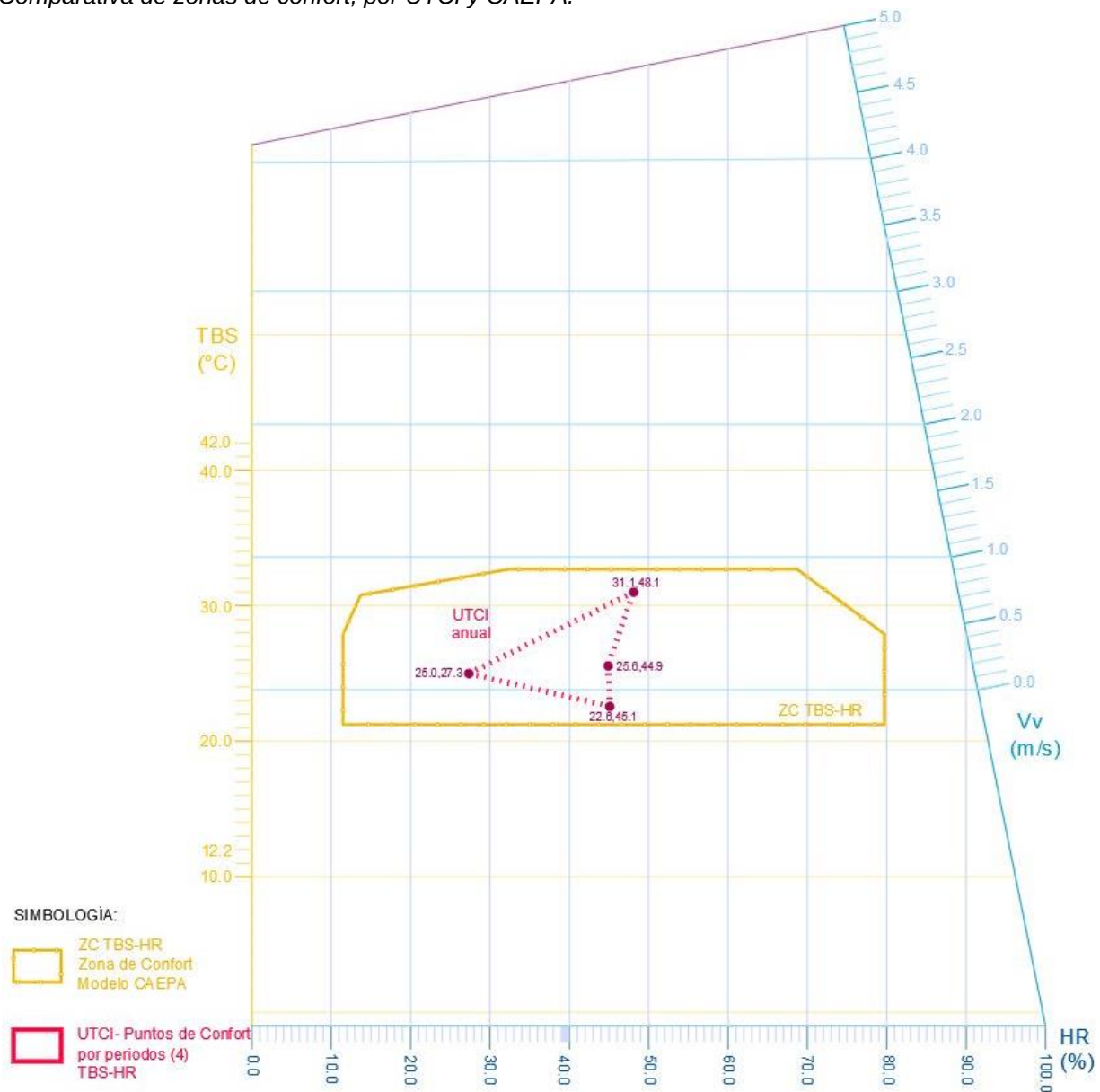
Para finalizar con las validaciones, en comparación a modelos identificados en el apartado de Marco Teórico, conforme a la revisión de la literatura global de Modelos de Confort (pág. 72) e Índices Ambientales (pag.86), se retomó el cotejo del funcionamiento de los indicadores en el modelo CAEPA, en comparación a dos modelos de frecuente empleo para la apreciación de confort, en este caso térmico, en espacios exteriores (Figura 28), por medio del UTCI, PMV y PPD.

En primera instancia como ya fueron indicadas las condiciones para la determinación del UTCI (pág. 87), se retomaron los valores obtenidos durante la presente campaña de estudio, respecto a cada una de las variables necesarias para la apreciación del índice, esto para cada periodo, con la intención de ubicar la zona de confort anual por el indicador de UTCI.

De tal manera, que los valores identificados fueron por el periodo cálido, TBS= 30.9 °C, Tmr= 61.2 °C, Vv= 1.2 m/s, HR= 48.1 %, arrojan un valor de UTCI= 31.1 °C; por otra parte durante el periodo de transición cálido frío, se visualizaron una TBS= 26.2 °C, Tmr= 40.8 °C, Vv= 0.9 m/s, HR= 44.9 %, posibilitan un valor de UTCI= 25.6 °C; mientras que durante el periodo frío, TBS= 23.1 °C, Tmr= 31.3 °C, Vv= 0.5 m/s, HR= 45.1 %, permiten un valor de UTCI= 22.6 °C; para finalizar durante el periodo de transición frío cálido con valores de TBS= 26.6 °C, Tmr= 44.2 °C, Vv= 0.8 m/s, HR= 27.3 %, arrojan un valor de UTCI= 25.0 °C.

Ahora bien, una vez obtenidos los indicadores por el índice UTCI (Fiala et al., 2012), de acuerdo a los valores apreciados en campo durante los respectivos periodos de estudio, estos resultados se trasladaron a su ubicación gráfica (trazo) en el Modelo CAEPA, conforme a las dos variables principales de mayor correlación, además coincidentes con las variables necesarias para la obtención del UTCI (TBS y HR), (Apéndice XI. Datos para Validación de Modelo CAEPA, Cuadro 18), posibilitan la visualización de un polígono irregular, el cual resulta coincidente de la zona de confort higrotérmica planteada por el Modelo CAEPA (Figura 151).

Figura 151.
Comparativa de zonas de confort, por UTCI y CAEPA.



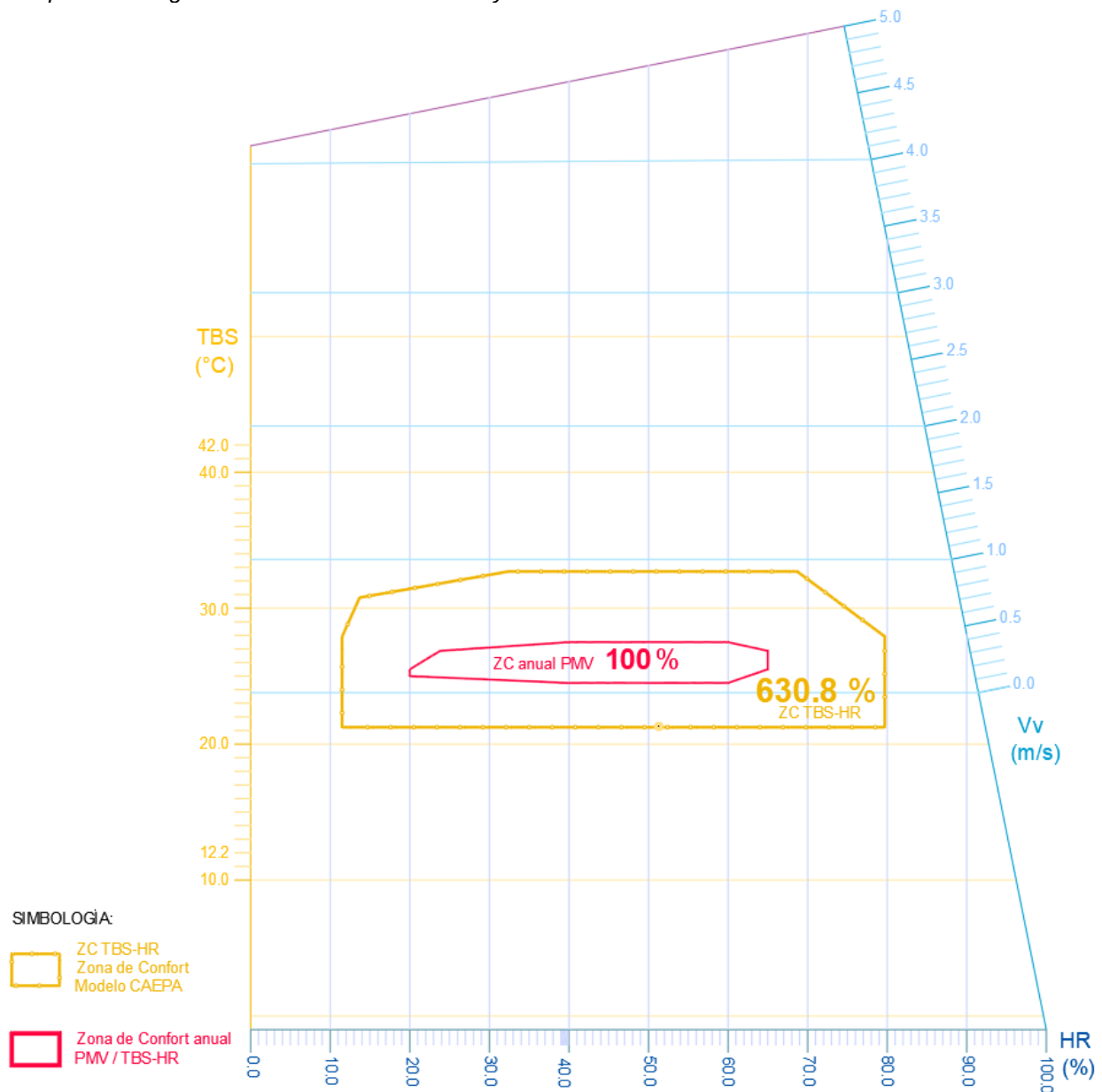
Nota. - Adaptado al Modelo CAEPA. Fuente: Procesado de UTCI Org. (2024).

Al ubicar el polígono que conforman los indicadores por UTCI anual, habilita el proporcionamiento entre los puntos de neutralidad UTCI, en comparación a la zona de confort planteada por el Modelo CAEPA, por el cual destaca un 10.0 % por el área de UTCI, en relación a la extensión del área de confort por el Modelo CAEPA, equivalente a un 90.0 % adicional al área de UTCI (Figura 151).

De forma similar, se realizó el abordaje para la obtención de los valores por los modelos PMV y PPD (ISO 7730, 2016), igualmente antes señalados en el apartado de Marco Teórico (pág.79), el cual fue valorado de acuerdo a las variables de arropamiento - Clo (Clo), tasa metabólica – M (met), nivel de actividad – W (met), temperatura del aire (temperatura de bulbo seco) - T_a (°C), temperatura media radiante – T_{mr} (°C), Velocidad del aire – V_v (m/s), humedad relativa – HR (%) (Apéndice II. Marco Normativo, Cuadro 2, Cuadro 5, y Cuadro 7).

De tal forma que, se realizó igualmente una proyección de los resultados obtenidos por PMV, conforme a los comportamientos promedios de los cuatro periodos, durante sus respectivos turnos matutino y vespertino, para así ubicar una zona de confort anual (ZC anual PMV), a través de la base de datos ubicados en el Apéndice XI. Datos para Validación de Modelo CAEPA, Cuadro 22 y Cuadro 23), lo cual proyectado sobre el Modelo CAEPA, expresó coincidir con respecto a la zona de confort higrotérmica (ZC anual PMV), al 100.0 % integrada a las valoraciones de la ZC TBS-HR del Modelo CAEPA, el cual presenta una amplitud de 630.8 % (Figura 152).

Figura 152.
Comparativa Registro CAEPA – Modelos PMV y PPD.



Nota. - Basado en los valores obtenidos en el Registro CAEPA. Fuente: Procesado de Chuansi (2008).

Por lo anterior, se permite evidenciar una coincidencia en el comportamiento entre los valores de confort por el modelo PMV (ZC anual PMV) y la zona de confort por el Modelo CAEPA (ZC TBS-HR), sin embargo, las diferencias entre las proporciones de zonas de confort, asumen que, para el habitante local presenta una mayor adaptación a la condición térmica, al estimar menor insatisfacción con el ambiente higrotérmico y expresar una zona de confort más extendida.

Por consecuencia, las anteriores valoraciones refuerzan el principio de argumentos por criterios internacionales PMV y PPD para un espacio público abierto, éstas resultarían en una percepción de excesivo calor a lo largo de un año representativo, al considerar una parcialidad de usuarios que expresan insatisfacción con el ambiente térmico que prevalece en la Plazuela Obregón, mientras que, los habitantes locales, encuentran las mismas condiciones más aceptables, por consecuencia una mayor adaptación al ambiente higrotérmico del lugar.

5.5. Conclusión Capítulo V

En síntesis, inicialmente los resultados derivados principalmente de la campaña de estudio representativa anual (julio 2023 – abril 2024) en el espacio público “Plazuela Obregón”, aprecian una caracterización de las condiciones metabólicas de los usuarios consultados, hombres principalmente con mayor presencia en el espacio (61.0 %), con edades entre 20 y 39 años (48.0 %) y un IMC primordialmente con sobrepeso, mientras desarrollan un nivel de actividad pasiva (75.0 W/m^2 y 116.2 W/m^2), con un arropamiento ligero (0.37 Clo), cuestionario realizado equitativamente entre turnos matutino y vespertino, frecuentemente bajo la sombra de un árbol (84.0 %), con una concurrencia de ocupación del espacio público regular (69.0 %), de 50 a 150 personas, bajo condiciones de ruido procedentes del transporte público (61.0 %).

Por otra parte, destaca la obtención de los indicadores ambientales obtenidos mediante la adaptación del método estadístico MIST, extendido no solo para la apreciación de variables térmicas, sino también aplicado a las variables ambientales, ruido, iluminación y calidad del aire, mediante el cual se obtuvieron estimaciones de sensación y preferencia ambiental, más sin embargo, para efectos de la conformación del Modelo CAEPA, únicamente fueron recurridos las valoraciones por sensación ambiental, a razón de atender el objetivo principal de investigación, respecto a la configuración de un modelo de confort.

Para continuar, con una exposición detallada respecto a la sistematización para la conformación del modelo de confort ambiental, mediante un elaborado procedimiento en continuidad a la obtención de los indicadores ambientales, que identifica el nivel de correlación

entre las variables ambientales estimadas, proceso mediante los cuales se confirma el alto nivel de correlación entre las variables del ambiente térmico, temperaturas y humedad relativa principalmente, aspectos reflejados en la posición de las variables en el Modelo CAEPA, que igualmente contribuyó a la determinación del ángulo para cada pendiente de la recta, en la conformación gráfica del modelo, así como su correspondiente escala de cada variable, que posteriormente posibilitó la proyección de zonas de confort bivariable, tanto por periodos de estudio y de forma anual, mismas que en sobreposición, destacan el polígono de confort ambiental, al proporcionar una serie de indicadores ambientales (TBS, Ts, TGg, TBH, HR, CA CO₂, CA COV, Vv, IA e IL) que establecen los rangos de confort ambiental anual.

Una vez conformado el modelo de confort ambiental, denominado Modelo CAEPA y al haber ubicado tanto las zonas de confort bivariantes y la zona de confort ambiental integral, posibilitó la pausa para la realización del cotejo por funcionamiento con modelos clásicos de confort, como la temperatura neutra (T_n) y zonas de confort (ZCs y ZCi) por Auliciems (1981), el ábaco psicrométrico de Givoni (1994), la comparativa con indicadores del estudio multidisciplinar *RUROS* (Nikolopoulou y Lykoudis, 2007), para finalizar con una comparativa por los modelos PMV y PPD, y por último conforme al índice UTCI, en su mayoría con comportamientos coincidentes a las valoraciones planteadas en el Modelo CAEPA.

Cabe destacar el motivo por el cual, todas las validaciones se realizaron en base al cotejo de variables del ambiente térmico principalmente, y esto responde a la revisión teórica metodológica (Figura 28 y Tabla 21), en las cuales se ubicaron los abordajes de confort en lo posible a todas las variables ambientales y meteorológicas estimadas para la presente investigación, fueron principalmente en orden de aparición: PET, PMV, UTCI, ASV, TSV y MIST, de los cuales se realizó la validación respecto a los modelos, índices y estudios que estimaron los mismos parámetros en su registro

de campo, de lo contrario no podrían ser ejercidos, si no se contase con las valoraciones tanto de apreciación subjetiva, como de variables ambientales, por tal motivo, fueron descartados el realizar la validación por PET, ASV y TSV, ahora bien, entre los estudios que asociaban variables como calidad del aire, iluminación y ruido, en la revisión por literatura se ubicó que estos estudios únicamente se sujetaban a un superficial registro de las variables ambientales o bien, empleaban el análisis a través de programas computacionales, por lo cual igualmente representaron motivos para el descarte de consideración.

En conclusión, a través de la realización de este conjunto de pasos, apreciación de indicadores ambientales, la sistematización para la conformación del Modelo CAEPA, y la validación de su funcionamiento, se confirma la atención respecto al objetivo general para la presente investigación, en atención al diseño de un modelo de confort ambiental para espacios públicos abiertos, para el caso representativo en la zona centro de la ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, el cual correlaciona las características físicas del entorno y la percepción subjetiva de los usuarios respecto al ambiente involucrado, a través de observaciones recabadas durante cuatro periodos de un año representativo, de julio 2023 a abril 2024.

Discusión

Durante la conformación del Modelo CAEPA, se confirma el criterio de correlación acorde a los principios por los diferentes modelos e índices como, Auliciems (1981), el ábaco psicrométrico de Givoni (1994), los indicadores en el estudio *RUROS* (Nikolopoulou y Lykoudis, 2007), así como en comparación a modelos PMV y PPD (ANSI/ASHRAE 55, 2023), e índice UTCI (Fiala et al., 2012), todos ellos coincidentes a las apreciaciones de las zonas de confort planteados por el Modelo CAEPA, en el cual destaca el principio retomado en primera instancia por Olgyay (1963), al presentar como bases, además de la correlación de las variables higrotérmicas, la ubicación de las estrategias de adecuación bioclimáticas sujetas a las condiciones de la temperatura neutral anual de la región involucrada, el cual constituyó un eslabón fundamental para el posicionamiento de cada uno de los ejes (Figura 123), acorde a las variables ambientales y el proporcionamiento en sus escalas de medida.

Al realizar la comparativa del Modelo CAEPA (ZC TBS (CAEPA)), respecto a los valores de temperatura neutral y las zonas de confort superior e inferior, planteadas por Auliciems (1981), la diferencia de forma promediada durante los cuatro periodos estimados, por los rangos superiores únicamente consistió en 1.9 °C, mientras que por los valores neutrales se redujo a 0.9 °C y para los rangos inferiores, la amplitud resulta nula 0.0 °C (Figura 153), esta condición marca una muy cercana coincidencia entre las valoraciones de ambos planteamientos de condiciones de confort de los ocupantes, sobre todo para el recientemente planteado Modelo CAEPA (Apéndice XI. Datos para Validación de Modelo CAEPA, Cuadro 16).

Figura 153.

Comparativa Aluciemis '81 – Modelo CAEPA.



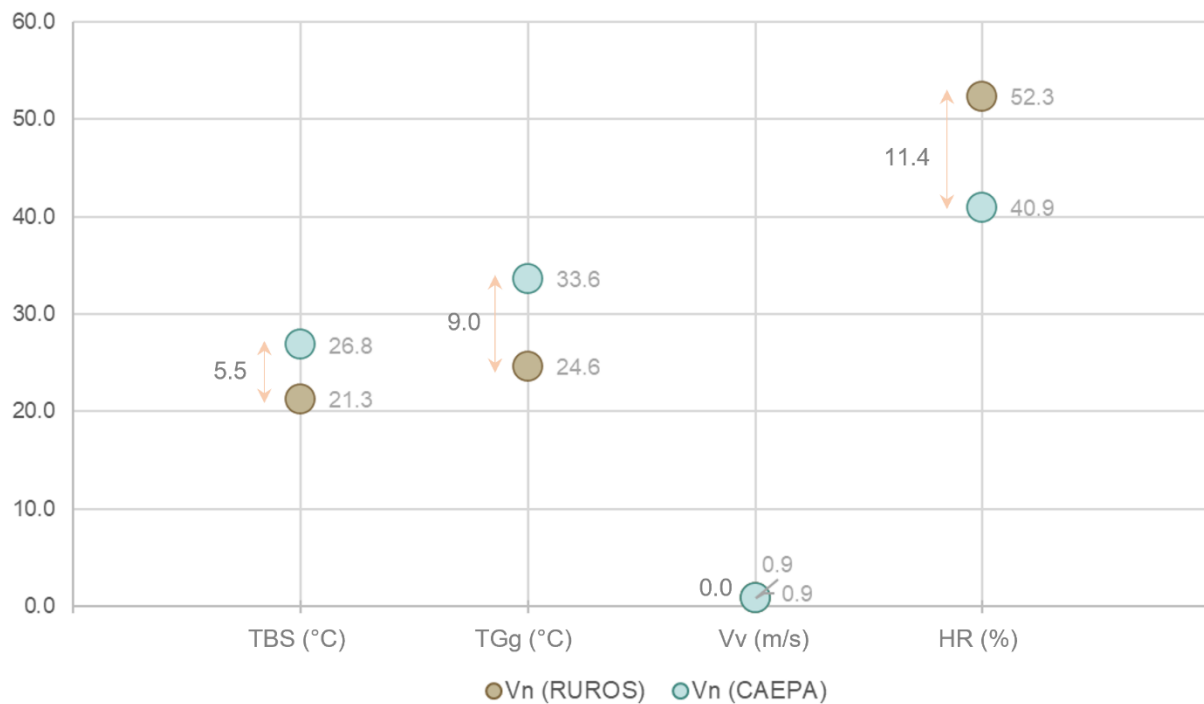
Por otra parte, el comportamiento del Modelo CAEPA en comparación a las condiciones de confort planteadas en el ábaco psicrométrico de Givoni (1994), resultaron igualmente coincidentes entre uno y otro, al 100.0%, sin embargo la zona de confort cotejada (ZC TBS-HR), resultó agregar en un 73.0 % el área de confort, equivalente en un total de 173.0 % (Figura 149), por lo cual, si bien se detectan similitudes, igualmente alude a dos condiciones, tanto a una latente subestimación del espectro de confort higrotérmico y por lo tanto una acotada precisión en la valoración de confort, así como la posibilidad, donde las condicionantes climáticas particulares de la región involucrada con un clima semiseco cálido extremoso (BS1(h')w" (INEGI, 2021e), resulten adaptadas por los usuarios a pesar de su amplitud.

Ahora bien, en comparativa con los resultados del estudio *RUROS* (Nikolopoulou y Lykoudis, 2007) (Vn (RUROS)), y los indicadores el ambiente higrotérmico del Modelo CAEPA

(Vn (CAEPA)), en ambos casos estimados de forma anual (ver Apéndice XI. Datos para Validación de Modelo CAEPA, Cuadro 17), igualmente mostraron una cercanía muy estrecha, por TBS de solo 5.5 °C, una holgura respecto a TGg de 9.0 °C, destaca ninguna diferencia por Vv, equivalente a 0.0 m/s y para finalizar con una diferencia por HR de 11.4 %, en conclusión, derivado de la comparativa con los indicadores registrados en los espacios públicos del estudio RUROS, estos ratifican la mayor aproximación entre estos valores y los obtenidos por el Modelo CAEPA (Figura 154).

Figura 154.

Comparativa estudio RUROS – Modelo CAEPA.



Por otro lado, la comparativa por el índice UTCI y los valores neutros encontrados en el Modelo CAEPA, respecto a la variable TBS (Vn TBS), a diferencia de la comparativa por las zonas de confort previsualizadas en la Figura 151, al realizar el cotejo, valor por valor, durante cada periodo representativo anual (ver Apéndice XI. Datos para Validación de Modelo CAEPA, Cuadro 19), los contrastes disminuyen significativamente de la siguiente manera: periodo cálido (P Cálido), UTCI= 31.1 °C y Vn TBS= 30.9 °C; ahora durante el periodo de transición cálido frío (Transición cf), UTCI= 25.6 °C y Vn TBS= 26.2 °C; mientras el periodo frío (P Frío), UTCI= 22.6

°C y Vn TBS= 23.1 °C; y el periodo de transición frío cálido (Transición fc), UTCI= 25.0 °C y Vn TBS= 26.6 °C (Figura 155). En consecuencia, la diferencia entre los valores promedios anuales por UTCI y el Modelo CAEPA, únicamente difiere en 0.6 °C.

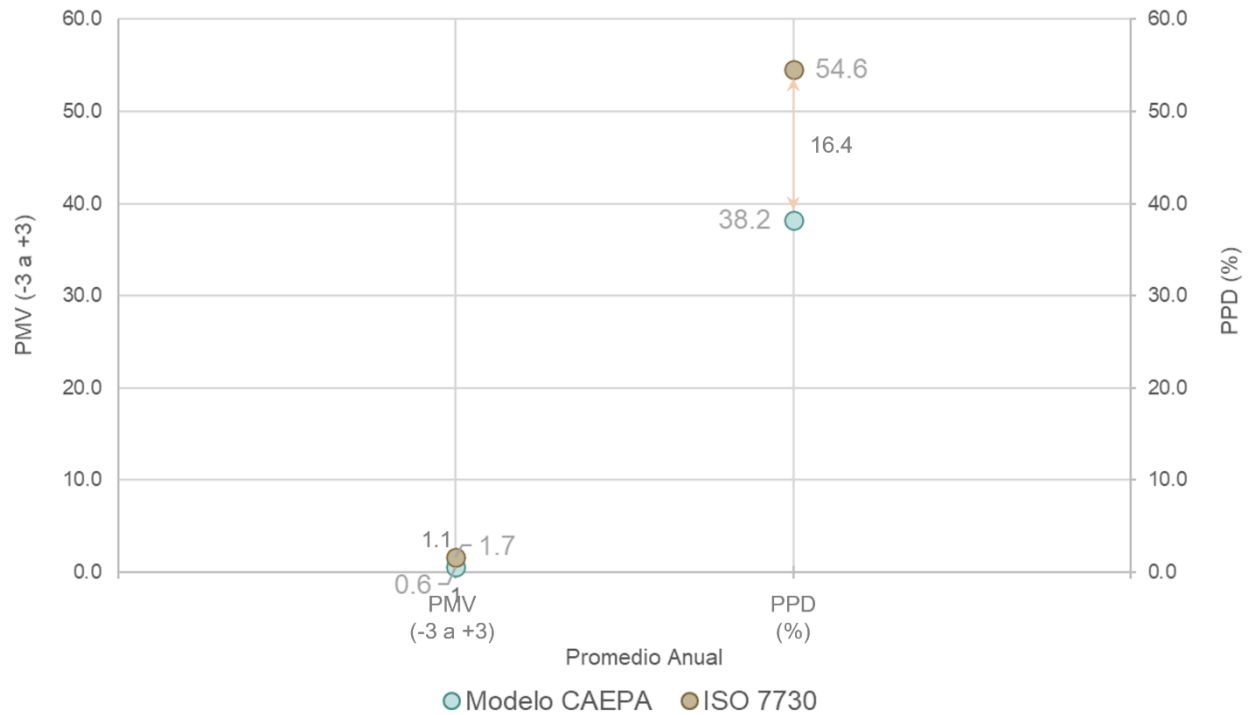
Figura 155.
Comparativa UTCI – Moldeo CAEPA.



Para finalizar con las comparativas de operatividad entre los indicadores de confort por el Modelo CAEPA, sí por los indicadores de los modelos PMV y PPD (ISO 7730, 2016), los cuales fueron obtenidos por los registros anuales de la presente investigación (ver Apéndice XI. Datos para Validación de Modelo CAEPA, Cuadro 20 y Cuadro 21), al representar una diferencia entre las categorías PMV, de solo +1.1, la cual implica una consideración de mayor calor a las valoraciones estimadas, en comparación por el Modelo CAEPA, sin embargo, este resultado igualmente representa, que los ocupantes se encuentran más adaptados en las condiciones térmicas a pesar de la normativa ISO 7730, mientras que, por los valores diferenciados entre PPD, difieren en 16.4 %, lo cual reafirma y resulta consistente, entre la apreciación de mayor calor por valoraciones de PMV y PPD, acorde a la normatividad ISO 7730 (2005), así como el asumir la adaptación de parte de los habitantes locales (Figura 156).

Figura 156.

Comparativa de PMV y PPD, por ISO 7730 y Modelo CAEPA.



De tal manera, se asume un óptimo funcionamiento por parte de las condiciones de confort ambiental que plantea el Modelo CAEPA, si bien inicialmente a partir de las valoraciones primordialmente higrotérmicas, extiende el alcance de apreciación en correspondencia a la integración de más variables ambientales como calidad del aire, ruido e iluminación, mismas que convierten al Modelo CAEPA, en una opción referente respecto al análisis de confort ambiental integral para espacios públicos abiertos.

Conclusiones

Respecto a la estructura de presentación de conclusiones, estas se muestran conforme a la siguiente distribución, inicialmente se presentan las conclusiones en relación a las determinaciones de la hipótesis general planteada de investigación, consiguiente a hipótesis particulares; posteriormente se demuestra la realización del objetivo general, seguido del alcance de objetivos específicos; argumentos correspondientes a las preguntas de investigación; consecutivas en la apreciación de líneas abiertas de estudio.

De acuerdo al planteamiento de hipótesis (1.5.1. Hipótesis General), se asume que el confort ambiental en espacios públicos abiertos, en efecto, posibilita ser estimado a través de un modelo gráfico conformado por diversos indicadores ambientales, que los usuarios refieren durante el desarrollo de sus actividades, acorde a la demostración en el presente objeto de estudio, ubicado en la zona centro, de la ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, México.

Por otra parte (1.5.2.Hipótesis Particulares), la correlación del entorno natural, artificial y social, resultan condiciones que caracterizan a los espacios públicos, aspectos que se reúnen en la “Plazuela Obregón”, para ser seleccionada como un espacio público representativo para la zona centro, en Culiacán Rosales, Sinaloa.

A partir de identificar las condicionantes de confort, sus rangos superiores e inferiores para Culiacán Rosales, se aprecian los periodos y meses comprendidos por las dinámicas ambientales anuales, aunado a la visualización en las preferencias horarias, matutino y vespertino, por ocupación de los usuarios del espacio público, para llevar a cabo la campaña de estudio representativa.

Se identificaron los indicadores ambientales, durante los cuatro periodos representativos anuales (julio 2023-abril 2024), los cuales reúnen las percepciones subjetivas de los sujetos de estudio, correlacionado al registro físico-ambiental en la “Plazuela Obregón”.

En efecto, la conjugación de las percepciones subjetivas, las características físicas del espacio y las aportaciones de modelos de confort análogos, permiten la conformación de un modelo que reúna las condiciones de confort ambiental, en un espacio público determinado.

Ahora bien, el modelo de confort ambiental ha demostrado de manera consistente, un funcionamiento oportuno, respecto al cotejo por criterios estadísticos, modelos tradicionales de estudios afines y modelos de confort recientes, lo cual vuelve un instrumento de visualización ambiental objetivo para la toma de decisiones sobre la disposición de espacios públicos.

Con relación a los propósitos del objetivo principal de investigación (1.6.1. Objetivo General), se dispone la conformación de un modelo de confort ambiental para espacios públicos abiertos, a partir de indicadores ambientales registrados en el objeto seleccionado de estudio “Plazuela Obregón”, correlacionados a la percepción subjetiva de sus ocupantes y recabados durante cuatro periodos de un año representativo, a partir de la integración gráfica por fundamentos estadísticos. Por lo que cabe asociar a este punto, la conformación del Modelo CAEPA, de acuerdo a una metodología inédita integrada por 12 pasos, mismos que permitirán una medición comparativa para las condicionantes ambientales en la diversidad de espacios públicos y en este sentido, evaluar las particularidades físicas de los mismos de acuerdo a la percepción de confort ambiental de sus usuarios, para el óptimo desarrollo de sus actividades.

De forma paralela (1.6.2. Objetivos Específicos), se relacionaron las condiciones que caracterizan a los espacios públicos abiertos, su entorno natural, artificial y social, en específico del centro poblacional de Culiacán Rosales, Sin., en cuyo caso la “Plazuela Obregón”, cumple con las características para ser elegida como el objeto representativo de estudio.

A su vez, se realizó una distinción acerca de los cuatro periodos y horarios representativos para su estudio, por la apreciación del registro climático durante los años 2010-2021, adicionalmente a la implementación de un aforo mensual, durante los 5 días de la

semana, en función de la caracterización física, ocupacional y operativa, en la “Plazuela Obregón”.

Posteriormente, se determinaron los indicadores ambientales anuales, respecto a la estimación subjetiva de los ocupantes, referidos a su percepción y preferencia para cada una de las variables ambientales consideradas de estudio, a través del método estadístico MIST.

En continuidad con la integración de los criterios técnicos, gráficos e informativos para la conformación del modelo de confort ambiental a partir de la correlación del medio físico y la percepción subjetiva de sus usuarios, así como las herramientas de diseño análogas que otros autores han ofrecido al respecto.

Para finalizar, con la validación del modelo de confort ambiental propuesto, a partir de su aplicación con referencia a modelos clásicos de estudios bioclimáticos, igualmente a través de la comparativa a indicadores de confort globales, así como por la comprobación del modelo a partir de criterios estadísticos.

En este sentido, se concluye la realización en su totalidad de los objetivos planteados en un principio para la presente investigación, necesarios para la óptima conformación del modelo de confort ambiental para espacios públicos abiertos a partir de indicadores ambientales, en la zona centro de la ciudad de Culiacán Rosales, Sin., México.

Acerca del cuestionamiento conductor para la presente investigación (1.4.1. Pregunta Conductora), se concluye que resulta posible correlacionar las variables ambientales en un espacio público en la zona centro de Culiacán Rosales, Sin., a través de la conformación de un modelo gráfico que permite estimar el confort ambiental de los usuarios que hacen uso frecuente de los entornos abiertos.

A su vez (1.4.2. Preguntas Secundarias) se establecieron las condiciones que caracterizan los espacios públicos abiertos, a través de la determinación del entorno natural, artificial y social, particularmente en el centro poblacional de Culiacán Rosales, Sin., aspectos

que cumplen con las características suficientes para la selección de la “Plazuela Obregón” como un objeto representativo de estudio.

Se identificó de forma anual, cuatro periodos representativos (cálido: mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre; transición cálido frío: noviembre; frío: diciembre, enero, febrero, marzo; transición cálido frío: abril), así por la selección de horarios matutino (9:00-11:00 h) y vespertino (14:00-16:00 h), como cotejo a las condiciones físicas, ambientales y operativas en el espacio público seleccionado de la zona centro en Culiacán Rosales.

Se determinaron las correlaciones entre las variables estimadas del entorno (por orden de jerarquía TGg, TBS, TBH, Ts, HR, CA COV, CA CO₂, Vv, IL, IA), así como las variables que mayor incidencia presentan respecto al voto de confort (TBS, Ts, TGg, HR, TBH, Vv, CA CO₂, CA COV, IA, IL), consecuente a la apreciación de indicadores ambientales anuales.

A través de bases estadísticas y trigonométricas, se integraron los criterios por codependencia de correlación entre las variables ambientales, la pendiente respecto a la recta y naturaleza de medición para cada variable respecto a los votos subjetivos de los ocupantes para la conformación del modelo gráfico de confort.

El Modelo CAEPA, confirma un funcionamiento consistente, respecto a criterios estadísticos, al mostrar una validación mayor al 80.0 % de las estimaciones obtenidas en campo, además en comparación al modelo matemático de Auliciems (1981), con una diferencia entre coeficientes por $r^2=0.161$, adicional a la comparativa por la zona de confort higrotérmico, en el ábaco psicrométrico de Givoni (1994), el cual marca una coincidencia del 100 % con el Modelo CAEPA, aunado al 42.0 % agregado por zona de confort bivariable que posibilita el Modelo CAEPA, y para finalizar de acuerdo a los indicadores de confort por el estudio RUROS, en el cual se obtiene una diferencia anual por TBS, de 5.5 °C, mientras que del 8.95 °C por TGg, en continuación de un minúsculo 0.2 m/s de diferencia por Vv y para finalizar con 13.2 % por HR.

Como aporte principal de investigación, se presenta la conformación gráfica del Modelo CAEPA, puesto que integra la correlación entre variables además de aquellas del ambiente térmico (TBS, Ts, TGg, TBH, HR, Vv), al integrar variables ambientales, como ruido (IA), iluminación (IL) y calidad del aire (CO₂ y COV), determinadas para espacios públicos abiertos en una región con clima cálido semiseco cálido extremoso. Mismo aspecto, que posibilita el explorar la metodología empleada para conformación y verificación del Modelo CAEPA, implementado en diversas condiciones climáticas de espacios públicos, ya sea al interior de México o de forma internacional para ratificar y profundizar en su funcionamiento.

Respecto a la estructura del modelo de confort ambiental dispuesto, se ubica en un alcance gráfico correlacional, sin embargo, los criterios estadísticos empleados posibilitan un nivel de objetividad positivo, a partir de ser cotejado a modelos e índices como: la temperatura y zonas de confort por Auliciems (1981), el ábaco psicrométrico de Givoni (1994), los valores de confort por el estudio RUROS (Nikolopoulou y Lykoudis, 2007), los modelos PMV y PPD (ANSI/ASHRAE 55, 2023), así como el UTCI (Fiala et al., 2012), los cuales se mostraron coincidentes con el funcionamiento del “Modelo CAEPA”, aspecto que demuestra una operatividad favorable del Modelo CAEPA. En este sentido, si se registra un funcionamiento efectivo de las valoraciones que posibilita el Modelo CAEPA, cabe considerar el alcance en profundizar sobre optimizar su nivel precisión, a llevarlo al área de termodinámica y fisiología.

En consecuencia, se coloca como líneas abiertas, el ponderar la dimensión de los resultados conforme a la proporción de valoraciones por los cuatro periodos representativos anuales (julio 2023 a abril 2024), puesto que, se consideraron de forma equitativa los resultados por cada periodo, cuando el periodo cálido consta de seis meses y cada periodo de transición consta solo de un mes, es decir, se brinda una misma proporción de resultados para un registro equivalente a seis meses, que para dos periodos, que solo implican un mes cada uno. En este sentido, cabe la oportunidad en profundizar en una valoración proporcional

estadísticamente respecto a las valoraciones en cada periodo de estudio y sus registros, aspectos que no fueron abordados en consecuencia a los tiempos destinados de investigación.

Igualmente, queda dispuesto el llevar al Modelo CAEPA, al campo de automatización a través de una posible configuración de hoja de cálculo o recursos en informática, que posibiliten el procesamiento directo de los diversos indicadores ambientales, al facilitar la integración para cada una de las variables ambientales, así como por las escalas en estimaciones subjetivas de los ocupantes, condiciones del entorno físico involucrado y los registros ambientales a un nivel de monitoreo en sitio. Por contar que la presente sistematización en la conformación del Modelo CAEPA, proporciona una orientación en la integración visual, gráfica y estadística del nivel de confort ambiental que se encuentran los ocupantes de espacios públicos abiertos, en esta instancia en condiciones de clima cálido seco.

En consecuencia, a los anteriores argumentos, quedan dispuestos los criterios para llevar los principios y registros generados en el presente estudio, al campo de termodinámica, fisiología, informática, entre otras áreas afines. Así como el integrar valoraciones normativas, a la comparativa de funcionamiento de confort ambiental, adicionalmente a correlaciones con indicaciones de salud por reglamentos y otra, la apreciación subjetiva del individuo respecto a su condición de confort en un ambiente determinado, lo cual derive en profundizar en posibles implicaciones de salud pública, criterio el cual permite, considerar en patentar el Modelo CAEPA, para una posterior gestión como instrumento medioambiental en el área de Políticas Públicas.

Referencias

- Acero, J. A., & Herranz-Pascual, K. (2015). A comparison of thermal comfort conditions in four urban spaces by means of measurements and modelling techniques. *Building and Environment*, 93, 245–257. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.06.028>
- Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M. del M., & Oliva-Martínez, J. M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica- Scientific models: meaning and role in scientific practice. *Revista Científica*, 3(30), 155. <https://doi.org/10.14483/23448350.12288>
- AirNow. (2022). *Air Quality Index (AQI) Basics*. <https://www.airnow.gov/aqi/aqi-basics/>
- Ali, S. B., & Patnaik, S. (2018). Thermal comfort in urban open spaces: Objective assessment and subjective perception study in tropical city of Bhopal, India. *Urban Climate*, 24, 954–967. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.11.006>
- Álvarez-Risco, A. (2020). Antecedentes de Investigación. *Universidad de Lima*.
- ANSI/ASHRAE 55. (2023). *Standar 55 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy* (Standard 55). Article Standard 55. <https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines/read-only-versions-of-ashrae-standards>
- ANSI / ASHRAE, 55. (2020). *Thermal environmental conditions for human occupancy*. <https://www.ashrae.org/about/ashrae-en-español>
- AppleMaps. (2021). *Apple Maps*.
- Aragón, J. M. J. (2010). De la Ciudad Hedónica a la Ciudad del Miedo. Mutaciones Intersubjetivas de los Imaginarios de la Ciudad. *Topofilia*, 2(1), 14.
- Aragón, J. M. J. (2015). *Conceptos básicos de la ecología*.
- ARUP. (2018). *The city water resilience approach*.
- ASHRAE. (2022). *ASHRAE Position Document on Indoor Carbon Dioxide*.
- Asociación Nacional de Parques y Recreación de México. (2021). *Infraestructura verde*. <https://anpr.org.mx/wp-content/uploads/2021/09/infraestructura-verde-anpr-01-1024x576.jpg>
- Auliciems, A.; Szokolay, S. (1997). Thermal Comfort. *Passive and Low Energy Architecture International. Design Tools and Techniques*.
- Auliciems, A. (1981). Towards a Psycho-Physiological Model of Thermal Perception. *Int. J. Biometeor*, 25(2), 109–122.
- Avilés, R.; Perera, R. (2017). *Manual de acústica ambiental y arquitectónica*. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FQgaDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=acust>

ica&ots=xcSaF8gpHf&sig=HR0dry2YrGmLywMu7Oy7GOpsa4l#v=onepage&q=acustica&f=false

Ayllón, T. (2009). *Elementos de Meteorología y Climatología*.

Balogun, I. A., & Daramola, M. T. (2019). The outdoor thermal comfort assessment of different urban configurations within Akure City, Nigeria. *Urban Climate*, 29, 100489.
<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100489>

Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *DISEÑO ECOLÓGICO: ESTRATEGIAS PARA LA CIUDAD VULNERABLE*.

Bazant, J. (2013). *Manual de Diseño Urbano*.

Regulacion ruidos Chile Union Europea Francia, (2022).

https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33047/1/BCN_Regulacion_ruidos_Chile_Union_Europea_Francia_2022_FINAL.pdf

Beck, C., Straub, A., Breitner, S., Cyrus, J., Philipp, A., Rathmann, J., Schneider, A., Wolf, K., & Jacobeit, J. (2018). Air temperature characteristics of local climate zones in the Augsburg urban area (Bavaria, southern Germany) under varying synoptic conditions. *Urban Climate*, 25, 152–166. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2018.04.007>

Beléndez, A. (1992). *Acústica, fluidos y termodinámica*. Universidad de Alicante.

BID. (2021). *Desarrollo-orientado-al-transporte-una-evaluacion-de-tendencias-y-oportunidades-para-America-Latina*. <https://doi.org/IDB-DP-00802>

Boils, M. (2003). Las viviendas en el ámbito rural. *Cultura Estadística y Geografía*, 23.

Bojórquez, G. (2010). *Confort térmico en exteriores: actividades en espacios recreativos, en clima cálido seco extremo*. Universidad de Colima.

Bojórquez, G. (2015). *Confort Térmico*. 213.

Borja, J. (2011). Espacio público y derecho a la ciudad. 2. Crisis urbana y derecho a la ciudad. *Viento Sur*, 116, 11.

Brode, P.; Dusan F.; Blazajczyk, K. . (2011). Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Int J Biometeorol*, 46, 481–494.

Brown, R.; Gillespie, T. (1995). Microclimatic Landscape Design: Creating Thermal Comfort and Energy Efficiency. *Wiley*. [https://refhub.elsevier.com/S2212-0955\(16\)30037-2/rf0105](https://refhub.elsevier.com/S2212-0955(16)30037-2/rf0105)

Bustamante, A. (2017). *Caracterización de la Isla de Calor Urbana por Efectos de la Morfología en la Ciudad Andina de Cuenca, Ecuador*.

BV, Q. E. (2024). *PMV and PPD calculator*. <https://www.quadco.engineering/en/know-how/cfd-calculate-pmv-and-ppd.htm>

Cabezas, Edison D.; Andrade, Diego; Torres, J. (2018). *Introduccion a la metodologia de*

- investigacion cientifica* (C. E. de la U. de las F. A. ESPE (ed.)).
- Carrasquilla-Batista, A., Chacón-Rodríguez, A., Núñez-Montero, K., Gómez-Espinoza, O., Valverde-Cerdas, J., & Guerrero-Barrantes, M. (2016). Regresión lineal simple y múltiple: aplicación en la predicción de variables naturales relacionadas con el crecimiento microalgal. *Revista Tecnología En Marcha*, 29(8), 33.
<https://doi.org/10.18845/tm.v29i8.2983>
- Carvajal, Á. (2002). Formas de representación de la realidad. *Redalyc*, 12(1), 14.
- Chen, G., Rong, L., & Zhang, G. (2021). Impacts of urban geometry on outdoor ventilation within idealized building arrays under unsteady diurnal cycles in summer. *Building and Environment*, 206, 108344. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108344>
- Chuansi, G. (2008). *Calculation of PMV and PPD*.
https://www.eat.lth.se/fileadmin/eat/Termisk_miljoe/PMV-PPD.html
- Cirrus. (2016). *Guía terminología medicion ruido*.
IEC 61672, (2013).
- CONABIO. (2022). *Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (SNIB)*. Portal de Geoinformación 2022. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONACYT. (2021). *Proyectos nacionales de investigación e incidencias para la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos*.
- CONAPO. (2021). *Índices de marginación 2020*.
<https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>
- CONAPO, SEDATU, & SEGOB. (2018). *Sistema Urbano Nacional 2018*.
<https://www.google.com.mx/maps/place/México/>
- De Dear, R.; Brager, G. (1998). Developing and Adaptative Model of Thermal Comfort and Preference. *ASHRAE*, 104(1).
- DENUE. (2021). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*.
<https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- Djukic, A., Vukmirovic, M., & Stankovic, S. (2016). Principles of climate sensitive urban design analysis in identification of suitable urban design proposals. Case study: Central zone of Leskovac competition. *Energy and Buildings*, 115, 23–35.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.03.057>
- Diario Oficial de la Federación. Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano., (2016).
- DOF. (2021). Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. *Diario Oficial de La Federación*.

- DOF. (2022). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. 142.
- Ducci, M. E. (2012). *Conceptos básicos de urbanismo*.
- EADIC. (2014). *Arquitectura Bioclimática*.
- Eco, U. (1977). *Cómo se hace una tesis*.
- EOG. (2021). *Light Pollution*. Earth Observation Group. Sensor VIIRS.
<https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=4.33&lat=45.7804&lon=15.4083&layers=B0TFFF>
 FFFFFFFFFFFFFFFFFF
- EPA. (2011). *Reducing Urban Heat Islands*.
- EPA. (2022a). *Basic Information about Carbon Monoxide (CO) Outdoor Air Pollution*.
 Environmental Topics. <https://www.epa.gov/co-pollution/basic-information-about-carbon-monoxide-co-outdoor-air-pollution>
- EPA. (2022b). *Criteria Air Pollutants*. United States Environmental Protection Agency.
<https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants>
- EPA. (2024). *Indoor Air Quality*. What Are Volatile Organic Compounds (VOCs)?
<https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/what-are-volatile-organic-compounds-vocs>
- ESS. (2020). *Why albedo is important for our melting ice caps*. <https://www.esearth.com/why-albedo-is-important-for-our-melting-ice-caps/>
- European Commission. (2019). *Green infrastructure and climate adaptation*.
- Evans, M. (2007). *THE COMFORT TRIANGLES: A NEW TOOL FOR BIOCLIMATIC DESIGN*.
 Technische University Delft.
- Fanger, P. O. (1986). Thermal Environment - Human Requirements. *Technical University of Denmark*, 6(4), 275–278.
- Fiala, D., Havenith, G., Bröde, P., Kampmann, B., & Jendritzky, G. (2012). UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation. *International Journal of Biometeorology*, 56(3), 429–441. <https://doi.org/10.1007/s00484-011-0424-7>
- Fuentes-Freixanet, V. (2010). *Arquitectura bioclimática*.
- Fuentes Freixanet, V. A. (2010). *Notas del Curso: Arquitectura Bioclimática*.
- Fuentes, V. (2010). *Confort. Arquitectura bioclimática*.
- G.Earth. (2023). *Google Earth Pro*.
- Galvis, S.; Prada, R. (2017). *Uso de imágenes satelitales Landsat 8 para la estimación de temperatura superficial de la tierra*. Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias e Ingeniería, Especialización en Sistemas de Información Geográfica Manizales.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen*. Instituto de Geografía-UNAM.

- GES. (2011). La calidad del aire. *Gobierno de España - Ministerio Para La Transición Ecológica y El Reto Demográfico*.
- Givoni, B. (1981). *Man, Climate and Architecture* (A. S. Publishers LTD (ed.)).
- Givoni, B. (1994). *Passive and low energy cooling of buildings*.
- Gobierno Municipal de Culiacán. (2020). *Reapertura vehicular Centro Histórico*.
- Goffín, L. (1996). *Formación de actitudes y valores en educación ambiental. Memorias del segundo encuentro internacional para la formación de dinamizadores en educación ambiental*.
- Gómez, G.; Bojórquez, G.; Ruiz, R. (2007). El confort térmico: dos enfoques teóricos enfrentados. *PALAPA. Revista de Investigación Científica En Arquitectura*, 2(001), 14.
- Gómez, E. (2015a). *Calidad ambiental electromagnética. Adecuación de las radiaciones electromagnéticas en los espacios habitados*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Gómez, E. (2015b). *Calidad Ambiental Electromagnética. Atenuación de las radiaciones electromagnéticas en los espacios habitados*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Graziano, Marco; Lopez-Besora, Judit; Burgio, Gianluca; Isalgue, Antonio; Crespo, I. (2021). From Barcelona to Sicily: An Investigation on the Relationship Between Composition and Daylight in Squares. *ACE Architecture, City and Environment*, 47(16), 19.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5821/ace.16.47.10504>
- Guo, Y., Gasparrini, A., Armstrong, B. G., Tawatsupa, B., Tobias, A., Lavigne, E., Coelho, M. de S. Z. S., Pan, X., Kim, H., Hashizume, M., Honda, Y., Guo, Y.-L. L., Wu, C.-F., Zanobetti, A., Schwartz, J. D., Bell, M. L., Scortichini, M., Michelozzi, P., Punnasiri, K., ... Tong, S. (2017). Heat Wave and Mortality: A Multicountry, Multicommunity Study. *Environmental Health Perspectives*, 125(8). <https://doi.org/10.1289/EHP1026>
- H.A.Culiacán. (2018). *Plan Parcial Culiacán Zona Centro*.
- H.A.Culiacán. (2022). *Población por Sindicaturas del Municipio de Culiacán, Sinaloa*.
- Heiddegger, M. (1951). *Construir, habitar, pensar*. (p. 8).
- Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación 6ª Edición* (Sexta Edic). McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Honjo, T. (2009). *Thermal Comfort in Outdoor Environment*.
- Hoppe, P. (1998). The physiological equivalent temperature - a universal index for biometeorological assessment of the thermal environment. *Int J Biometeorol*, 43.
<https://doi.org/DOI: 10.1007/s004840050118>
- Huang, J., Cedeño-Laurent, J. G., & Spengler, J. D. (2014). CityComfort+: A simulation-based

- method for predicting mean radiant temperature in dense urban areas. *Building and Environment*, 80, 84–95. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.05.019>
- Humphreys, M.; Nicol, F. (1998). Understanding the adaptative approach to thermal comfort. *PLEA*.
- IMPLAN. (2018). *Mapas Interactivos*.
http://www.implanculiacan.gob.mx/mapa_culiacan/mapa.phtml?config=culiacan&resetsession=Y
- IMPLAN Culiacán. (2022). *Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Culiacán*. Usos de Suelo. <http://implanln.gob.mx/apps/webmaps/pducpc21/pducpc21-2.4.html#12/24.8001/-107.4133>
- INECC. (2019). *Estatus en el avance de los instrumentos de política climática estatal*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
<https://cambioclimatico.gob.mx/estadosymunicipios/Instrumentos.html>
- INEGI. (2019). *Mujeres y hombres en México*.
https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825189990.pdf
- INEGI. (2020a). *Cuentame*.
<https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/sin/poblacion/>
- INEGI. (2020b). *Demografía y Sociedad*. Población.
https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/#Informacion_general
- INEGI. (2021a). *AGEB*. Marco Geoestadístico. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas>
- INEGI. (2021b). Censo de Población y Vivienda 2020. In *Cuestionario Ampliado Censo 2020*.
<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- INEGI. (2021c). *Continuo de elevaciones mexicano*. Programas de Información.
<https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>
- INEGI. (2021d). *Mapa*. Espacio y datos de México. <https://inegi.org.mx/app/mapas/>
- INEGI. (2021e). *Unidades climáticas*. Clasificación Climática En México.
<https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/#Mapa>
- INEGI. (2022). *Sistemas de consulta*. Descarga Masiva.
<https://www.inegi.org.mx/app/descarga/>
- ISO-1996. (2007). *Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Determinación de los niveles de ruido ambiental*.
- ISO 10551. (2019). *Ergonomics of the physical environment - Subjective judgement scales for assessing physical environments*.

- ISO 37120. (2018). *Sustainable cities and communities - Indicators for city services and quality of life*.
- ISO 7243. (2017). *Ergonomics of the thermal environment-Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index*.
- ISO 7726. (1998). *Ergonomía del entorno térmico. Instrumentos de medida de magnitudes físicas*.
- ISO 7730. (2016). *Ergonomics of thermal environment- Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. 60.
- ISO 8996. (2004). *Ergonomics of the thermal environment - Determination of metabolic rate*.
- ISO 9613. (2020). *Atenuación del Sonido Durante la Propagación en Exteriores*.
- ISSL. (2010). *Confort Acústico - Ficha divulgativa FD-49*.
- Jaramillo, A. (2007). *ACÚSTICA: la ciencia del sonido*.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=HMWtf1RT04kC&oi=fnd&pg=PA14&dq=acustica&ots=MQHzCAEA8S&sig=BTc3k_ESNf-nUw4aQ_kG0z0rO5A#v=onepage&q=acustica&f=false
- Jendritzky, G., de Dear, R., & Havenith, G. (2012). UTCI—Why another thermal index? *International Journal of Biometeorology*, 56(3), 421–428. <https://doi.org/10.1007/s00484-011-0513-7>
- Jirón, Paola; Toro, Alejandro; Caquimbo, Sandra; Goldsack, Luis; Martínez, Liliana; Colonelli, Paula; Hormazabal, Nina; Sarmiento, P. (2004). *Binestar Habitacional. Guía de Diseño para un Hábitat Residencial Sustentable*. (I. de la V. / F. A. U. / U. de Chile (ed.)).
- Ka-Lun Lau, Kevin; Tan, Zheng; Morakinyo, Tobi Eniolu; Ren, C. (2022). *Outdoor thermal comfort in urban environment. Assessments and applications in urban planning and design*.
- Ka-Lun Lau, Kevin; Yin Choi, C. (2021). The influence of perceived aesthetic and acoustic quality on outdoor thermal comfort in urban environment. *Elsevier. Building and Environment*. *Vier. Building And*, 206, 13.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108333>
- Katzschner, L. (2003). Urban bioclimate and open space planning. In *RUROS - Rediscovering Urban Realm and Open Spaces*.
- Kruger, E. L., & Drach, P. (2017). Identifying potential effects from anthropometric variables on outdoor thermal comfort. *Building and Environment*, 117, 230–237.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.03.020>
- Lai, D., Zhou, C., Huang, J., Jiang, Y., Long, Z., & Chen, Q. (2014). Outdoor space quality: A

- field study in an urban residential community in central China. *Energy and Buildings*, 68, 713–720. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.02.051>
- Lau, K. K.-L., Ren, C., Ho, J., & Ng, E. (2016). Numerical modelling of mean radiant temperature in high-density sub-tropical urban environment. *Energy and Buildings*, 114, 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.035>
- Lefebvre, H. (1974). *La producción del espacio*.
- Lemonsu, A., Amossé, A., Chouillou, D., Gaudio, N., Haouès-Jouve, S., Hidalgo, J., Le Bras, J., Legain, D., Marchandise, S., & Tudoux, B. (2020). Comparison of microclimate measurements and perceptions as part of a global evaluation of environmental quality at neighbourhood scale. *International Journal of Biometeorology*, 64(2), 265–276. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01686-1>
- Ley General para el Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación., 66 (2022).
- Li, Zhengtong; Zhang, Hao; Wen, Chi-Yung; Yang, An-Shik; Juan, Y.-H. (2020). Effects of frontal area density on outdoor thermal comfort and air quality. *Elsevier. Building and Environment*, 180, 16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107028>
- Li, B., Liu, Q., Wang, T., He, H., Peng, Y., & Feng, T. (2022). Analysis of Urban Built Environment Impacts on Outdoor Physical Activities—A Case Study in China. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.861456>
- Liu, H., Fang, C., Zhang, X., Wang, Z., Bao, C., & Li, F. (2017). The effect of natural and anthropogenic factors on haze pollution in Chinese cities: A spatial econometrics approach. *Journal of Cleaner Production*, 165, 323–333. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.127>
- López, J. (2020). *Media aritmética*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/media-aritmetica.html>
- Luna, A. (2021). *Seminario de Doctorado en Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Física de Edificios*.
- Magdaleno, F.; Cortés, F.; Molina, B. (2018). Infraestructuras verdes y azules: estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático. *Ingenieria Civil*, 191.
- MAPASIN. (2018). *Plan avanza Culiacán*. <https://mapasin.org/plan-avanza-culiacan/>
- Marabout, L. O., Vladut, A. C., Cosoiu, C. I., & Anton, A. (2019). Pedestrian Wind Comfort Evaluation for Sun Valley Campus. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 471, 092003. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/9/092003>
- Marincic, I. (2022). Una revisión sobre la isla de calor urbana y sus particularidades en zonas desérticas de México. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, 12, 9–25. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i12.196>

- Martín-del Toro, E. (2018). *Los diagramas bioclimáticos*.
<https://blog.deltoroantunez.com/2018/12/los-diagramas-bioclimaticos.html>
- Martín del Campo, F. J. (2020). *Índice de habitabilidad térmica en espacios de convivencia públicos exteriores en clima cálido semiseco*. Universidad de Colima.
- Martinelli, L., Lin, T.-P., & Matzarakis, A. (2015). Assessment of the influence of daily shadings pattern on human thermal comfort and attendance in Rome during summer period. *Building and Environment*, 92, 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.013>
- Mascareño-López, G. B. (2010). *El Funcionamiento del Sistema de Ciudades en Sinaloa. La transformación de un Modelo de Urbanización Centralizado Hacia uno de Tipo Territorial*. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Maya, E. (2014). *Métodos y Técnicas de investigación familiar*.
- Mendoza Anguiano, R. (2021). Diseño arquitectónico a mediados del siglo XX y en la actualidad en la ciudad de Culiacán, México. *Mundo, Arquitectura, Diseño Gráfico y Urbanismo*, 9, 29–53.
- Merigó, J. M. (2014). *La media ponderada ordenada probabilística: Teoría y aplicaciones*. Reial Acadèmia de Doctors.
- Meteonorm 7.0. (2012). *Meteonorm 7*. METEOTEST Genossenschaft.
- MMA. (2020). *Conceptos de calidad del aire*. Planes de Descontaminación Atmosférica - Ministerio Del Medio Ambiente. <https://ppda.mma.gob.cl/conceptos-de-calidad-del-aire/#:~:text=Aquella que establece los valores,la preservación de la naturaleza>
- Moradpour, M., & Hosseini, V. (2020). An investigation into the effects of green space on air quality of an urban area using CFD modeling. *Urban Climate*, 34, 100686.
<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100686>
- MVU. (2020). Aportaciones al espacio público. *Ministerio de Vivienda y Urbanismo*.
- NASA. (2022). OCO-2. Jet Propulsion Laboratory. California Institute of Technology.
<https://ocov2.jpl.nasa.gov/science/>
- NASA. (2024). *Global Climate Change. Vital Signs of the Planet*. <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2020a). *Heat Forecast Tools*. National Weather Service. <https://www.weather.gov/safety/heat-index>
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2020b). *Heat Index Calculator*. Weather Prediction Center. <https://www.wpc.ncep.noaa.gov/html/heatindex.shtml>
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2020c). *National Weather Service Glossary*. National Weather Service. <https://w1.weather.gov/glossary/index.php?>

- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2023). *Annual 2022 Global Climate Report*. Global Temperatures. [https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202213#:~:text=Updated NOAA GlobalTemp dataset-,Global Temperatures,C \(57.0°F\).](https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202213#:~:text=Updated%20NOAA%20Global%20Temp%20dataset-,Global%20Temperatures,C(57.0°F).)
- Natuhara, Y. (2018). Green infrastructure: innovative use of indigenous ecosystems and knowledge. *Landscape and Ecological Engineering*, 14(2), 187–192. <https://doi.org/10.1007/s11355-018-0357-y>
- netquest. (2022). *Calculadora de muestra y universo*. Calculadora de Muestra y Universo. <https://www.netquest.com/es/panel/calculadora-muestras/calculadoras-estadisticas>
- Nikolopoulou, M; Steemers, K. (2003). Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and Buildings*.
- Nikolopoulou, M.; Lykoudis, S. (2007). Use of outdoor spaces and microclimate in a Mediterranean urban area. *Building and Environment*, 42, 3691–3707.
- Nikolopoulou, Marialena; Lykoudis, S. (2006). Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. *Building and Environment*, 16.
- Nikolopoulou, M. (2002). RUROS - Tools. In *Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach. Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces*.
- Nikolopoulou, M., & Lykoudis, S. (2006). Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. *Building and Environment*, 41(11), 1455–1470. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.05.031>
- Nikolopoulou, M., & Lykoudis, S. (2007). Use of outdoor spaces and microclimate in a Mediterranean urban area. *Building and Environment*, 42(10), 3691–3707. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.09.008>
- Nikolopoulou, M., & Steemers, K. (2003). Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and Buildings*, 35(1), 95–101. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00084-1](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00084-1)
- NOM-001-SEDATU. (2021). *Espacios Públicos en los Asentamientos Humanos*.
- NOM-002-SEDATU. (2022). Equipamiento en los instrumentos que conforman el Sistema General de Planeación Territorial. Calsificación, terminología y aplicación. *Diario Oficial de La Federación*, 27.
- Equipamiento en los instrumentos que conforman el Sistema General de Planeación Territorial. Clasificación, terminología y aplicación., (2022).
- NOM-015-STPS. (2021). *Condiciones térmicas elevadas o abatidas - Condiciones de seguridad e higiene*.

- NOM-172. (2019). *Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos para la Salud*.
- Núñez-de Anda, A. (2018). *Estudio de confort térmico en espacios interiores de clima cálido seco. Caso: Hospital General Regional No. 1 Instituto Mexicano del Seguro Social, Culiacán Rosales, Sinaloa*. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Ochoa, J. (2009). *Análisis de confort climático para la planeación de sitios turísticos*. SCTV Barcelona.
- Olgyay, V. (1963). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático*.
- OMS. (2015). *Escuchar sin riesgos*.
- OMS. (2021a). *Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire*.
- OMS. (2021b). *Las nuevas Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire tienen como objetivo evitar muertes debidas a la contaminación del aire*.
<https://www.who.int/es/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution#:~:text=«La OMS estima que cada,estén sanas y sean productivas.>
- OMS. (2022a). *1100 millones de personas corren el riesgo de sufrir pérdida de audición*.
<https://apps.who.int/mediacentre/news/releases/2015/ear-care/es/index.html>
- OMS. (2022b). *Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales*.
<https://doi.org/978-92-4-005172-0>
- OMS. (2024). *Brote de enfermedad por coronavirus (COV-19)*.
<https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (1946). *¿Cómo define la OMS la salud?* Preámbulo de La Constitución de La Organización Mundial de La Salud. Conferencia Sanitaria Internacional. <https://www.who.int/es/about/frequently-asked-questions#:~:text=«La salud es un estado, ausencia de afecciones o enfermedades»>.
- ONU. (2015a). *Conference of the Parties. Twenty-first session. Adoption of the Paris agreement*.
- ONU. (2015b). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Objetivos del Desarrollo Sostenible, 20 (2015).
- ONU. (2021a). *El aumento de las temperaturas mundiales es alarmante*. Programa Para El Medio Ambiente. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/el-aumento-de-las-temperaturas-mundiales-es-alarmante>
- ONU. (2021b). *Promoción y protección de todos los derechos humanos, civiles, políticos,*

económicos, sociales y culturales, incluido el derecho al desarrollo.

ONU. (2022a). *Beneficio de los árboles urbanos.*

ONU. (2022b). *El aumento de las temperaturas mundiales es alarmante.* Programa Para El Medio Ambiente. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/el-aumento-de-las-temperaturas-mundiales-es-alarman>

ONU. (2022c). *Ruido, llamas y desajustes. Cuestiones emergentes de preocupación medio ambiental.*

ONU. (2023). *El mundo registra la semana más caliente que se haya documentado.* Cambio Climático y Medio Ambiente. <https://news.un.org/es/story/2023/07/1522607>

ONU Habitat. (2017). *Tendencias del desarrollo urbano en México.*

<https://onuhabitat.org.mx/index.php/tendencias-del-desarrollo-urbano-en-mexico>

ONU Habitat. (2018). *Nueve de cada 10 personas en el mundo respiran aire contaminado.*

<https://onuhabitat.org.mx/index.php/nueve-de-cada-10-personas-en-todo-el-mundo-respiran-aire-contaminado>

ONU Habitat. (2020a). *Componentes del Derecho a la Ciudad.*

<https://onuhabitat.org.mx/index.php/componentes-del-derecho-a-la-ciudad#:~:text=Una ciudad%2Fasentamiento humano con,los habitantes y de sus>

ONU Habitat. (2020b). *Global Database of Metropolises 2020.*

ONU Habitat. (2021). *Día mundial de las ciudades. Mejor ciudad, mejor vida.*

<https://onuhabitat.org.mx/index.php/dia-mundial-de-las-ciudades-31-de-octubre-2021#:~:text=Los principales objetivos del Día,resiliencia en sistemas urbanos%2C y>

ONU Habitat. (2022a). *El futuro de la humanidad será urbano.*

<https://onuhabitat.org.mx/index.php/el-futuro-de-la-humanidad-sera-urbano#:~:text=El futuro de la humanidad es sin duda urbano.,se determinará en las ciudades.>

ONU Habitat. (2022b). *El futuro de la humanidad será urbano.* Por Un Mejor Futuro.

<https://onuhabitat.org.mx/index.php/el-futuro-de-la-humanidad-sera-urbano>

OPS. (2023). *Calidad del aire.* Organización Panamericana de La Salud.

<https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire#:~:text=De acuerdo a la Organización,en las Américas en 2016.>

Ortiz, F. (2003). *Diccionario de metodología de la investigación científica.*

Oxford, U. (2019). *Who has contributed most to global CO2 emissions?*

<https://ourworldindata.org/contributed-most-global-co2>

Parques Alegres IAP; IMPLAN Culiacán. (2018). *Parques y Áreas Verdes en Culiacán, Sinaloa.*

Mapa Interactivo de Las Áreas Verdes de La Ciudad de Culiacán, Sinaloa.

<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1qNZakdLZEW2s53WHgZ0HHJ3qmnNzzAnR&ll=24.808074767975285%2C-107.4144085&z=12>

- Paz, K. (2007). Media aritmética simple. *Facultad de Ingeniería*, 1–13.
- Peel, M.C.; Finalyson, B.L.; McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11.
- Pellerin, N.; Candas, V. (2003). Combined effects of temperature and noise on human discomfort. *Elsevier. Physiology & Behavior*, 78.
- Peng, You; Peng, Zhikai; Feng, Tao; Zhong, Chixing; Wang, W. (2021). Assessing Comfort in Urban Public Spaces: A Structural Equation Model Involving Environmental Attitude and Perception. *MDPI*, 18(1287), 17. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph18031287>
- Peng, Y. (2022). *Comfort in Urban Public Spaces*. Eindhoven University of Technology.
- Peng, Y., Feng, T., & Timmermans, H. (2019). A path analysis of outdoor comfort in urban public spaces. *Building and Environment*, 148, 459–467. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.11.023>
- Pérez Garmendia, S. B. (2022). Uso del suelo versus patrimonio arquitectónico en la planeación urbana del centro histórico de Culiacán. *Topofilia*, 24.
- Piselli, C.; Castaldo, V.L.; Pigliautile, I.; Pisello, A.L.; Cotana, F. (2018). Outdoor comfort conditions in urban areas: On citizens' perspective about microclimate mitigation of urban transit areas. *Sustainable Cities and Society. Elsevier.*, 21. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.02.004>
- Real Academia Española. (2023). *RAE*. <https://dle.rae.es/>
- Reidl-Martínez, L. M. (2012). Marco conceptual en el proceso de investigación. *Metodología de Investigación En Educación Médica*, 6.
- Rincón-Martínez, J.; García-Gómez, C.; González-Trevizo, M. (2022). Estimación del rango de confort higrotérmico para exteriores en dos bioclimas extremos de México. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, XXIII(2), 14. <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2022.23.2.014>
- Rincón-Martínez, J.; Núñez-de Anda, A.; Fernández-Melchor, F. (2023). Indoor Thermal Comfort from the Estimation Thermal Environment's Physical Variables in Temperate-Dry Bioclimate. *Intech Open*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5992/intechopen.1001123>
- Rincón-Martínez, J. (2023a). Basic methods used for data analysis in adaptative thermal comfort studies. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, XXIV(1), 17. <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2023.24.1.002>
- Rincón-Martínez, J. (2023c). *EHDaP - Environmental Habitability Data Processor*.

<https://doi.org/https://orcid.org/0000-0002-1946-3609>

- Rincón-Martínez, J. (2023d). Modelos de confort térmico. *Seminario de Doctorado En Arquitectura, Urbanismo y Diseño*.
- Rincón Martínez, J. C. (2015). *Confort térmico en bioclima semi-frío: Estimación a partir de los enfoques de estudio adaptativo y predictivo*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Rincón Martínez, J. C. (2019). *Confort térmico en interiores: Estimación con los enfoques adaptativo y predictivo*. <https://libreriauaabc.com/collections/arquitectura/products/confort-termico-en-interiores-estimacioncon-%0Alos-enfoques-adaptativo-y-predictivo-fragmento-de-julio-cesar-rincon-martinez-confort-termicoen-%0Abioclima-semi-frio-estimacion-a-partir-de-los-enf>
- Rojo Quintero, S. (2018). Las transformaciones del patrón de los asentamientos humanos en Sinaloa del siglo XVII al XIX. *Instituto de Apoyo a La Investigación e Innovación*.
- Rueda, S. (1999a). *Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles*.
- Rueda, S. (1999b). *Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles*.
- Ruvalcaba, R. U. (2017). *Los espacios simbólicos urbanos de la ciudad de Culiacán*.
- Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación*. Universidad Central de Venezuela.
- Sánchez Bañuelos, Rogelio; López Camacho, Edgar Benjamín; Beltrán Magallanes, J. L. (2013). *Compilación para el estudio de climatología*.
- Sandoval Bojórquez, M. (2018). *Luis F. Molina y la Arquitectura Porfirista en la ciudad de Culiacán*. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Santaolalla, J. (2017). *El bosón de Higgs no te va a hacer la cama*.
- Schjetnan, M.; Peniche, M.; Calvillo, J. (2004). *Principios del diseño urbano-ambiental*. LIMUSA.
- NOM-020-SSA1, (2021).
- SEDATU; SEMARNAT; AMEXCID. (2018). *Implementación de infraestructura verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas, hoja de ruta*. (p. 69).
- Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. Tomo III Comercio y Abasto., (1999).
- SEMARNAT. (2013). *Calidad del aire: una práctica de vida*.
- Shi, Y., Lau, K. K.-L., & Ng, E. (2016). Developing Street-Level PM 2.5 and PM 10 Land Use Regression Models in High-Density Hong Kong with Urban Morphological Factors. *Environmental Science & Technology*, 50(15), 8178–8187. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b01807>
- Shjetnan, Mario; Calvillo, Jorge; Peniche, M. (2004). *Principios de diseño urbano/ambiental* (S.

- A. Prax México Librería Calos Cesarman (ed.)).
- Sifuentes, R. (2017). *Regresión lineal y correlación*.
- Ley ambiental para el desarrollo sustentable del estado de Sinaloa., (2013).
- Sinergise Ltd. (2022). *EO Browser*. 2022. <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>
- Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., & Dikshit, A. K. (2012). An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological Indicators*, 15(1), 281–299. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.01.007>
- Smith, P., & Henríquez, C. (2019). Perception of thermal comfort in outdoor public spaces in the medium-sized city of Chillán, Chile, during a warm summer. *Urban Climate*, 30, 100525. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100525>
- SMN-EMAS. (2021). *Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS)*. Normales Climatológicas. <https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s>
- SMN. (2011). *Normales Climatológicas por Estado*. Servicio Meteorológico Nacional. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado>
- SMN. (2015). *Sistema Meteorológico Nacional*. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado>
- SMN. (2022). *Glosario Técnico*. Servicio Meteorológico Nacional. <https://smn.conagua.gob.mx/es/smn/glosario>
- SMN. (2023). *Normales climatológicas 2008-2021*.
- Steadman, R. (1979). The Assessment of Suktriness. Part II: Effects of Wind, Extra Radiation and Barometric Pressure on Apparent Temperature. *Applied Meteorology*, 18.
- Suárez, M. (2011). *Coeficiente de correlación de Karl Pearson*.
- Szokolay, S. V. (1985). PASSIVE AND LOW ENERGY DESIGN FOR THERMAL AND VISUAL COMFORT. In *Passive and Low Energy Ecotechniques* (pp. 11–28). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-031644-4.50007-2>
- Tan, Z., Lau, K. K.-L., & Ng, E. (2017). Planning strategies for roadside tree planting and outdoor comfort enhancement in subtropical high-density urban areas. *Building and Environment*, 120, 93–109. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.05.017>
- Thorsson, S., Lindberg, F., Eliasson, I., & Holmer, B. (2007). Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting. *International Journal of Climatology*, 27(14), 1983–1993. <https://doi.org/10.1002/joc.1537>

- Tumini, I. (2013). *El microclima urbano en los espacios abiertos: estudio de casos en Madrid* [Universidad Politécnica de Madrid]. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.14893>
- UNEP. (2021). *Adapting to climate change in a post-pandemic world*.
- UNFPA. (2021). *Fondo de Población de las Naciones Unidas*. Población Mundial. <https://www.unfpa.org/es/data/world-population-dashboard>
- USGS. (2022). *Earth Explorer*. 2022. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- UTCI Org. (2024). *UTCI Calculator*. https://www.utci.org/utci_calc.php
- Viñals, M.J.; Morant, M.; Teruel, L. (2014). CONFORT PSICOLÓGICO Y EXPERIENCIA TURÍSTICA. CASOS DE ESTUDIO DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA (ESPAÑA). *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 65, 293–316.
- Vinuesa, P. (2016). Correlación : teoría y práctica. In *Ccg-Unam*.
- Wang, X., Zhao, J., Wang, F., Song, B., & Zhang, Q. (2021). Air supply parameter optimization of a custom nonuniform temperature field based on the POD method. *Building and Environment*, 206, 108328. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108328>
- WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide., (2021).
- Woodward, H. A. R. (1995). *ENVIRONMENTAL INDICATORS: A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development*.
- Xu, Y., Ren, C., Ma, P., Ho, J., Wang, W., Lau, K. K.-L., Lin, H., & Ng, E. (2017). Urban morphology detection and computation for urban climate research. *Landscape and Urban Planning*, 167, 212–224. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.06.018>
- Yalán, I.; Rodríguez, A.; Tapia, K. (2014). *Confort socio cultural_El espacio público*.
- Yeang, K. (1995). *Proyectar con la naturaleza. Bases ecológicas para el proyecto arquitectónico*.
- Yin, Q., & Wang, J. (2018). A better indicator to measure the effects of meteorological factors on cardiovascular mortality: heat index. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(23), 22842–22849. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2396-1>

Apéndices

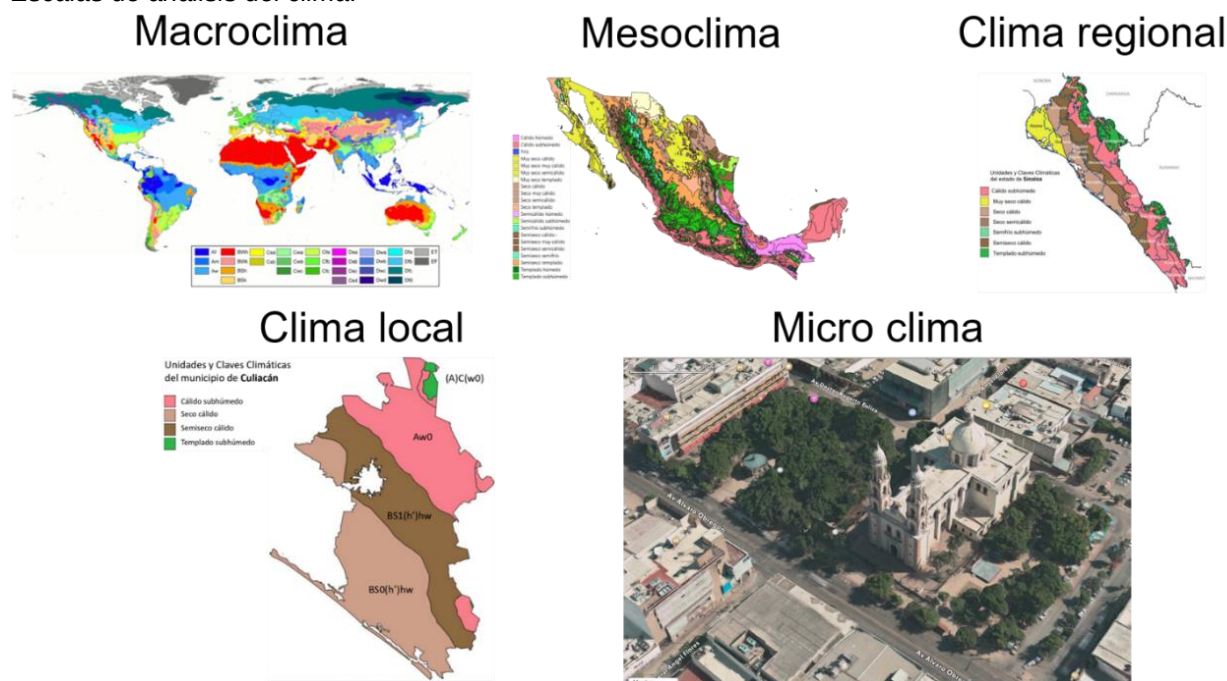
El apartado de apéndice, se encuentra compuesto por material complementario, necesario para la integración de la información desarrollada en los contenidos del presente reporte de investigación, el cual se encuentra conformado por los siguientes puntos:

Apéndice I. Marco Teórico

En la siguiente referencia Gráfico 1, se delimitan las condicionantes para las escalas de análisis del clima: macro clima, a una categoría de continente; meso clima, a una definición escala de nación; clima regional, a escala de región por delimitación política; clima local, a nivel de delimitación socio demográfica; y microclima, a escala de sitio o lugar (García, 2004).

Gráfico 1.

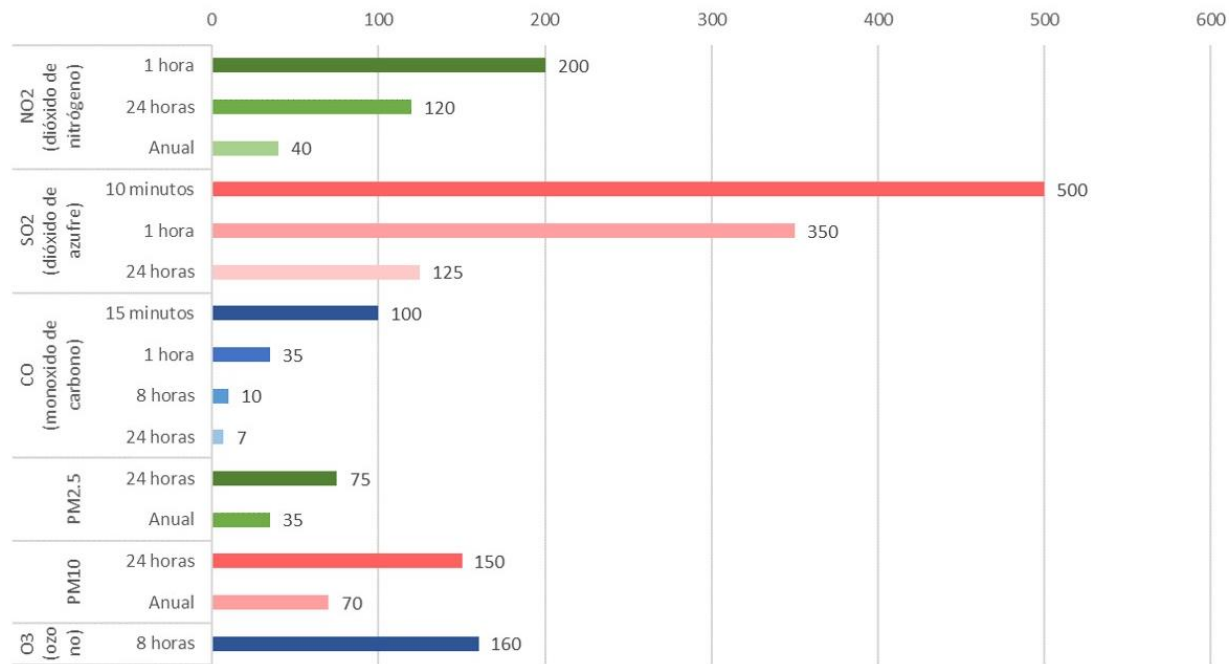
Escalas de análisis del clima.



Fuente: Procesado de García (2004).

A continuación se ubican los niveles recomendados por registro de contaminante: ozono (O_3), Material Particulado 2.5 y 10 ($PM_{2.5}$ y PM_{10}), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), respecto a las convenientes magnitudes por cada determinado, periodos de tiempo (OMS, 2021a); (EPA, 2022b), (Gráfico 2).

Gráfico 2.
Niveles recomendados por contaminante para la calidad del aire (µg/m³).



Fuente: OMS (2021) y EPA (2022).

Uno de los recursos para la apreciación de la sensación térmica o índice térmico de los ocupantes, resulta al correlacionar los valores de temperatura y humedad relativa (NOAA, 2020b), de algún un punto determinado, como se relaciona en el siguiente Cuadro 1.

Cuadro 1.
Índice térmico o sensación térmica – síntomas derivados por categorías.

°C	HUMEDAD RELATIVA %																															
TEMPERATURA	27	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100
	28	28	28	28	28	28	28	29	29	29	29	29	30	30	30	30	31	31	31	32	32	32	32	33	33	34	34	34	35	35	36	36
	29	29	29	29	29	30	30	30	30	31	31	31	32	32	32	33	33	34	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	39	40	40	40
	30	30	30	30	30	31	31	31	32	32	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	39	39	40	41	41	42	43	44	44
	31	31	31	32	32	32	33	33	33	34	34	35	35	36	36	37	38	38	39	40	40	41	42	42	43	44	45	46	46	47	48	49
	32	32	33	33	33	34	34	35	35	36	37	37	38	38	39	40	40	41	42	43	44	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	33	34	34	35	35	36	36	37	38	38	39	40	40	41	42	43	44	44	45	46	47	48	49	50	51	52	54	55	56	57	58	60
	34	35	36	37	37	38	38	39	40	41	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	55	56	57	58	60	61	63	64	66
	35	37	38	39	39	40	41	42	42	43	45	45	46	47	48	49	50	52	53	54	55	57	58	59	61	62	64	65	67	68	70	72
	36	39	40	41	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	52	53	54	56	57	58	60	61	63	64	66	68	69	71	73	75	76	78
	37	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	53	54	55	57	58	60	61	63	64	66	68	70	71	73	75	77	79	81	83	85
	38	43	44	45	46	48	49	50	51	52	54	55	56	58	59	61	63	64	66	68	69	71	73	75	77	79	81	83	86	88	90	92
	39	46	47	48	49	50	52	53	54	56	57	59	60	62	64	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	88	90	93	95	97	100
	40	48	49	51	52	53	55	56	58	59	61	63	64	66	68	70	72	74	76	78	80	83	85	87	90	92	95	97	100	102	105	108
	41	51	52	54	55	57	58	60	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	84	86	89	91	94	96	99	108	104	107	110	113	116
	42	54	55	57	58	60	62	63	65	67	69	71	73	75	78	80	82	85	87	90	92	95	98	100	103	106	109	112	115	118	122	125
	43	57	58	60	62	64	65	67	69	71	74	76	78	80	83	85	88	90	93	96	99	102	105	108	111	114	117	120	123	127	130	134
	44	60	61	63	65	67	69	71	74	76	78	81	83	86	88	91	94	97	99	102	105	108	112	115	118	122	125	128	132	136	139	143
	45	63	65	67	69	71	73	76	78	81	83	86	88	91	94	97	100	103	106	109	112	116	119	123	126	130	133	137	141	145	149	153
SENSACIÓN DE CALOR °C																																
CATEGORÍA	CLASIFICACIÓN	RANGO DE IC					SÍNTOMAS																									
I	Caluroso	27 a 32					Posible fatiga con exposición prolongada y actividad física																									
II	Caliente	33 a 40					Insolación, calambres y posible agotamiento con exposición prolongada y actividad física.																									
III	Muy Caliente	41 a 54					Insolación, calambres, agotamiento con exposición prolongada y actividad física.																									
IV	Extremo Caliente	> 54					Hipertermia o insolación inminente.																									

Nota. - Valores generados por la aplicación web “Heat Index Calculator”. Fuente: NOAA (2020b).

Apéndice II. Marco Normativo

Uno de los aspectos para la determinación del confort térmico, los señala la normativa ISO 7730 (2005), a través de la determinación cuantitativa para los cinco niveles de arropamiento de los individuos en cuestión, 1. muy ligera (0.27 Clo), 2. ligera (0.37 Clo), 3. Normal (0.70 Clo), 4. Abrigada (1.05 Clo), 5. muy abrigada (1.2 Clo), (Cuadro 2).

Cuadro 2.

Categoría de nivel de arropamiento por género.

GÉNERO	PRENDA DE VESTIR	Clo	GÉNERO	PRENDA DE VESTIR	Clo
Vestimenta tipo 1: MUY LIGERA					
Mujer	Sostén	0.01	Hombre	Calzoncillos	0.04
	Pantaleta	0.03		Calcetines	0.02
	Calcetines	0.02		Camiseta ligera	0.08
	Blusa manga corta	0.08		Pantalón corto	0.11
	Pantalón corto	0.11		Tenis ligeros	0.02
	Tenis ligeros	0.02		Clo total	0.27
	Clo total	0.27			
Vestimenta tipo 2: LIGERA					
Mujer	Sostén	0.01	Hombre	Calzoncillos	0.04
	Pantaleta	0.03		Calcetines	0.02
	Calcetines	0.02		Camiseta manga corta	0.12
	Blusa manga corta	0.12		Pantalón	0.15
	Pantalón	0.15		Zapatos medios	0.04
	Zapatos medios	0.04		Clo total	0.37
	Clo total	0.37			
Vestimenta tipo 3: NORMAL					
Mujer	Sostén	0.01	Hombre	Calzoncillos	0.04
	Pantaleta	0.03		Calcetines	0.02
	Calcetines	0.02		Camiseta sin manga	0.12
	Blusa manga larga	0.25		Camiseta manga larga	0.25
	Pantalón	0.24		Pantalón de vestir	0.24
	Zapatos medios	0.05		Zapatos medios	0.04
	Clo total	0.60		Clo total	0.71
Vestimenta tipo 4: ABRIGADA					
Mujer	Sostén	0.01	Hombre	Calzoncillos	0.04
	Pantaleta	0.03		Calcetines	0.02
	Calcetines	0.02		Camiseta sin manga	0.12
	Blusa manga larga	0.25		Camiseta manga larga	0.25

	Saco medio	0.28		Saco medio	0.28
	Pantalón grueso	0.28		Pantalón grueso	0.28
	Zapatos gruesos	0.10		Zapatos gruesos	0.10
	Clo total	0.97		Clo total	1.09
Vestimenta tipo 5: MUY ABRIGADA					
Mujer	Sostén	0.01	Hombre	Calzoncillos	0.04
	Pantaleta	0.03		Calcetines	0.02
	Calcetines	0.02		Camiseta sin manga	0.12
	Blusa manga larga	0.25		Camiseta manga larga	0.25
	Chamarra	0.36		Chamarra	0.36
	Pantalón grueso	0.28		Pantalón grueso	0.28
	Zapatos gruesos	0.10		Zapatos gruesos	0.10
	Bufanda	0.02		Bufanda	0.02
	Guantes	0.02		Guantes	0.02
	Clo total	1.09		Clo total	1.21

Fuente: ISO 7730 (2005).

Adicionalmente, se ubicaron los niveles máximos recomendados de saturación de CO₂ (Cuadro 3), entre los cuales destacan las concentraciones de 1,000 ppm máximos en espacios interiores y máximas de 2,000 a 5,000 ppm, durante 8 h.

Cuadro 3.

Niveles recomendados de CO₂.

Recomendaciones máximas para niveles de CO₂	Nivel CO₂ (ppm)
Concentración en exteriores a nivel global–.	400 - 420
Riesgo a ventilación excesiva.	400 - 800
Rango máximo recomendado para espacios comerciales por empresas HVAC. Concentraciones máximas para oficinas en California. Necesita flujo de aire, estimado a 10 litros/segundo por persona.	800
Concentración máxima de CO ₂ recomendados por ASHRAE para espacios interiores. Igualmente, recomendado como valor máximo de confort en otros países. Necesita flujo de aire, estimado a 7 litros/segundo por persona.	1,000
De acuerdo a diversas investigaciones, este nivel de CO ₂ deriva en significativos incrementos de somnolencia, cansancio, dolor de cabeza y ausencia de confort.	2,000
Máxima concentración, por una duración de 8 horas de un día de trabajo, de acuerdo con OSHA, ASHRAE y otros países de la UE.	5,000
Nivel de CO ₂ , el cual resulta peligroso para la vida, humana, vegetal y animal.	50,000.00

Fuente: ASHRAE (2022).

Adicionalmente, se relacionan las descripciones de riesgos a la salud, de acuerdo a la ponderación de categorías que distinguen las condiciones de calidad del aire, asociadas a una referencia cromática, como: buena= verde, aceptable= amarilla, mala= naranja, muy mala= roja, y extremadamente mala= morado, por lo cual se describen las derivaciones en riesgos a la salud por calidad el aire (Cuadro 4).

Cuadro 4.

Categorías del índice aire y salud.

Calidad del aire	Nivel de riesgo asociado	Descripción del riesgo	Color
Buena	Bajo	Se considera que el riesgo es mínimo o nulo.	Verde
Aceptable	Moderado	Ozono (O ₃). Las personas sensibles pueden experimentar síntomas respiratorios (asmáticos). Partículas suspendidas iguales o menores a 10 micrómetros (PM ₁₀) y partículas suspendidas iguales o menores a 2.5 micrómetros (PM _{2.5}). Posible agravamiento de enfermedad pulmonar y cardiaca en personas con enfermedad cardiopulmonar y adultos mayores.	Amarillo
Mala	Alto	Para todos los contaminantes criterio existe probabilidad de disminución en la capacidad pulmonar en personas sanas. Incremento en la probabilidad de aparición de síntomas respiratorios en personas sensibles (niños, ancianos, con actividad en exteriores, deficiencias nutricionales, ciclistas, trabajadores, etc.). En personas con enfermedades respiratorias (EPOC, asma) y cardiacas (angina de pecho) hay un aumento en la probabilidad de agravamiento y disminución en la tolerancia de la actividad física, así como mayor probabilidad de muertes prematuras en personas con enfermedad cardiaca o pulmonar.	Naranja

Muy mala	Muy alto	Para todos los contaminantes criterio, mayor probabilidad de presencia de síntomas respiratorios en población general. Agravamiento de síntomas respiratorios en poblaciones sensibles (niños, ancianos, con actividad en exteriores, deficiencias nutricionales, ciclistas, trabajadores, etc.) y en personas con enfermedad pulmonar (EPOC, asma). Incremento en síntomas cardiovasculares, como dolor precordial, en personas enfermas del corazón, así como mayor probabilidad de muertes prematuras en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar.	Rojo
Extremadamente mala	Extremadamente alto	Para todos los contaminantes criterio, incremento en la probabilidad de síntomas severos respiratorios en población general. Serios efectos respiratorios y agravamiento de síntomas en poblaciones sensibles (niños, ancianos, con actividad en exteriores, deficiencias nutricionales, ciclistas, trabajadores, etc.) y en personas con enfermedad pulmonar (EPOC, asma). Agravamiento en síntomas cardiovasculares, en personas enfermas del corazón, e incremento en la probabilidad de muerte prematura en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar.	Morado

Fuente: Extraído a partir de NOM-172-SEMARNAT (2019).

Por otra parte, se relacionaron los niveles metabólicos por actividad, que visualiza la norma ANSI/ASHRAE 55 (2020), respecto a una labor ligera (130 – 190 W), moderada (190 – 400 W), e intensa (430 – 700 W) (Cuadro 5).

Cuadro 5.

Nivel metabólico por actividad.

Dispersión metabólica (W) según el tipo de actividad de Belding y Hatch	
Actividad	Dispersión metabólica (W)
Durmiendo	75
Sentado tranquilamente	120
Trabajo Ligero	
1. Sentado, movimiento moderado de brazos y tronco (p.e. trabajo de oficina, mecanografía)	130 - 160
2. Sentado, movimiento moderado de brazos, tronco y piernas.	160 - 190

3. De pie, trabajo ligero, frente a una máquina o banco de trabajo, con los brazos principalmente. 160 - 190

Trabajo Moderado

1. Sentado, movimiento intenso de brazos, tronco y piernas. 190 - 230
 2. De pie, trabajo ligero, frente a una máquina o banco de trabajo, con algún desplazamiento. 190 - 220
 3. De pie, trabajo moderado, frente a una máquina o banco de trabajo, con algún desplazamiento. 220 - 400
 4. Levantamiento y transporte moderado de peso. 290 - 400

Trabajo Intenso

1. Levantamiento y acarreo intermitente de grandes pesos. 430 - 600
 2. El trabajo más duro y de cuidado. 600 - 700

Fuente: ANSI/ASHRAE 55 (2020).

Resultó fundamental, para diversos recursos implementados en la presente investigación, como la formulación del cuestionario, procesamiento de datos, graficación de resultados, y el establecimiento de los rangos de confort, a través de la adaptación numérica (de 1 a 7) de las escalas de Likert, que se presentan en las normas ISO 10551 (2019); ANSI/ASHRAE 55 (2020) (Cuadro 6).

Cuadro 6.

Adecuación de escala de sensación térmica.

Sensación térmica	Sensación higríca	ISO 10551 (2019) ANSI/ASHRAE 55 (2020)	Escala adaptada
Mucho calor	Muy seco	+3	7
Calor	Seco	+2	6
Algo de calor	Algo seco	+1	5
Ni calor ni frío	Normal	0	4
Algo de frío	Algo húmedo	-1	3
Frío	Húmedo	-2	2
Muy frío	Muy húmedo	-3	1

Fuente: ISO 10551 (2019); ANSI/ASHRAE 55 (2020).

Específicamente en espacios públicos, la norma ISO 8996 (2004), respecto a una actividad ligera (0-75 W/m²), moderada (75-183 W/m²), e intensa (184-600 W/m²) (Cuadro 7).

Cuadro 7.*Adaptación de niveles de actividad para ocupaciones en espacios públicos.*

Nivel de actividad	Rango (W/m2)	Ejemplos
Pasiva	0 - 75	Esperar camión, conversar, observar, hacer fila, descansando sentado, de pie con actividad ligera, actividad sedentaria, sentado (venta al público en general).
Moderada	76 - 183	Caminar sin carga, jugar con niños, trabajo de mantenimiento, de pie con actividad media (de compras, ventas, en campaña pública), sentado (bolero).
Intensa	184 - 600	Caminar con prisa o con carga, correr, trabajo de construcción, bailar.

Fuente: Adecuado y procesado de ISO 8996 (2004); Bojórquez (2010).

Por otra parte, para las apreciaciones de confort térmico, resultan oportunas las valoraciones por los niveles de actividad física que se presentan por los tres niveles de actividad de los usuarios, ligero, moderado e intenso (NOM-015-STPS, 2021) (Cuadro 8).

Cuadro 8.*Niveles de actividad física.*

Régimen de trabajo	Actividad	Ejemplo de gasto metabólico aproximado.	
		Watts	Kcal/h
Ligero	Sentarse, movimiento moderado de los brazos y el tronco (ej. trabajo de oficina, mecanografía).	116.18 a 218.02	100.0 a 187.5
Moderado	De pie, trabajo moderado en máquina o banco a veces caminando un poco.	218.02 a 406.9	187.5 a 350.0
Pesado	De pie, trabajo moderado en máquina o banco a veces caminando un poco.	436.04 a 697.67	375.0 a 600.0

Fuente: NOM-015-STPS (2021).

En cuanto al ambiente acústico, se relacionan los niveles de ruido ambiental en ambientes específicos, como viviendas 50 dBA, escuelas 35 dBA, discotecas o espacios cerrados con niveles acústicos 90 dBA (4h máximo), conciertos y festivales 100 dBA (4h máximo), comercio y tráfico por 70 dBA, éste último presente en los propósitos de la presente investigación (Cuadro 9).

Cuadro 9.

Niveles de ruido ambiental para ambientes específicos.

Ambientes	dB (A)
Viviendas	50
Escuelas	35
Discotecas	90 (máximo 4 horas)
Conciertos, festivales	100 (máximo 4 horas)
Comercio y tráfico	70

Fuente: OMS (2022).

Por otra parte, algunos de los niveles admisibles por exposición al ruido, provenientes de objetos u actividades, relacionadas a espacios exteriores, resultan como: avión en activo 130 dB, trueno o tormenta 125 dB, trompeta o bocina 120 dB, concierto 115 dB, sierra eléctrica 110 dB, máquina excavadora 105 dB, secador de pelo 100 dB, motocicleta 95 dB, cortadora de pasto 90 dB, automóvil 85 dB, entre las procedencias de ruido se retoman las estimaciones por niveles de transportes motorizados (Cuadro 10).

Cuadro 10.*Niveles admisibles de exposición al ruido.*

Objeto / Actividad	dB	Tiempo de audición sin riesgo
Avión en activo	130	< 1 seg.
Trueno / tormenta	125	3 seg.
Trompeta / bocina	120	9 seg.
Concierto	115	28 seg.
Sierra eléctrica	110	30 seg.
Máquina excavadora	105	4 min.
Secador de pelo	100	15 min.
Motocicleta	95	47 min.
Cortadora de pasto	90	2 h 30 min.
Automóvil	85	8 h.

Fuente: OMS (2022).

Apéndice III. Marco Teórico Metodológico

A continuación, se relacionan algunos de los recursos ubicados durante el proceso de revisión de literatura, ubicadas en un marco teórico metodológicos, como referencias primordiales se visualizaron, referente a los estudios en campo, en relación al ambiente higrotérmico, aunado al registro de diversas variables, integradas en análisis, aunque de forma muy aislada y esporádica, es decir, pocos estudios relacionaban otras variables, más allá de las condicionantes directas, por lo cual, limita una visión extendida de un ambiente determinado.

De acuerdo con la metodología por aplicación de encuestas, se revisaron diversos aspectos abordados, como la configuración del formato de cuestionario (Gráfico 3, Ka-Lun y Choi (2021)), sus puntos de estructura, respecto a datos de identificación del estudio, control,

registro de los aspectos metabólicos de los usuarios, nivel de actividad durante y previo a la encuesta de los individuos, su edad, sexo, altura y peso, así como su percepción y preferencia térmica, abordada desde la escala en siete niveles, rangos son contenidos en la norma (ANSI/ASHRAE 55, 2023).

Gráfico 3.

Formato de cuestionario aplicado en campaña de estudio.



香港中文大學
The Chinese University of Hong Kong



香港城市大學
City University of Hong Kong



INSTITUTE OF
Future Cities

Outdoor Thermal Comfort Survey

Survey No.: _____

Name of Interviewer: _____ Location: _____ Date: _____ Start Time: _____

Interviewer's observation

A. Is the interviewee under direct sunlight? ☐ 1. Yes ☐ 2. No

B. What was the interviewee doing just before the interview?
☐ 1. Sitting ☐ 2. Standing ☐ 3. Walking ☐ 4. Exercise

1. Have you done this questionnaire before?
☐ 1. Yes ☐ 2. No (If the answer is "Yes", the interview will be terminated.)

2. Have you been staying in Hong Kong in the past 6 months? ☐ 1. Yes ☐ 2. No

3. In the past 15 minutes, have you been to (or stayed in) indoor spaces with air-conditioning or heating system (including bus, taxi, minibus, etc)? ☐ 1. Yes ☐ 2. No

4. What were you doing in the past 15 minutes?
☐ 1. Waiting for people or cars ☐ 2. Resting ☐ 3. Standing ☐ 4. Sitting ☐ 5. Working
☐ 6. Grocery shopping ☐ 7. Passing by ☐ 8. Doing exercises ☐ 9. Others: _____

5. How are you feeling now in terms of thermal perception? (Thermal Sensation Vote)
 (7-point scale from +3 to -3 according to the ASHRAE thermal sensation scale)
☐ -3. Cold ☐ -2. Cool ☐ -1. Slightly Cool ☐ 0. Neither Cold nor Hot ☐ +1. Slightly Warm ☐ +2. Warm ☐ +3. Hot

6. Do you find this environment...
☐ 0. Comfortable ☐ -1. Slight uncomfortable ☐ -2. Uncomfortable ☐ -3. Very uncomfortable

7. Please state how you would prefer it to be now.
☐ -3. Much Cooler ☐ -2. Cooler ☐ -1. Slightly Cooler ☐ 0. Neither Cooler nor Warmer
☐ +1. Slightly Warmer ☐ +2. Warmer ☐ +3. Much Warmer

8. On a personal level, this environment is for me...
☐ 0. Acceptable rather than unacceptable ☐ 1. Unacceptable rather than acceptable

9. Do you agree that it is aesthetically pleasing (or beautiful) here?
☐ -2. Strongly Disagree ☐ -1. Disagree ☐ 0. Neutral ☐ +1. Agree ☐ +2. Strongly Agree

10. Do you agree that it is quiet/calm here?
☐ -2. Strongly Disagree ☐ -1. Disagree ☐ 0. Neutral ☐ +1. Agree ☐ +2. Strongly Agree

11. Age of the interviewee: _____

12. Sex of the interviewee: ☐ 1. Male ☐ 2. Female ☐ 3. Preferred not to be revealed

13/14. Height and weight of the interviewee 19. _____ cm 20. _____ kg

Fuente: Ka-Lun y Choi (2021).

Adicionalmente, otro de los recursos empleados para la obtención de la estimación subjetivas de los ocupantes, respecto a su percepción del ambiente, resulta a través de cuestionarios estructurados y llevados a cabo durante los horarios considerados con mayor afluencia de uso colectivo del espacio público, entre los horarios de 9:00 am a 6:00 pm, y los cuales fueron desarrollados específicamente durante las temporadas de primavera, verano e invierno (Gráfico 4) (Piselli, C., et al, 2018).

Gráfico 4.

Aplicación de encuesta en sitios de estudio.



Fuente: Piselli; Castaldo; Pigliautile; Pisello; Cotana (2018).

De igual forma, se destaca la revisión de los diversos formatos para recabar la percepción subjetiva de los usuarios, que indaga sobre la disposición de las escalas de percepción de confort, relacionadas a las variables ambientales y meteorológicas, así como aspectos complementarios acerca de la percepción del espacio por los ocupantes, mediante los cuales se acotan de tres a cinco niveles de escala de percepción de los usuarios conforme a las normativas ANSI/ASHRAE 55 (2020), ISO 7730 (2005), ISO 10551 (2019), así como una pregunta intermedia, a manera de control, mediante el empleo de conceptos sencillos de comprender, como lo son: el nivel de radiación, viento, humedad, iluminación y acústica, aunado a la consulta de las condiciones del ambiente, al momento del desarrollo del cuestionario, los motivos de estadía, frecuencia, condiciones del espacio, origen y ocupación (Gráfico 5).

Gráfico 5.

Extracto del cuestionario relacionado al ambiente físico.

B. QUESTIONS

- At the moment, do you find it:

very cold	cool	neither cool nor warm	Warm	very hot
-----------	------	-----------------------	------	----------
- What do you think of the **sun** at this moment? *(only asked if sunny)*

you'd prefer more	OK	too much sun
-------------------	----	--------------
- What do you think of the **wind** at this moment?

stale	Little wind	OK	Windy	too much wind
-------	-------------	----	-------	---------------
- What do you think of the **humidity** at this moment?

damp	OK	dry
------	----	-----
- Are you feeling **comfortable**?

yes	no
-----	----
- What do you think of the **luminous appearance** of this space?

very dark	Dark	neither dark nor bright	Bright	very bright
-----------	------	-------------------------	--------	-------------
- Do any surfaces appear noticeably **glaring** to you? *(Some answers may not apply for certain cases)*

No					
Ground or pavement	Surrounding buildings	Vegetation	Water surface	Urban furniture	Canopy or sky
- Does the **view** from your position affects your appreciation of this site?

negatively	not at all	positively
------------	------------	------------
- What is your general feeling towards the **sound level** in this space at this moment?

very quiet	quiet	neither quiet nor noisy	Noisy	Very noisy
------------	-------	-------------------------	-------	------------
- How would you describe the **acoustic** environment at your **home**?

very quiet	quiet	neither quiet nor noisy	Noisy	Very noisy
------------	-------	-------------------------	-------	------------
- Classify the 4 predominant of the following sounds by '**annoyance**', '**neither favour nor annoyance**', '**favour**' *(Choose 4 sounds only according to the site)*

Twittering of birds (A, N, F)	Speaking from surrounding people (A, N, F)	Vehicle parking (A, N, F)
Bells of church (A, N, F)	Music played on street (A, N, F)	Passenger cars (A, N, F)
Murmurs of water (A, N, F)	Bells or music from clock (A, N, F)	Passenger buses (A, N, F)
Pedestrian crossing (A, N, F)	Music from passenger cars (A, N, F)	Music from stores (A, N, F)
Insects sound (A, N, F)	Children's shouting (A, N, F)	Constructions (A, N, F)
- Why have you come here?.....
- Where were you before you came here?
- How frequently do you use the space? 1) per day.... 2) per week... 3) per month...4) per year...
- Is there something you don't like in the area?
- What is the use of open space according to your opinion?
- Are you local inhabitant? 1) Yes 2) No (Where are you from?.....)
- Are you a? 1) pupil/student 2) working person 3) pensioner 4) housekeeper 5) other*..... (* ask if tourist and additionally note here)
- What is your educational level? 1) primary school 2) secondary school 3) higher education

Fuente: Extraído de Nikolopoulou y Lykoudis (2006).

Uno de los aspectos relevantes al momento de estructurar el formulario para la campaña de estudio, se mostró en un seccionamiento, inicialmente por condiciones personales de los encuestados, como: edad, género, altura, peso, arropamiento, origen, tiempo de estadía en el espacio, para posteriormente recabar las condiciones de percepción, confort y tolerancia respecto a variables específicas como: temperatura, contaminación del aire, contaminación por ruido, así como el recabar la percepción del espacio físico (Gráfico 6).

Gráfico 6.

Instrumento de encuesta acerca de confort térmico, contaminación por aire y ruido.

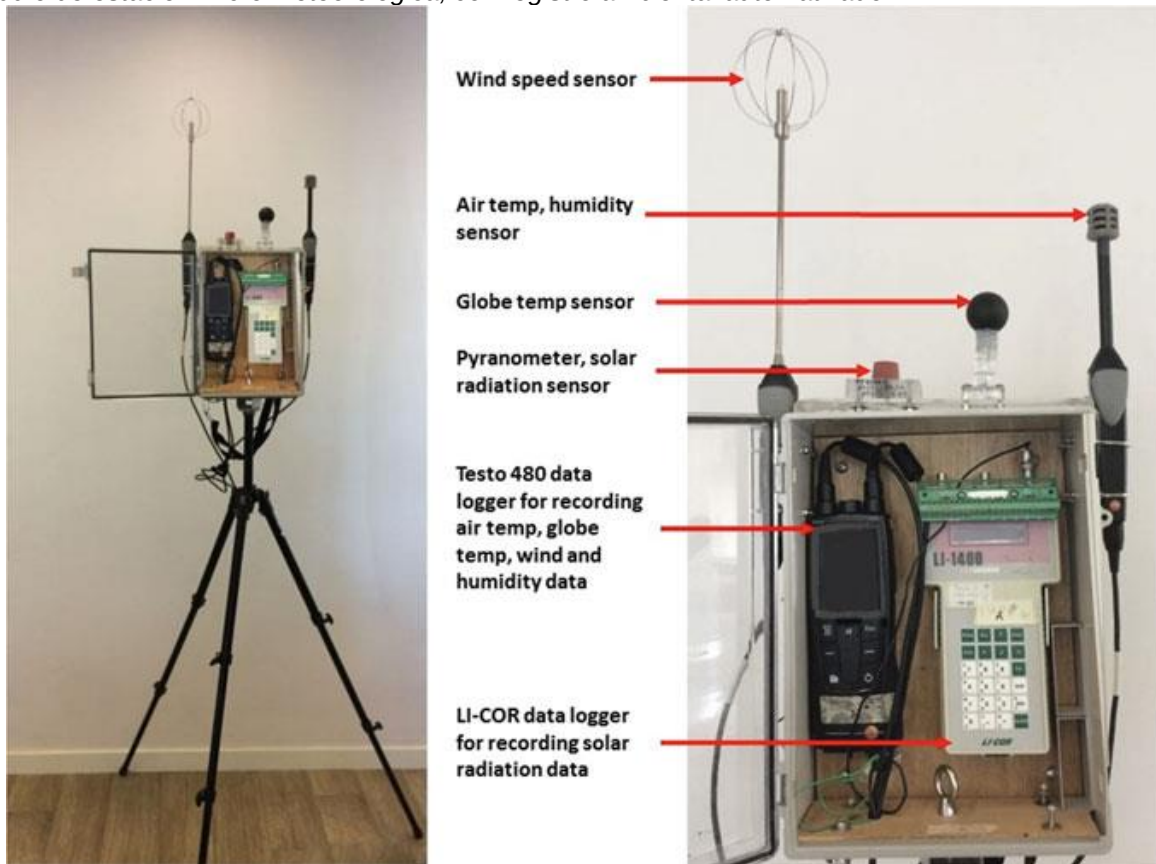
Information type	Data	Options	Values	Information type	Data	Options	Values
Personal information	Date	-	-	Air pollution	Perception	Very polluted	4
	Time	-	-			Polluted	3
	Age	≤ 20 years old	-			Slightly polluted	2
		20 ≤ years old < 40				Pollution-free	1
		40 ≤ years old < 60				Absolutely pollution-free	0
		≥ 60 years old				Very comfortable	0
	Gender	M	-			Slightly uncomfortable	1
		F	-			Neutral	2
	Height	≤ 1.70 m	-			Uncomfortable	3
		1.70 ≤ m < 1.80				Very uncomfortable	4
		1.80 ≤ m < 1.90		Noise pollution	Tolerability	Perfectly tolerable	0
		≥ 1.90 m				Slightly difficult to tolerate	1
	Weight	50 ≤ kg < 65	-			Fairly difficult to tolerate	2
		65 ≤ kg < 80				Intolerable	3
		≥ 80 kg				Absolutely intolerable	4
	Clothing	Spring clothing	-			Very polluted	4
		Summer clothing				Polluted	3
		Winter clothing				Slightly polluted	2
	Origin	Perugia	-			Pollution-free	1
		Umbria region				Absolutely pollution-free	0
		Other				Very comfortable	0
	Long-time visit	≤ 15 min	-			Slightly uncomfortable	1
		15 ≤ min < 30				Neutral	2
		30 ≤ min < 45				Uncomfortable	3
		≥ 45 min				Very uncomfortable	4
	Thermal comfort	Perception				Perfectly tolerable	0
		Cold	2			Slightly difficult to tolerate	1
		Cool	1			Fairly difficult to tolerate	2
		Neutral	0			Intolerable	3
		Warm	-1			Absolutely intolerable	4
		Hot	-2	Design of the area	Preference	Additional greenery	-
	Comfort	Very comfortable	0			PV tech-trees	
		Slightly uncomfortable	1			Air purification systems	
		Neutral	2			S.O.S. stations	
		Uncomfortable	3			Others	
		Very uncomfortable	4				
	Tolerability	Perfectly tolerable	0				
		Slightly difficult to tolerate	1				
		Fairly difficult to tolerate	2				
		Intolerable	3				
		Absolutely intolerable	4				

Fuente: Piselli; Castaldo; Pigliautile; Pisello; Cotana (2018).

Otro de los recursos implementados para el registro de variables climáticas realizado por Ka-Lun y Choi (2021), consistió en la adecuación de una unidad central denominada “estación micro meteorológica” configurada expresa para el proyecto, en la cual se adapta un anemómetro multidireccional, sensor de temperatura de globo negro, sensor de temperatura del aire y humedad relativa, además de un piranómetro sensor de radiación solar, cuyos recursos son identificados para un procesamiento automatizado, el cual puede descargar los datos de manera directa por conexión a un ordenador (Gráfico 7).

Gráfico 7.

Módulo de estación micro meteorológica, con registro ambiental automatizado.



Nota. A manera de apreciación, el tripié de soporte, asume una relevante influencia en la estabilidad de la unidad de registro ambiental, factor que tendrá que ser considerable al momento de ser retomado, durante el trabajo de campo. Fuente: extraído Ka-Lun y Choi (2021).

El realizar un estudio anualizado como el proyecto RUROS (Nikolopoulou y Lykoudis, 2007), permiten un abanico de estimaciones y registros durante las cuatro estaciones del año, a través de los horarios comprendidos para la aplicación de los cuestionarios consideraron

cuatro turnos: mañana, de 10:00 a 11:59 h; medio día, de 12:00 a 14:59 h; tarde, de 15:00 a 17:59 h; anochecer, de 18:00 a 20:59 h, proceso el cual resultó en recabar un total de 9,189 estimaciones de los usuarios, entre las 7 ciudades, las cuales fueron categorizadas conforme al lugar de procedencia y temporada evaluada (Cuadro 11).

Cuadro 11.
Estratificación de entrevistas realizadas en proyecto RUROS.

	Summer	Autumn	Winter	Spring	Year
Athens	418	360	418	307	1503
Thessaloniki	600	509	335	369	1813
Milan	308	393	207	265	1173
Fribourg	452	427	540	501	1920
Cambridge	341	185	85	337	948
Sheffield	301	216	200	291	1008
Kassel	301	209	74	240	824
Total per season	2721	2299	1859	2310	9189

Fuente: Extraído de Nikolopoulou y Lykoudis (2006).

Una vez, evidenciadas las referencias metodológicas para estudios análogos de confort, se procede a la caracterización del caso de estudio.

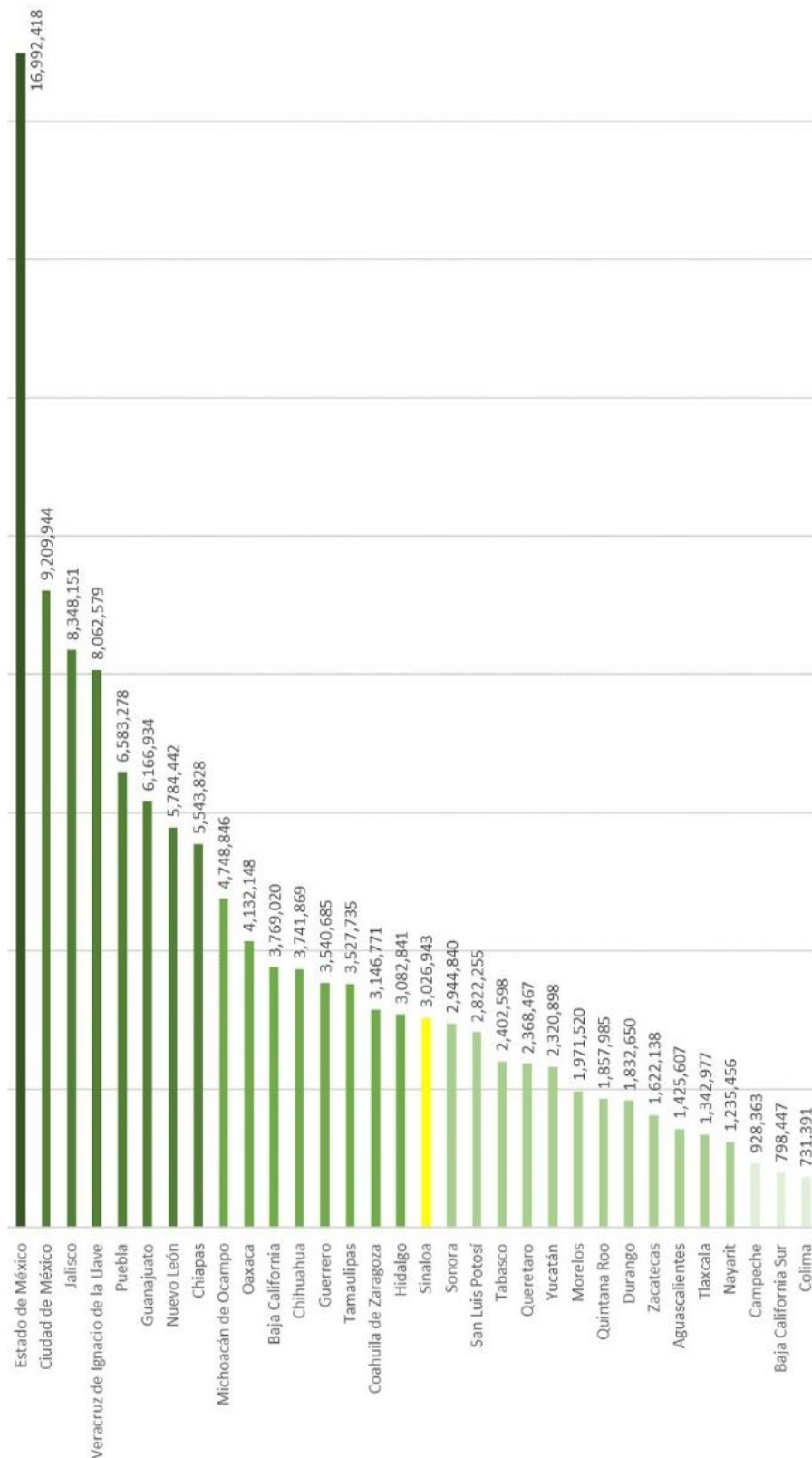
Apéndice IV. Caracterización del Caso de Estudio

De manera complementaria a la información vertida en el **Capítulo III. Diseño de Investigación**, se colocan una serie de elementos que posibilitan extender la descripción entre algunos de los puntos abordados.

Para comenzar, se distingue una proporción total de población en la República Mexicana, por 126,014,024 habitantes a nivel nacional, como se aprecia distribuida en el siguiente Gráfico 8, entre las cuales, se destaca el Estado de Sinaloa, a raíz de ser objeto del presente reporte de investigación, entidad que se encuentra en la posición número 17, del total nacional (INEGI, 2020b).

Gráfico 8.

Escala de proporción poblacional por entidad federativa en México.

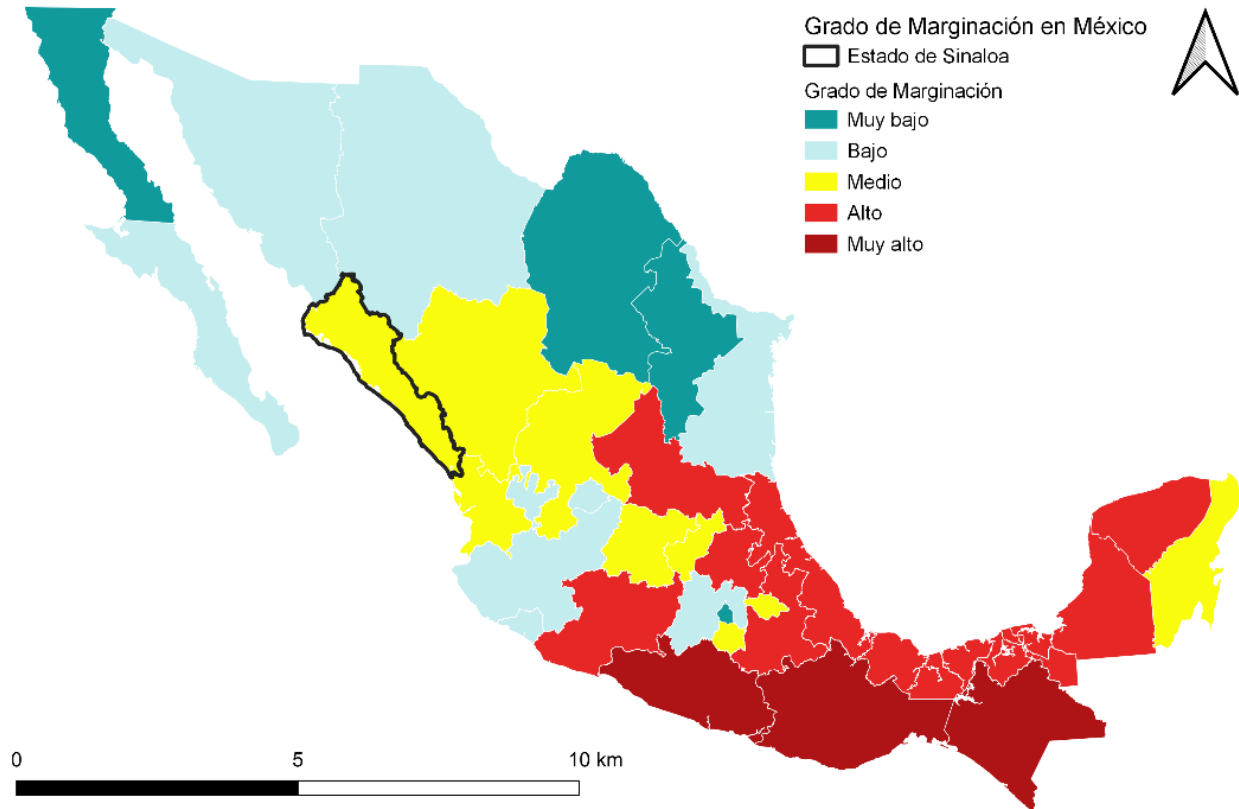


Fuente1: INEGI (2020).

Adicionalmente las condiciones presentes para la población por marginación social en las entidades federativas de México, se destaca el Estado de Sinaloa, con un grado nivel medio, de acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2021), lo cual alude además de una condición de vulnerabilidad socio-económica, una potencial vulnerabilidad ambiental (Gráfico 9).

Gráfico 9.

Mapa de grados de marginación social en México, en relación al Estado de Sinaloa.

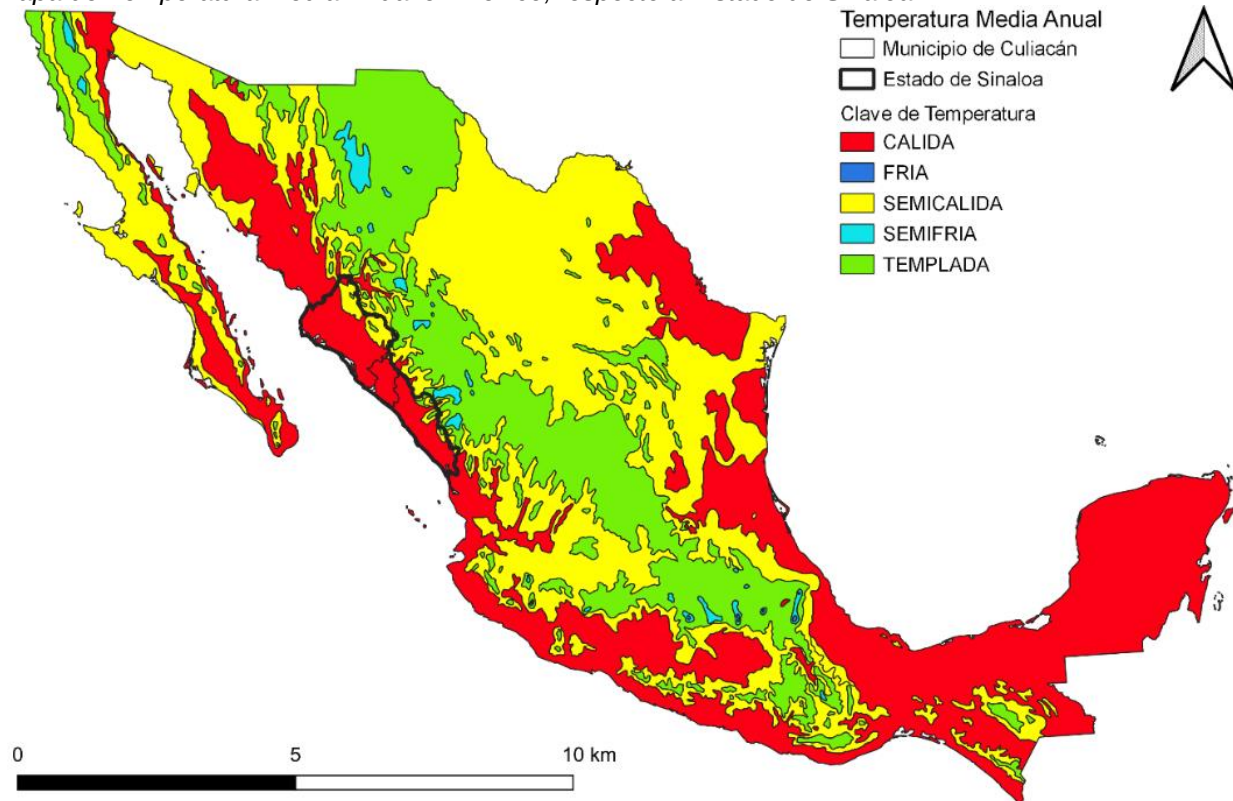


Fuente: Procesado de CONABIO (2022).

Por otra parte, uno de los aspectos climáticos destacables a nivel nacional, resulta en considerar las condiciones normalizadas por temperatura, de las cuales el Estado de Sinaloa se encuentra entre las entidades con un registro considerable de calor a nivel nacional, al mostrar parcialmente en sus 57.37 km² de territorio Estatal, una totalidad de condición de calor de acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2022) (Gráfico 10).

Gráfico 10.

Mapa de Temperatura Media Anual en México, respecto al Estado de Sinaloa.

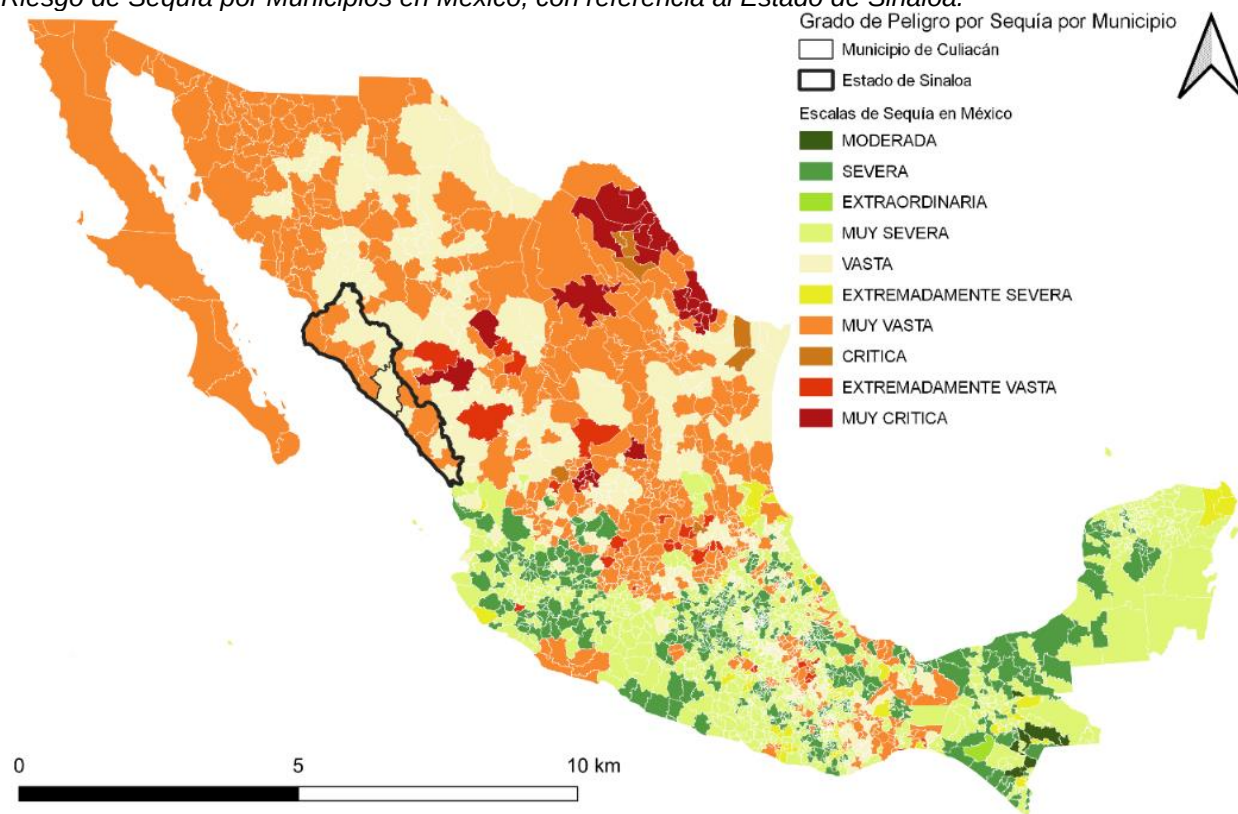


Fuente: Procesado de CONABIO (2022).

Consecuencia de la identificación de las condiciones de calor a nivel nacional, existe una relación considerable en apreciar un nivel de riesgo de sequía por municipios, para el caso de Sinaloa, que se encuentra en un rango de vasto a crítico (CONABIO, 2022), motivo por el cual, justifica ser una entidad precaria por las condiciones ambientales que guarda (Gráfico 11).

Gráfico 11.

Riesgo de Sequía por Municipios en México, con referencia al Estado de Sinaloa.

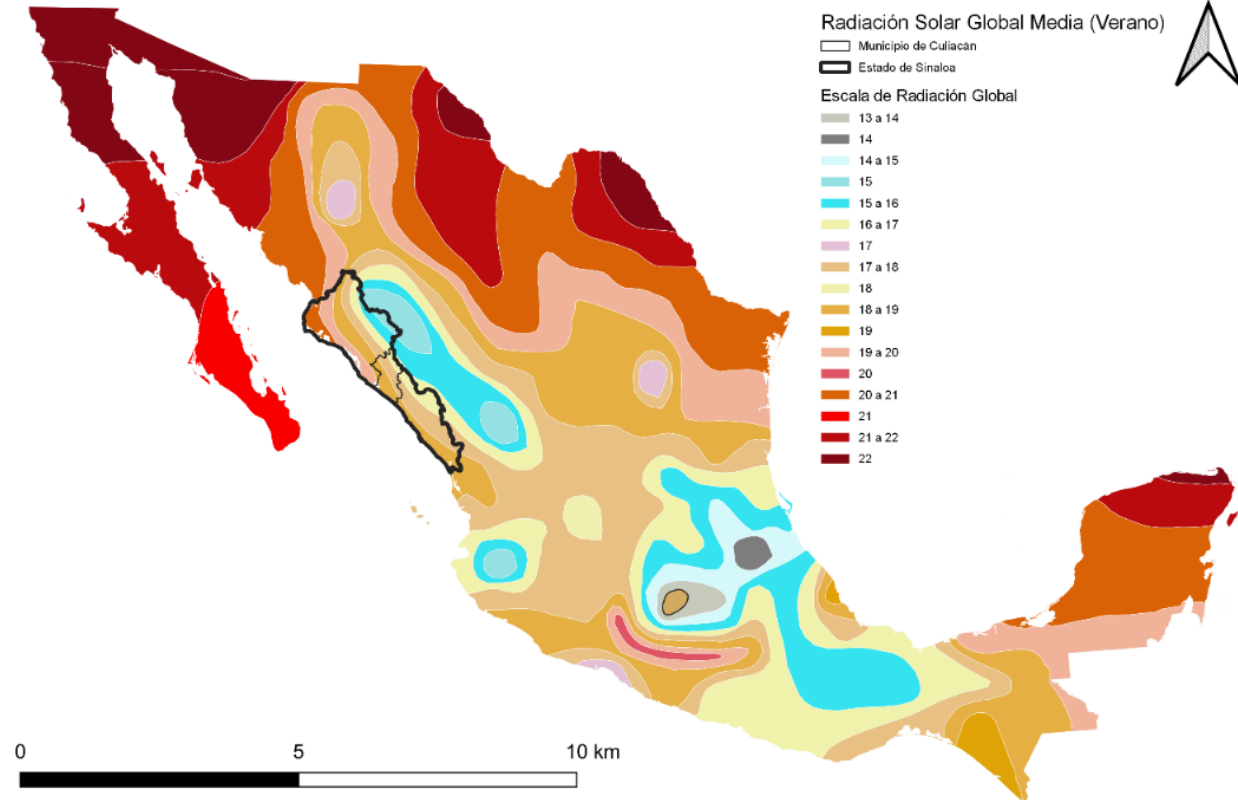


Fuente: Procesado de CONABIO (2022).

Por otra parte, se suma el factor por radiación solar global media, durante el periodo de verano a nivel nacional (CONABIO, 2022), del cual se destaca nuevamente la entidad federativa de Sinaloa, al encontrarse entre los rangos más entre 16 hasta 21 (Gráfico 12).

Gráfico 12.

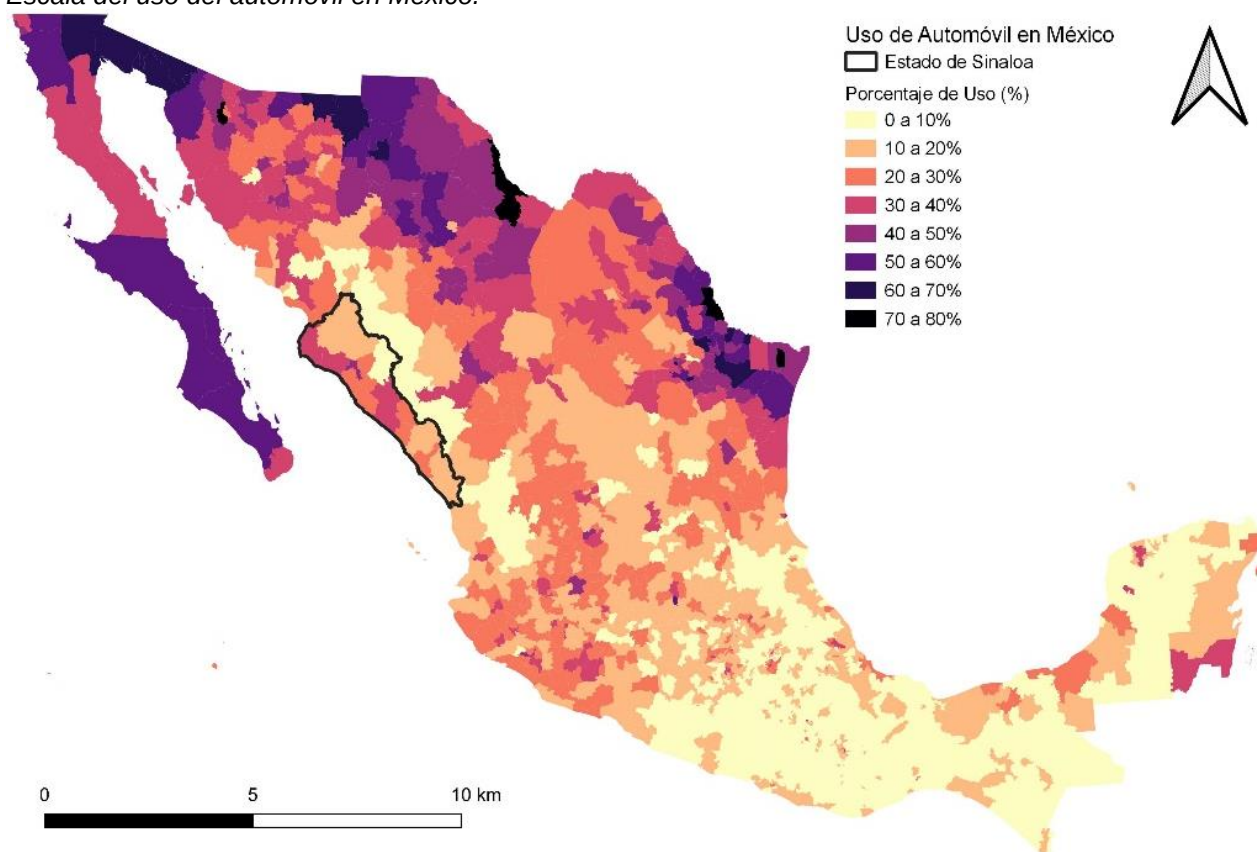
Mapa de Radiación Solar Global Media, en relación al Estado de Sinaloa.



Fuente: Procesado de CONABIO (2022).

Aunada a la vulnerabilidad socio-económica y ambiental, cabe agregar las implicaciones respecto al uso del automóvil en México, lo cual deriva en posibles afectaciones por calor antropogénico, ruido, calidad del aire, aglomeración de transporte motorizado, inseguridad vial, entre otros (Gráfico 13).

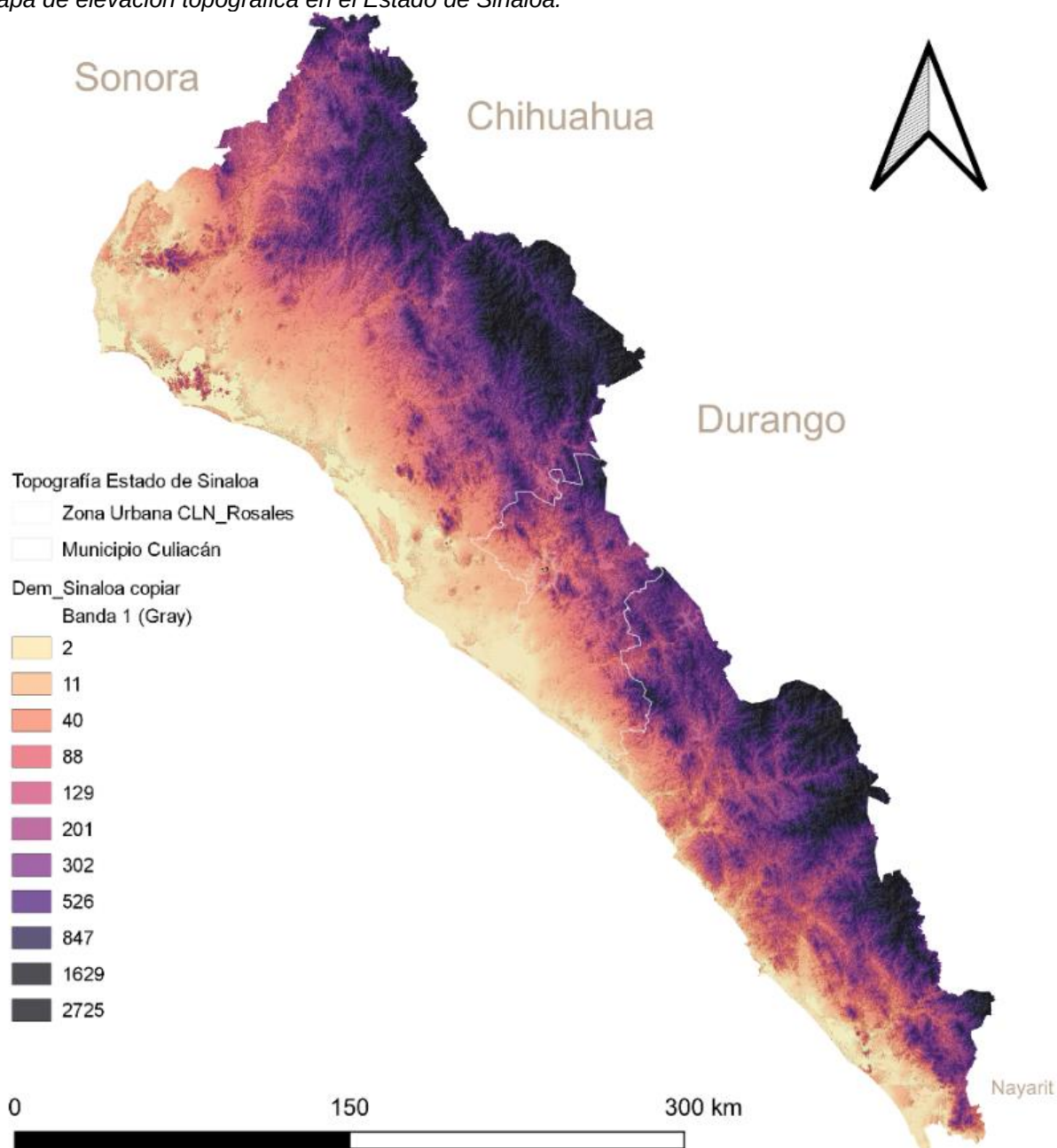
Gráfico 13.
Escala del uso del automóvil en México.



Fuente: Elaborado con datos, del Cuestionario Ampliado del Censo 2020 (INEGI, 2021b).

Otro de los aspectos de las condiciones físicas que presenta el Estado de Sinaloa e infieren en las características climáticas y ambientales, equivale a su riqueza orográfica, para la cual se presentan elevaciones de costa, valle y sierra (Gráfico 14).

Gráfico 14.
Mapa de elevación topográfica en el Estado de Sinaloa.

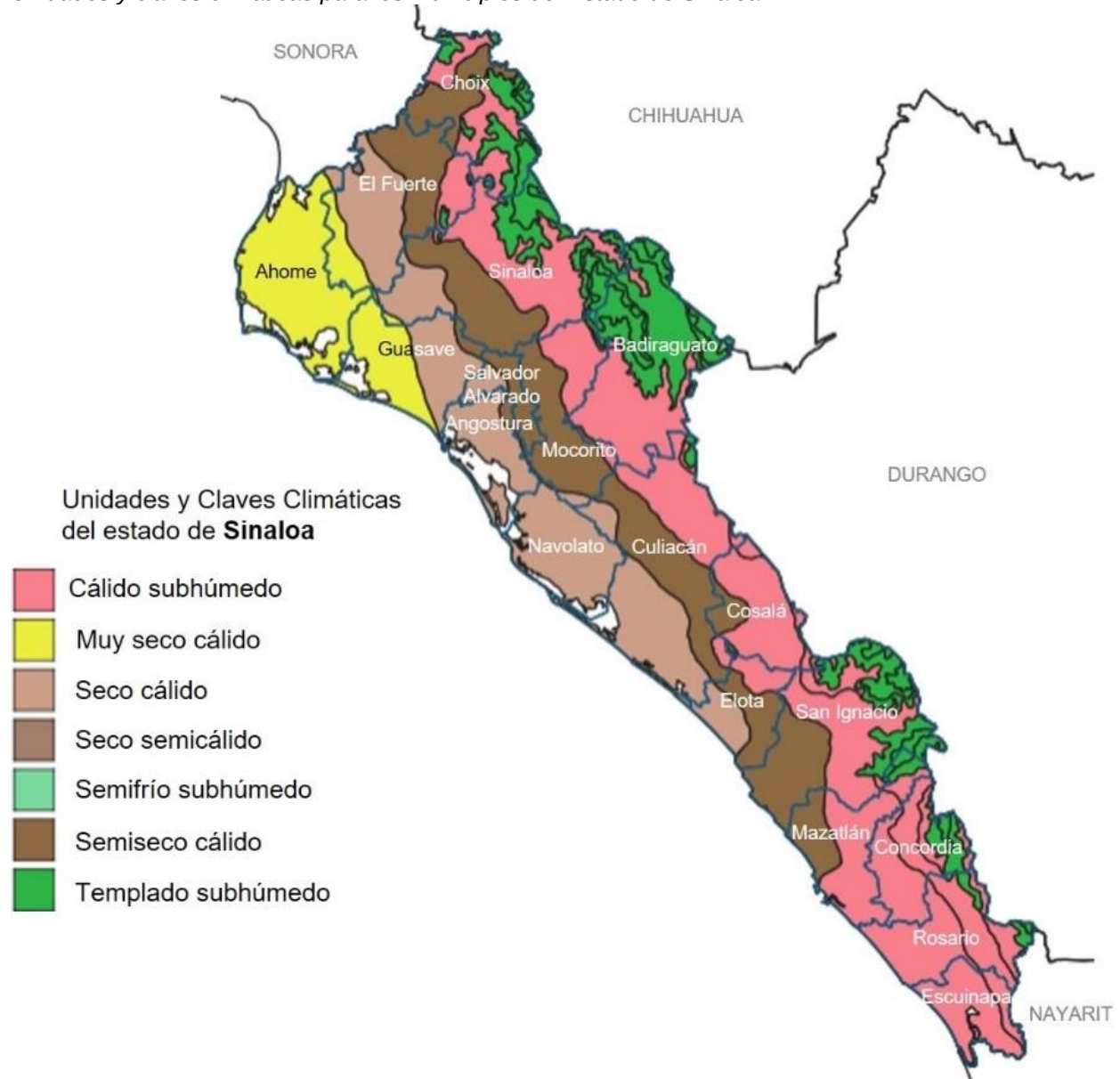


Fuente: Procesado de INEGI (2020).

En este sentido, se relacionan a las condiciones orográficas del Estado de Sinaloa, a la apreciación de las unidades y claves climáticas, en las cuales se asocia que las variaciones de altitud y relieve, posibilitan la existencia de zonas: muy seco cálido para la costa, seco semicálido y cálido subhúmedo para el valle, y en la sierra, la presencia de templado subhúmedo (Gráfico 15).

Gráfico 15.

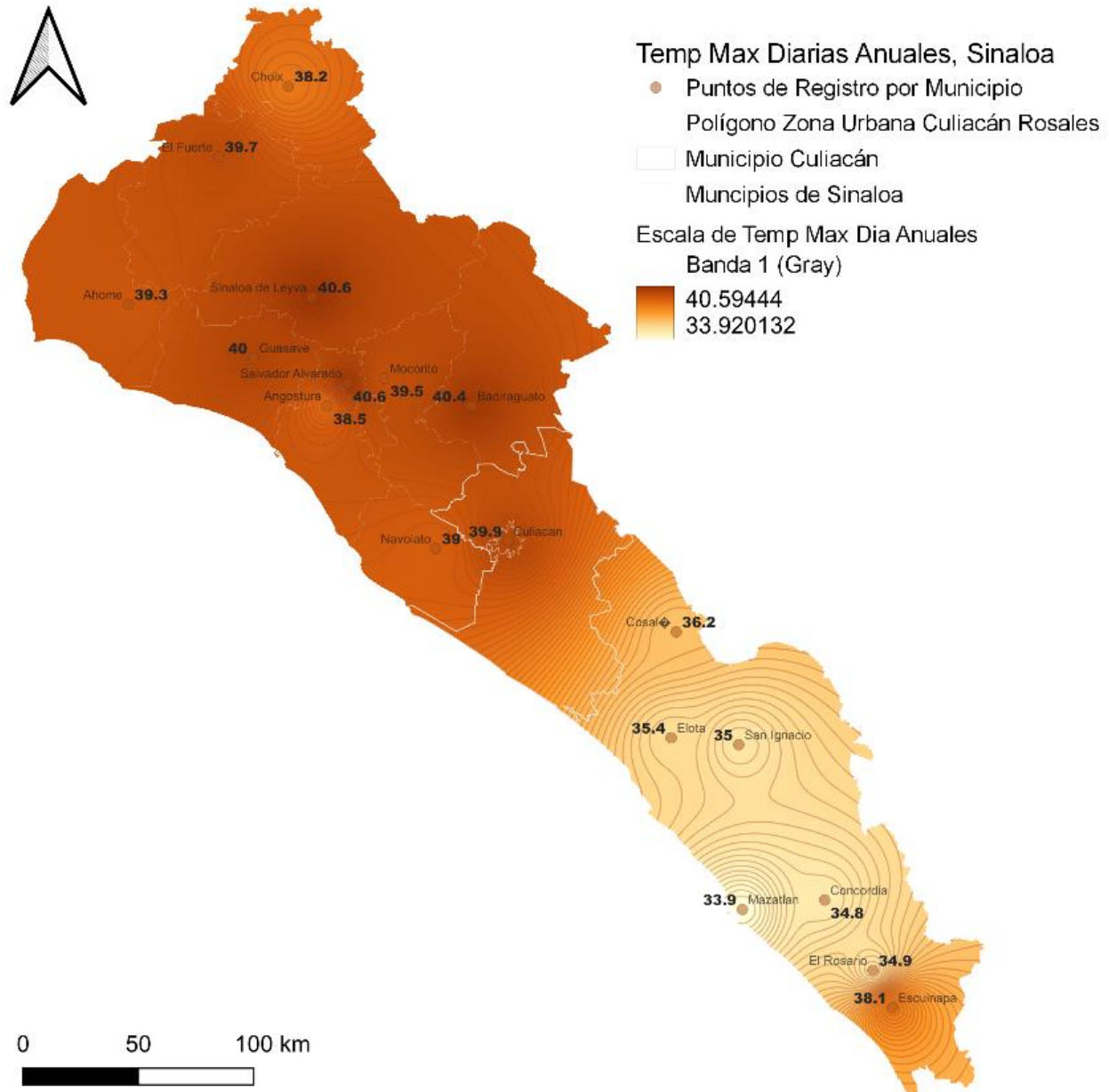
Unidades y claves climáticas para los municipios del Estado de Sinaloa.



Fuente: Procesado de INEGI (2020).

Para profundizar en las condiciones de temperatura a nivel estatal, se realizó un mapeo de las temperaturas máximas anuales por cada municipio de Sinaloa, mediante el cual, destacan las condiciones centro norte, con un mayor énfasis de altas temperaturas, en comparación a la zona sur este, del Estado (Gráfico 16).

Gráfico 16.
Mapa de temperaturas máximas anuales en Sinaloa.

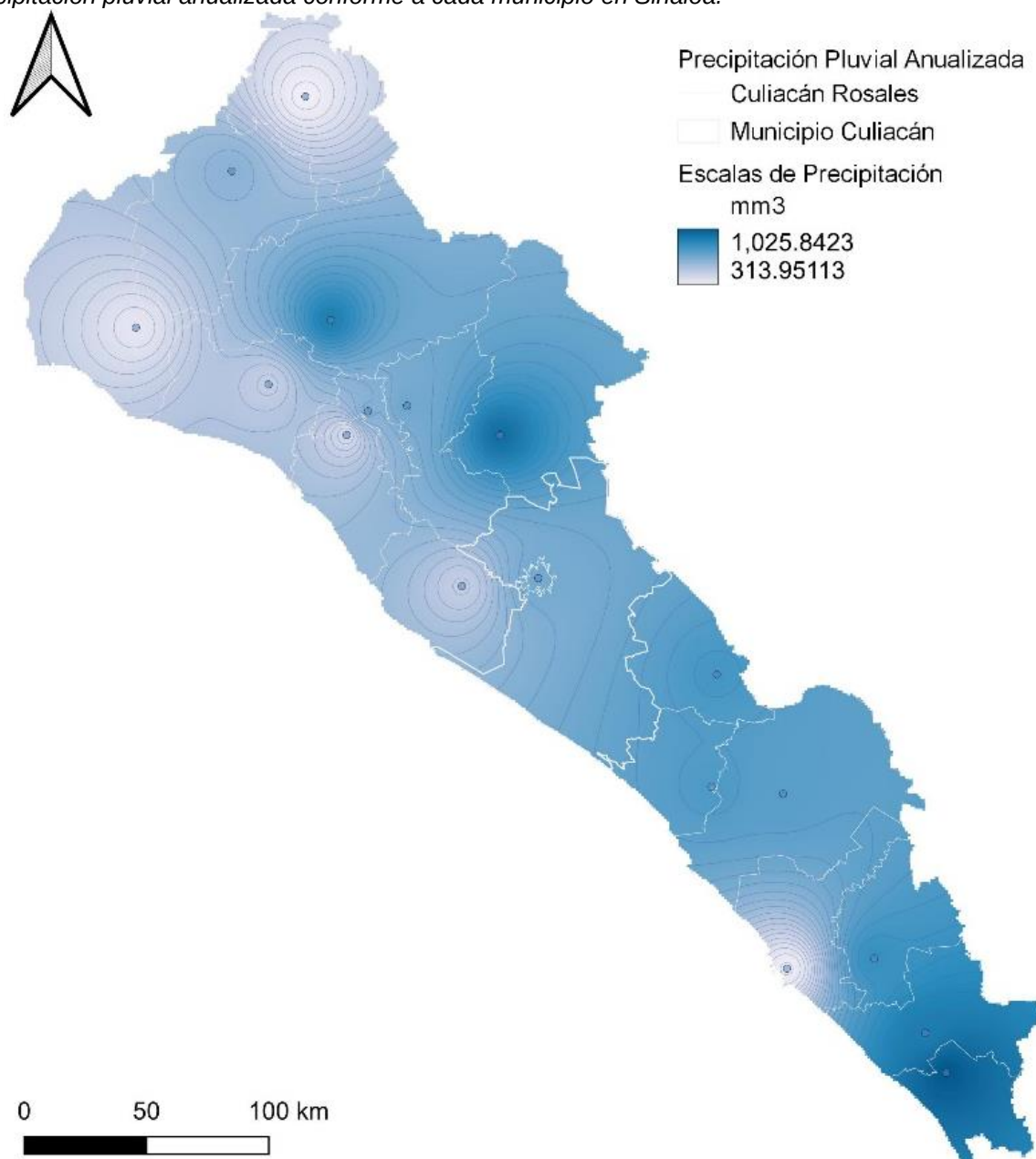


Fuente2: Procesado del SMN (2011) y Meteonorm (2012).

De manera similar, se realizó un mapeo de las condiciones de precipitación pluvial anualizada, igualmente respecto a cada municipio en Sinaloa, mediante el cual, destaca una condición inversamente proporcional al factor de temperatura, puesto que, la zona norte del estado presenta mayor aridez, en comparación a la zona sur, con una mayor precipitación (Gráfico 17).

Gráfico 17.

Precipitación pluvial anualizada conforme a cada municipio en Sinaloa.

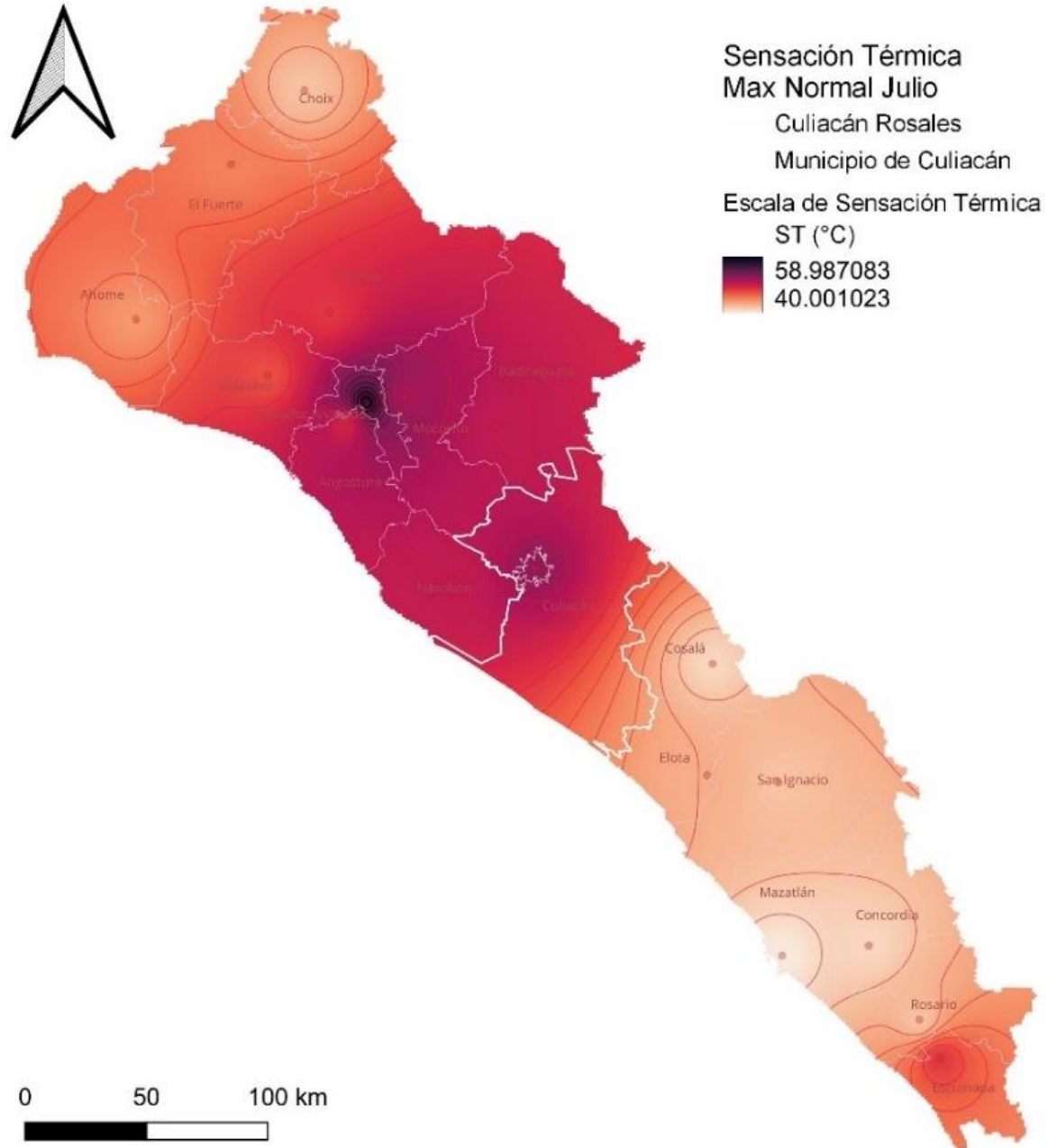


Fuente3: Procesado del SMN (2015) y Meteonorm (2012).

Una vez obtenidos los valores por temperatura y humedad relativa, se asociaron las condiciones de sensación térmica, igualmente por cada municipio de Sinaloa, de acuerdo a los registros de una temperatura máxima normal en el mes más cálido (julio), mapeo informativo que señala la zona centro norte con valoraciones de altas temperaturas, en contraste a la zona sur, con una menor sensación térmica (Gráfico 18).

Gráfico 18.

Mapa de sensación térmica, conforme a cada municipio en Sinaloa.

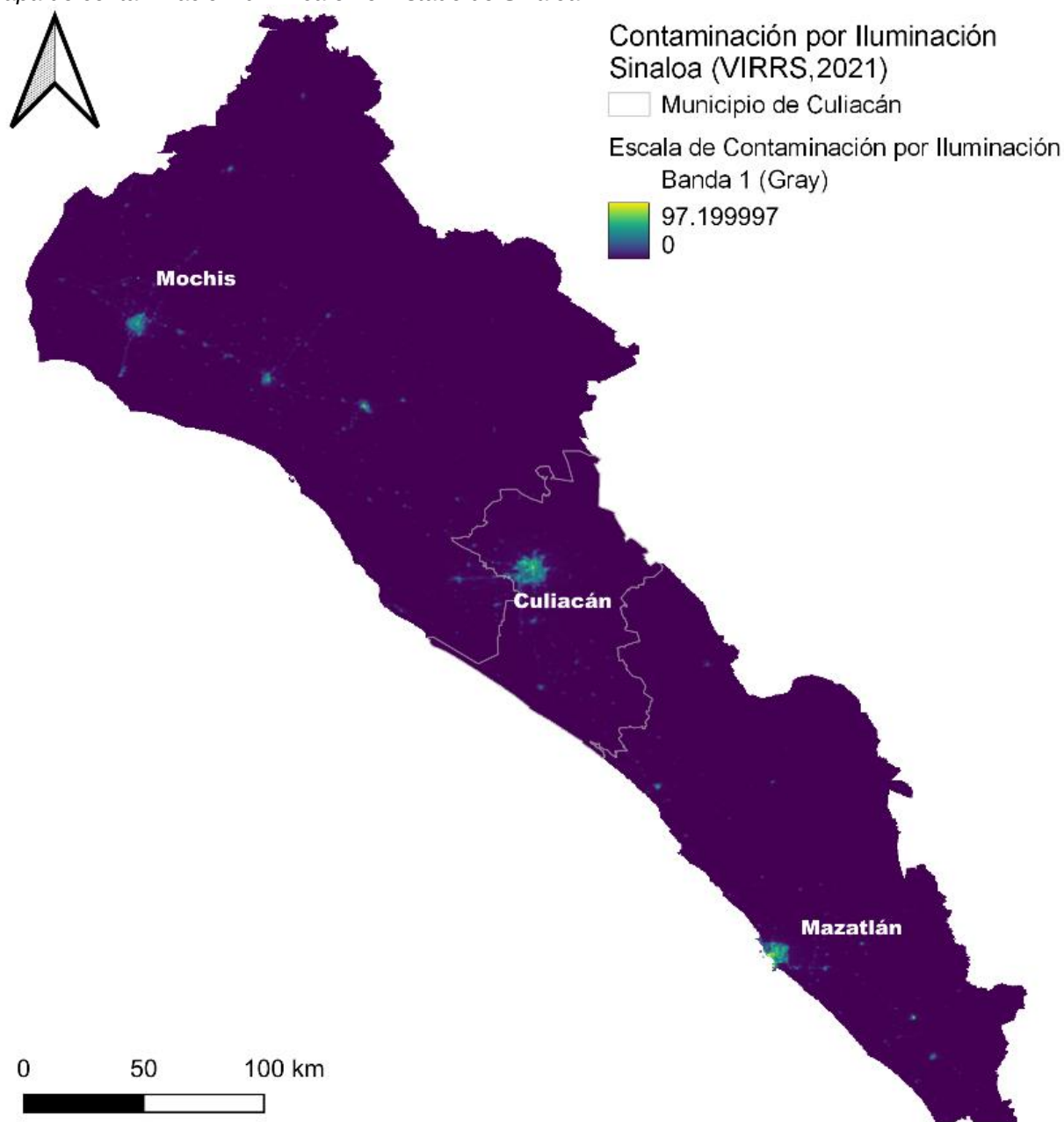


Fuente4: Procesado del SMN (2015), Meteonorm (2012) y NOAA (2020).

En continuidad a la caracterización ambiental en Sinaloa, destacan los niveles de contaminación lumínica, por las zonas más urbanizadas, tal es el caso de Mochis, Culiacán y Mazatlán (Gráfico 19), por lo cual confirma el criterio de, mientras más urbanizada es la zona, mayor contaminación lumínica presentará.

Gráfico 19.

Mapa de contaminación lumínica en el Estado de Sinaloa.

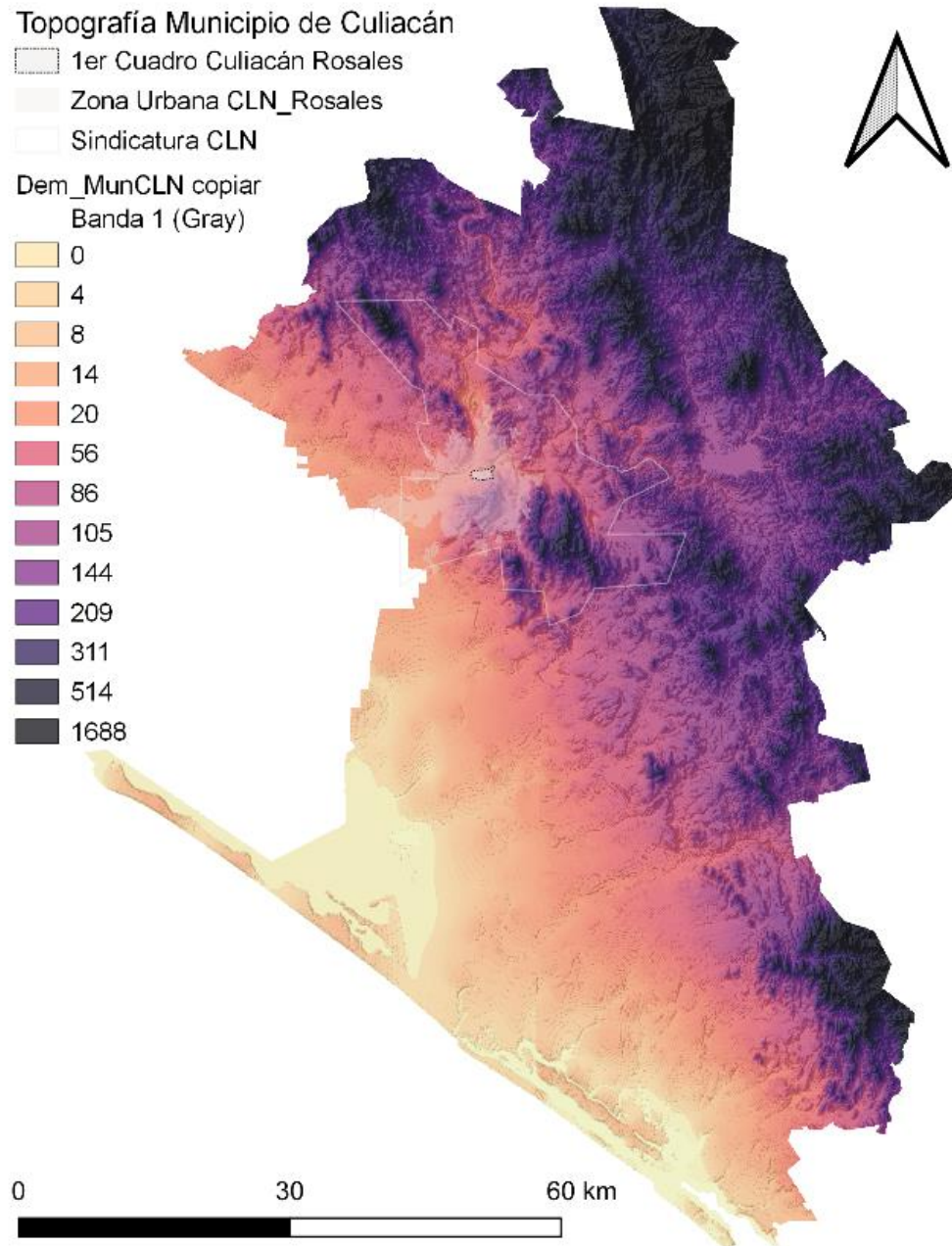


Fuente: Procesado de (EOG, 2021).

En seguimiento a la caracterización física, ambiental y social, ahora para escala del municipio de Culiacán, inicialmente se aprecian las condiciones de altitud, las cuales resultan equivalentes a las condiciones estatales, al presentar una altitud (de 0.0 m a 1,688.0 m de altura) de costa, valle y sierra (Gráfico 20).

Gráfico 20.

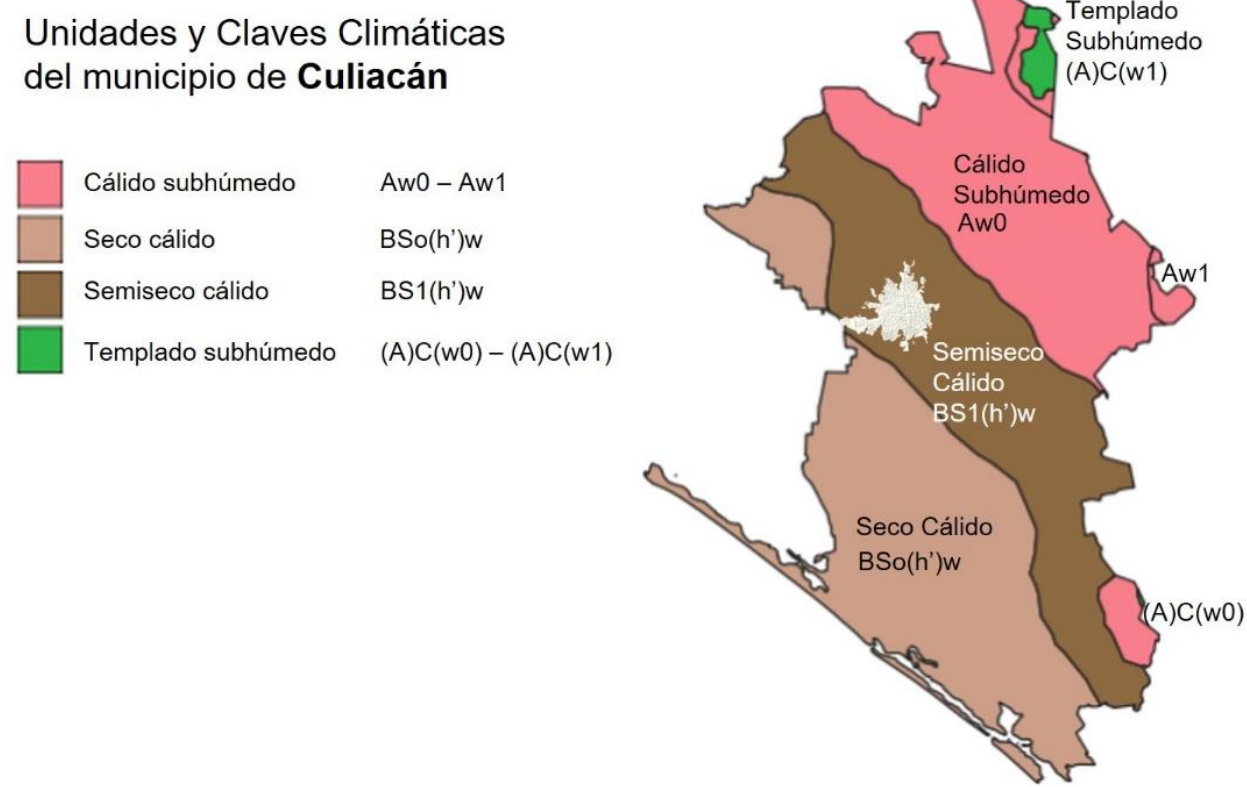
Mapa de elevaciones en el municipio de Culiacán, Sin.



Fuente: Procesado de USGS (2022).

En correspondencia a las altitudes del municipio de Culiacán, se ratifica el gradiente térmico altitudinal, puesto que se asocian a la zona alta, tipos de clima templado subhúmedo y cálido sub húmedo; mientras que para la zona centro o valle, se presenta una condición de clima semiseco cálido, para finalizar en una altitud de costa a nivel de mar, con un clima seco cálido (Gráfico 21).

Gráfico 21.
Clasificación climática en el Municipio de Culiacán, Sinaloa.

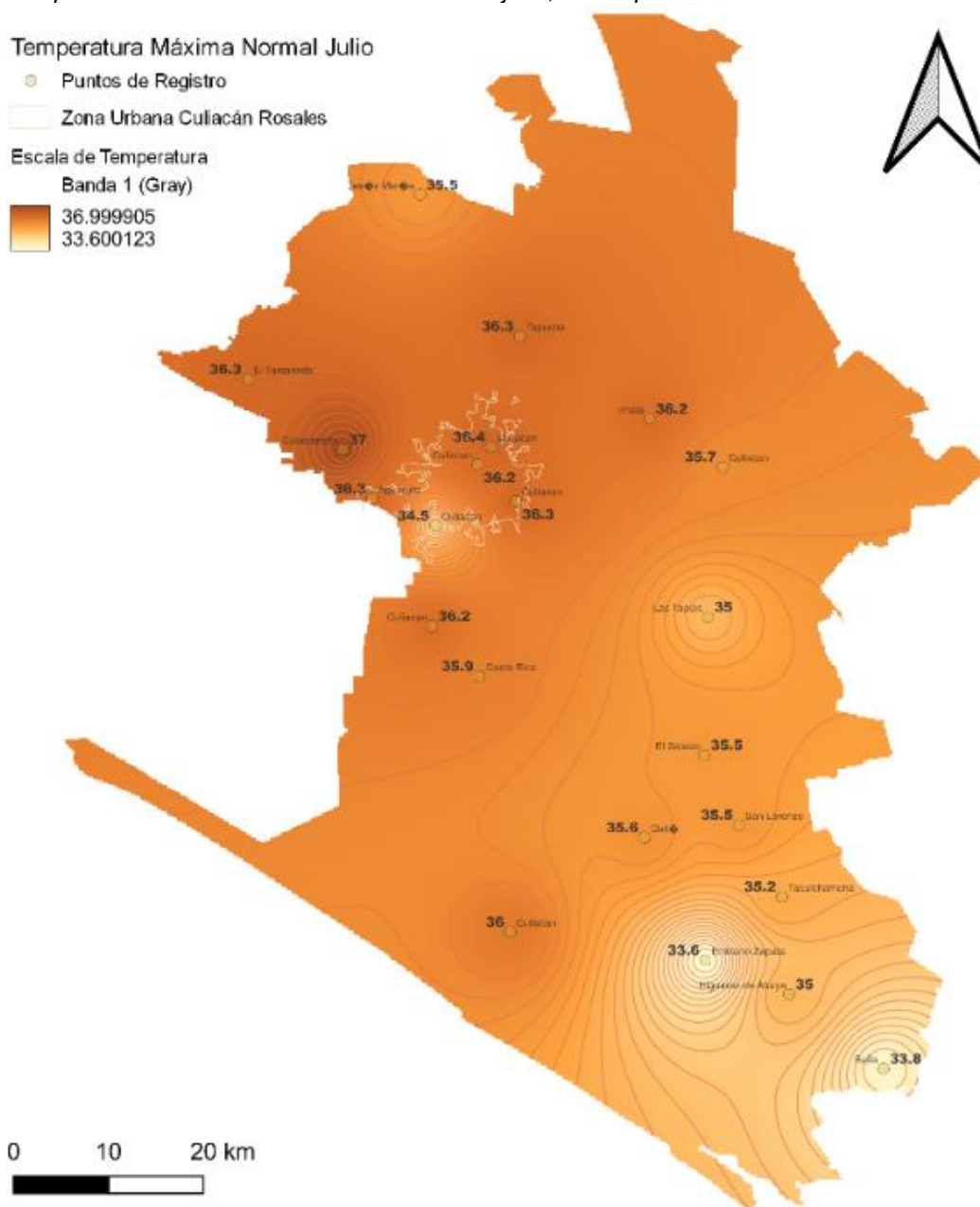


Fuente: Procesado de (INEGI, 2021e).

Adicionalmente, se apreciaron los registros por temperaturas máximas normales durante el mes más crítico de calor (julio), de acuerdo a cada cabecera entre las 18 sindicaturas, entre las cuales destaca con las mayores temperaturas, la zona centro oeste, mientras las menos temperaturas, la zona sur este (Gráfico 22).

Gráfico 22.

Mapa de temperaturas máximas normales al mes de julio, Municipio de Culiacán.



Fuente: Procesado del SMN (2015).

En contraste, los registros de precipitación pluvial normalizada, durante el mes de mayor afluencia pluvial, el mes de agosto, demuestra un comportamiento, prácticamente inversamente proporcional a los registros de temperatura, para los cuales, señala una relativa escasa precipitación a lo largo del municipio (Gráfico 23).

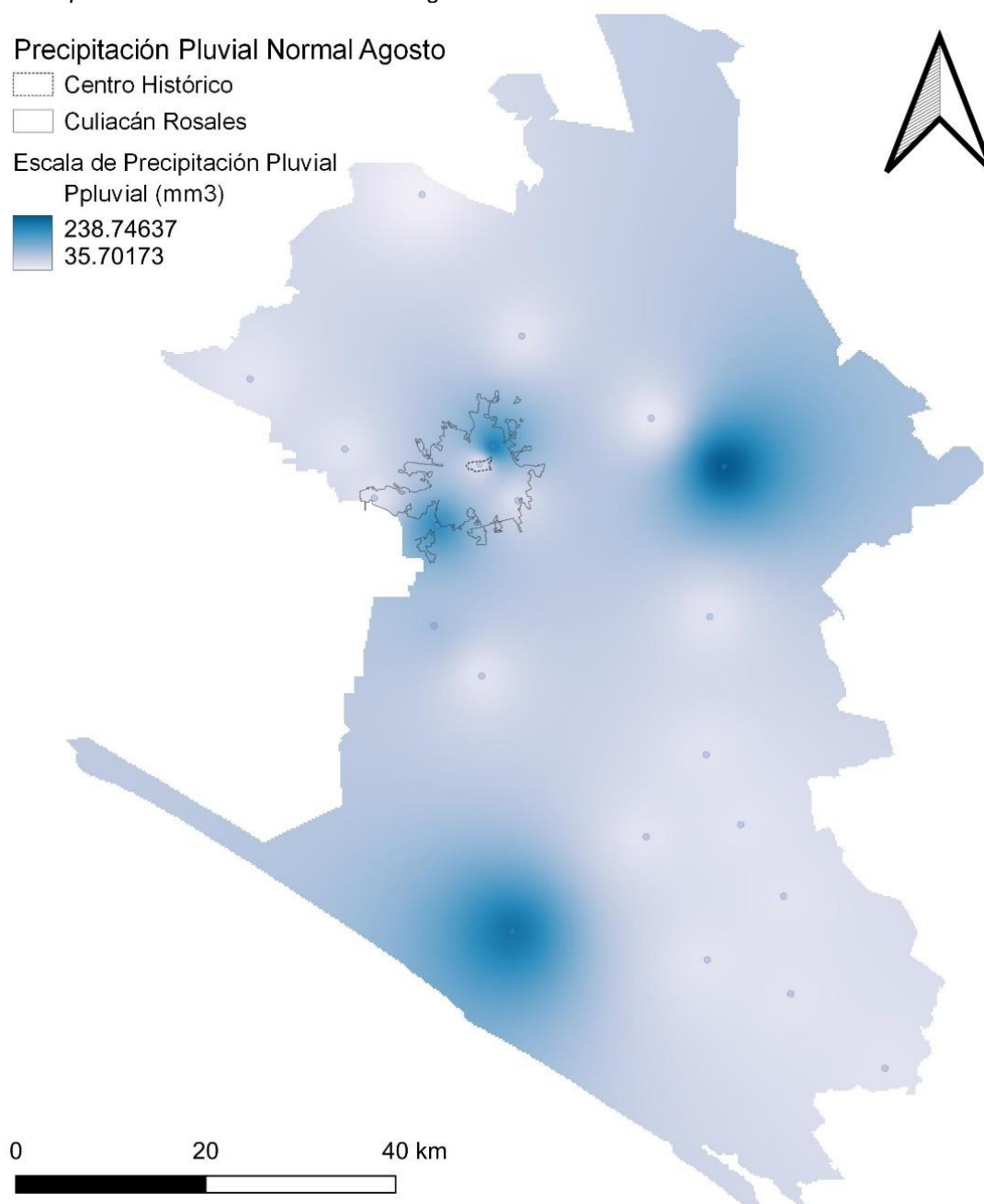
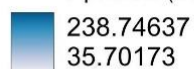
Gráfico 23.

Precipitación pluvial normalizada del mes de agosto.

Precipitación Pluvial Normal Agosto

-  Centro Histórico
-  Culiacán Rosales

Escala de Precipitación Pluvial
Ppluvial (mm3)



Fuente: Elaborado a partir de SMN (2015).

En relación a los registros por precipitación anual en el municipio de Culiacán, destaca la zona norte (sierra) con los mayores registros de afluencia pluvial, mientras que la zona de valle, disminuye su proporción de precipitación, hasta descender en su máximo, en la altitud de costa (Gráfico 24).

Gráfico 24.

Precipitación anual en el Municipio de Culiacán, Sin.

Precipitación Total Municipio Culiacán

▤ Zona Centro, 1er Cuadro hasta 1900

□ Zona Urbana Culiacán Rosales

■ Cuerpos de Agua

Escala de Precipitación Total

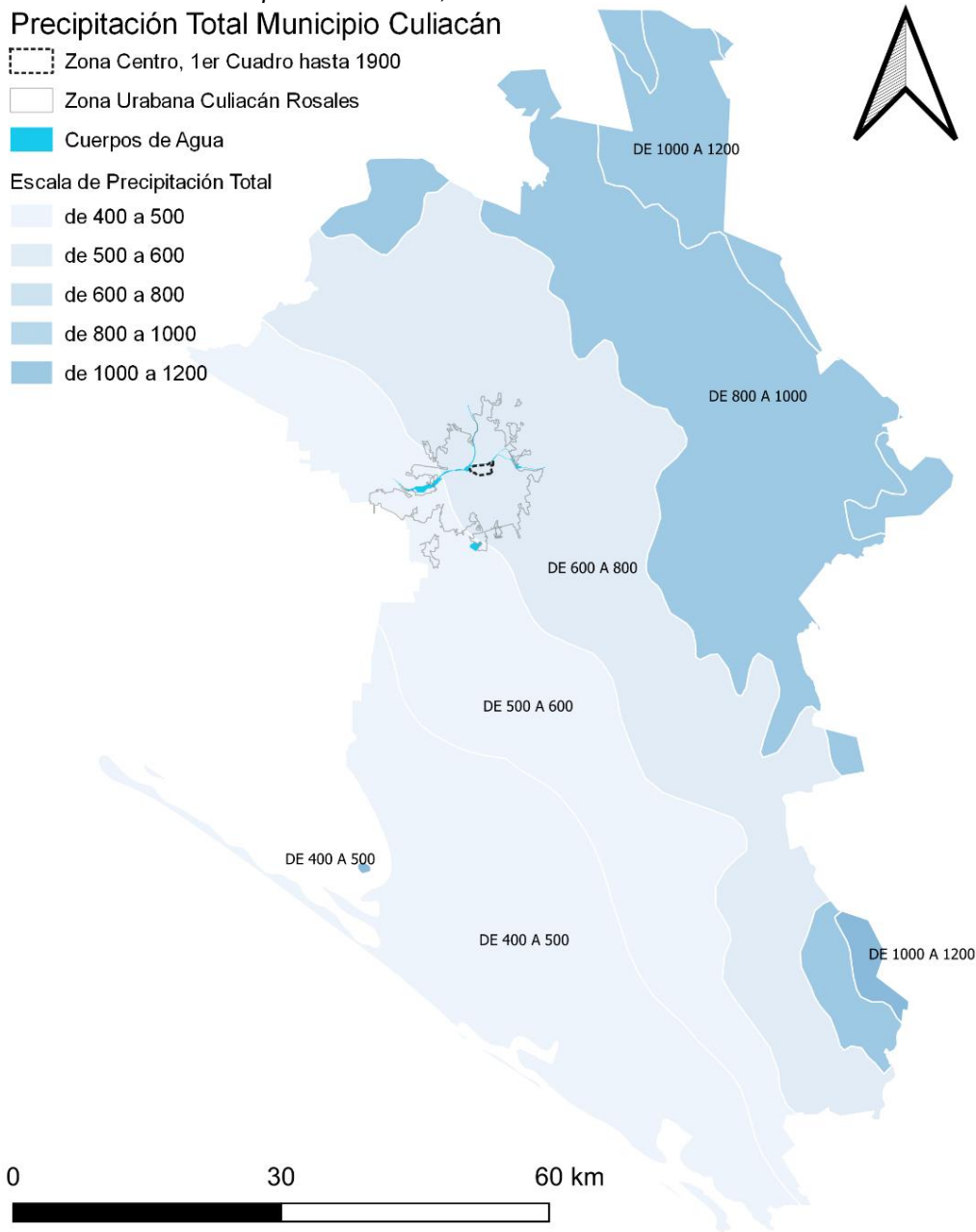
■ de 400 a 500

■ de 500 a 600

■ de 600 a 800

■ de 800 a 1000

■ de 1000 a 1200

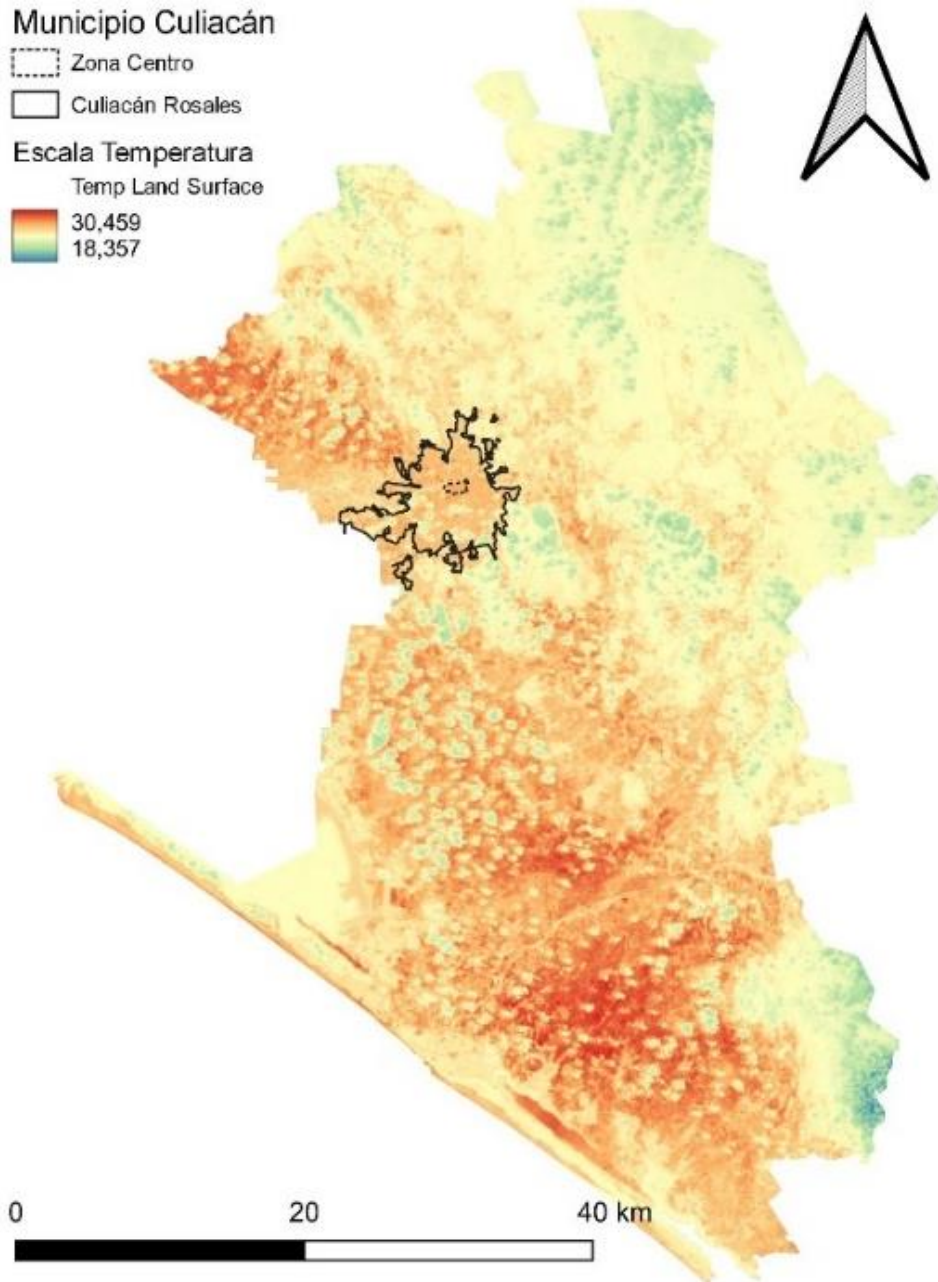


Fuente: Elaborado a partir de CONABIO (2022).

Adicionalmente a la descripción ambiental que presenta el municipio de Culiacán, se ratifica la condición del gradiente térmico altitudinal, puesto que la Temperatura Superficial de la Tierra (TST), expresa su menor condición térmica, en la zona alta de sierra, mientras que se ubica una condición térmica media, en la zona de valle, y para finalizar con los máximos registros en la zona baja del municipio de Culiacán (Gráfico 25).

Gráfico 25.

Mapa de Temperatura Superficial de la Tierra, en el Municipio de Culiacán, Sin.

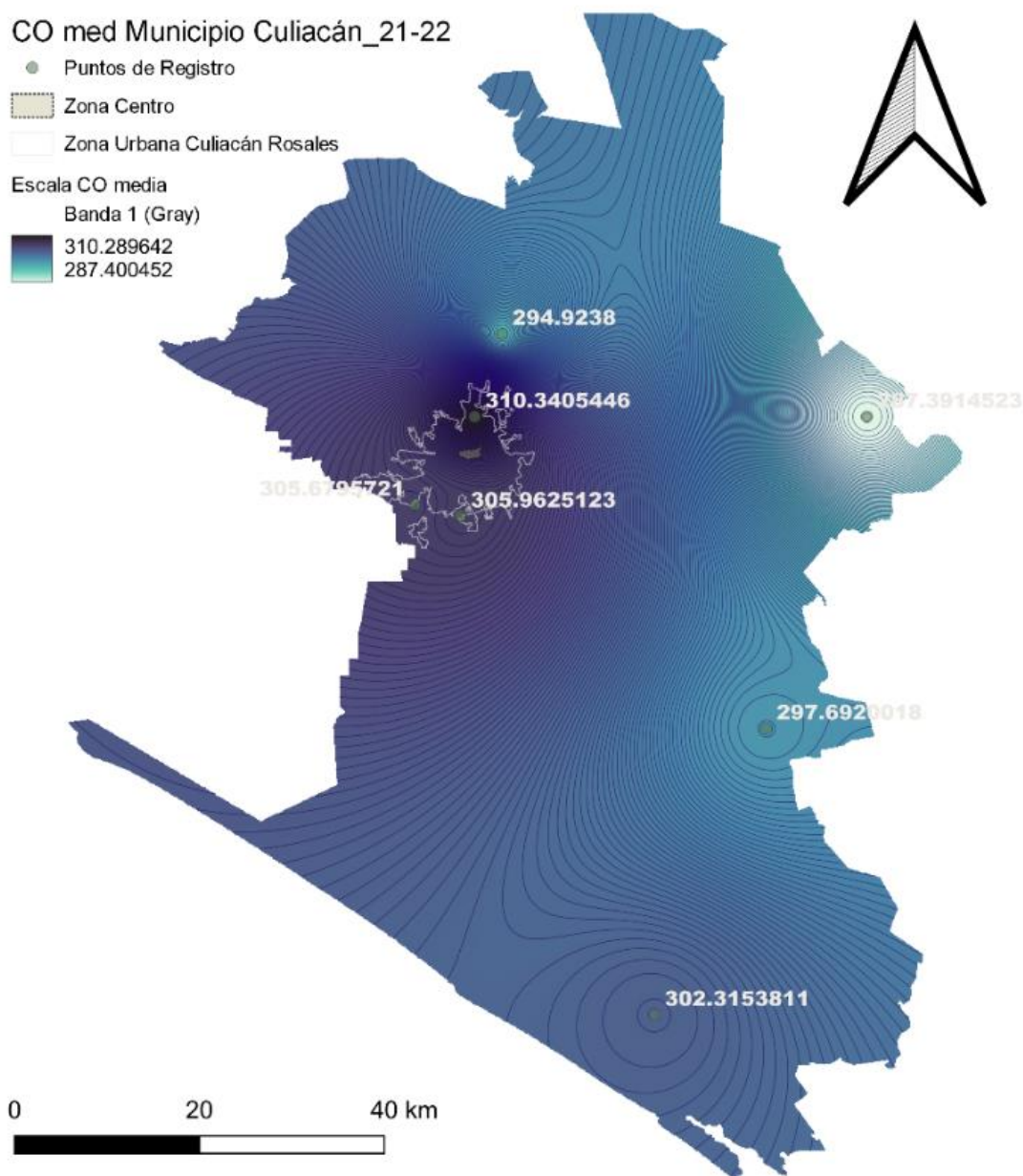


Fuente: Elaborado a partir de USGS (2022).

Cabe destacar, el asociar los valores por contaminación del aire por monóxido de carbono (CO), visualizados para el municipio de Culiacán, mediante lo cual la mancha urbana de Culiacán Rosales, denota un epicentro en la emisión de contaminantes, en comparación al resto del municipio, del cual se enfatiza que la zona norte, presenta una menor proporción de contaminación (Gráfico 26).

Gráfico 26.

Mapa de monóxido de carbono media anual, en el municipio de Culiacán.

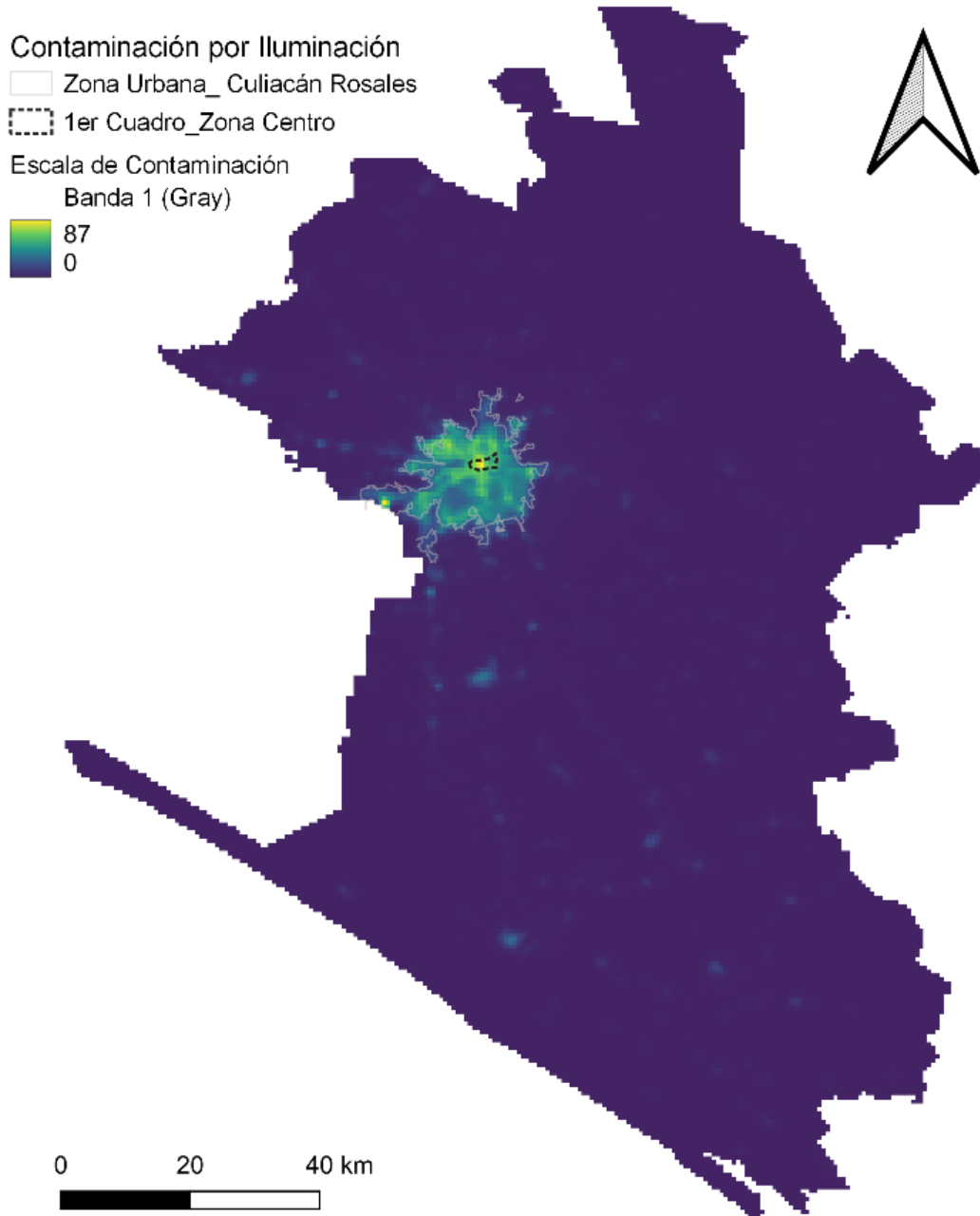


Fuente: Procesado del sensor Sinergise Ltd. (2022).

Por otra parte, destaca a nivel de contaminación lumínica, igualmente la mancha urbana de Culiacán Rosales, en consecuencia, al destacar su condición mayor urbanizada entre el resto de las sindicaturas, lo cual propicia la presencia de contaminación lumínica, más sin embargo, se enfatiza la zona centro (color amarillo) con la mayor emisión de contaminación lumínica (Gráfico 27).

Gráfico 27.

Mapa de contaminación por iluminación en Municipio de Culiacán.



Fuente: Elaborado a partir del satélite VIRRS (2021).

En conclusión, de brindar una descripción física, ambiental y social, referente a la representatividad del municipio de Culiacán, entre el resto de sus homólogos a nivel estatal, municipio del cual destacan por las diversas índoles analizadas, la mancha urbana de la cabecera Estatal, la ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa y su zona centro. Por consiguiente, el abordaje a la caracterización de este objeto de estudio.

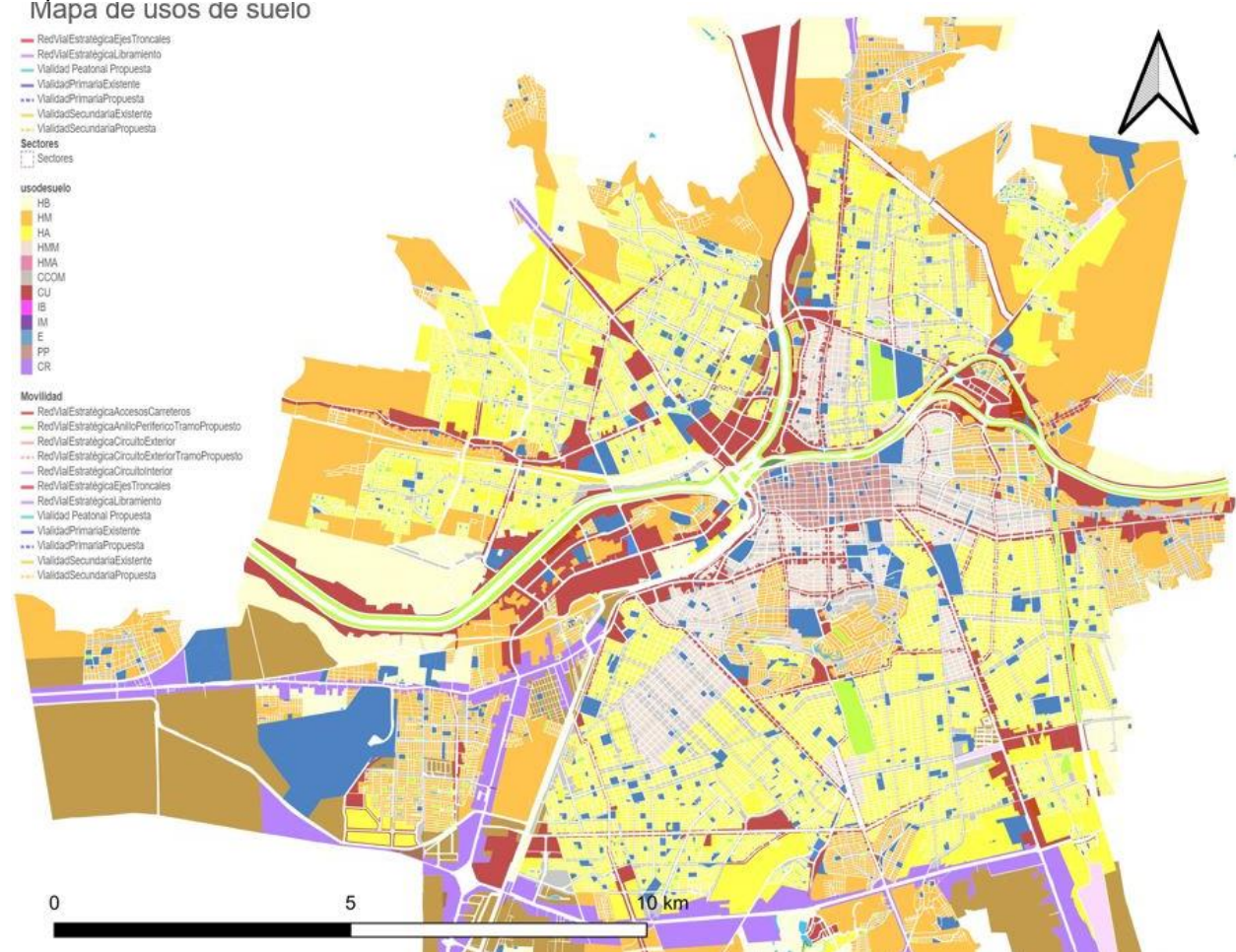
Apéndice V. Caracterización del Objeto de Estudio

En continuidad a la descripción física, ambiental y social, ahora respecto a la cabecera municipal de Culiacán, Culiacán Rosales, Sinaloa, se muestran conforme al orden de aparición en el cuerpo del presente documento, los elementos de análisis referente al Medio Físico Edificado (MFE) y el Medio Físico Natural (MFN).

En este sentido, se visualizan las condiciones de usos de suelo respecto a la clasificación oficial, según el IMPLAN Culiacán (2022), elementos que a la postre posibilitan la visualización respecto a los usos y destinos de las superficies del territorio (Gráfico 28).

Gráfico 28.

Mapa de usos de suelo en Culiacán Rosales, Sin.

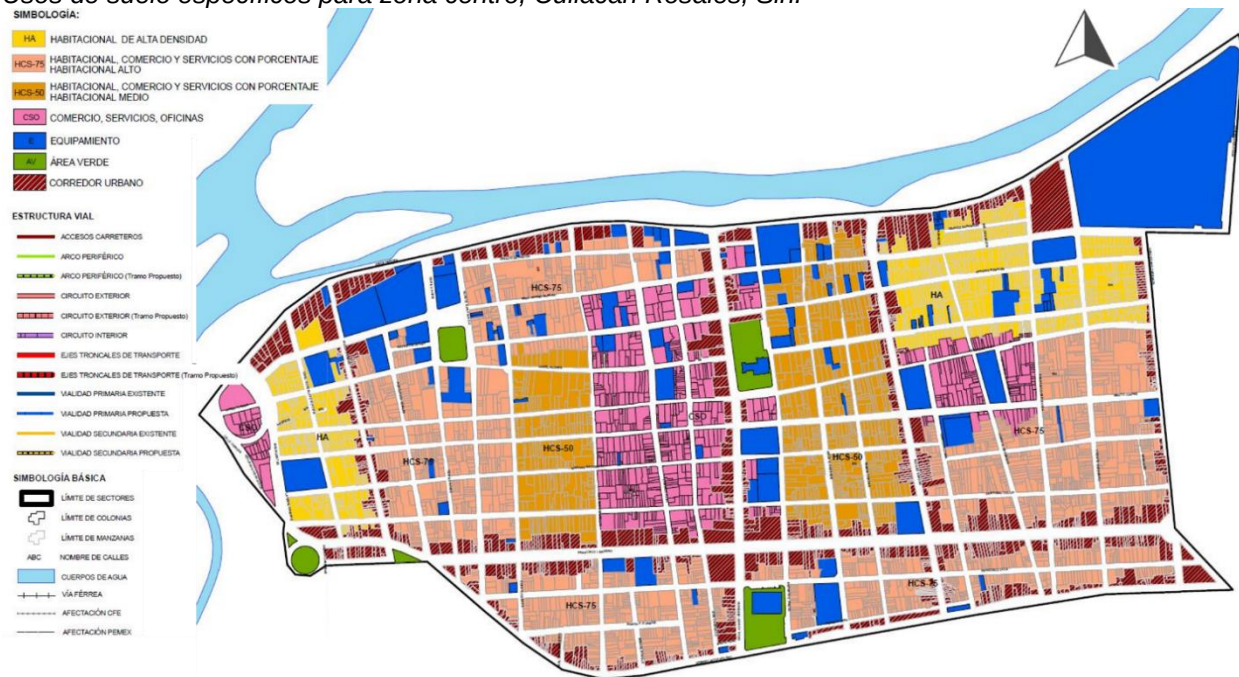


Fuente: Extraído de IMPLAN Culiacán (2022).

Para las condiciones específicas que prevalecen en la zona centro de acuerdo con catastro, se identifica un total de 5,006 predios, de los cuales se distribuyen de la siguiente manera: vivienda con un 23.2 % (40.0 ha) [1889 predios]; comercio con el 28.7 % (49.5 ha) [1621 predios]; uso mixto, por comercio y vivienda, 2.8 % (4.8 ha) [163 predios]; uso industrial, solo 0.9 % (1.5 ha) [26 predios]; equipamiento en la zona, al incluir salud, educación, cultura, recreación, deporte y administración pública 10.0 % (17.2 ha) [86 predios]; baldíos urbanos, con 3.1 % (5.3 ha) [188 predios]; inmuebles sin uso, 7.6 % (13.4 ha) [454 predios]; servicios, con un 14.2 % (24.5 ha) [570 predios]; y para finalizar, con la superficie de áreas verdes, comprendidas en un 9.7 % (16.7 ha) [7 predios], (Gráfico 29) (H.A.Culiacán, 2018).

Gráfico 29.

Usos de suelo específicos para zona centro, Culiacán Rosales, Sin.



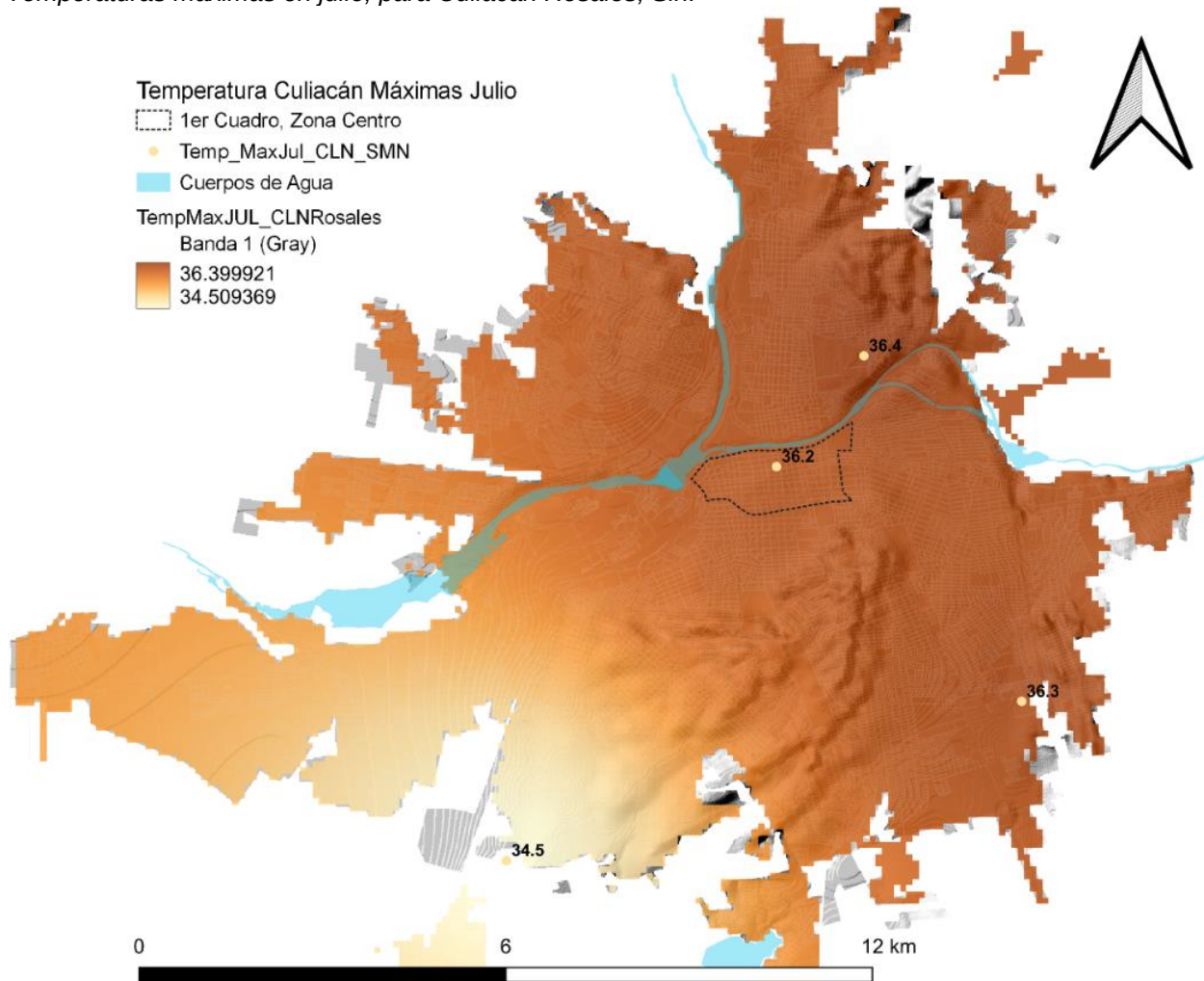
Fuente: Extraído de H.A.Culiacán (2018).

Una de las cuestiones trascendentales para el estudio de confort, equivalen a la identificación de las altas temperaturas presentes en la ciudad de Culiacán Rosales, por lo cual, además de documentar las condiciones para el mes más cálido de un año representativo (julio) (elaborado a partir de Meteonorm 7.0 (2012) y SMN (2015)), de igual forma, estos registros se

vertieron sobre un mapa de la mancha urbana de la ciudad, mediante el cual se aprecia la zona centro, entre las condiciones de mayor temperatura en la ciudad (Gráfico 30).

Gráfico 30.

Temperaturas máximas en julio, para Culiacán Rosales, Sin.



Nota. - Los datos se encuentran interpolados en el mapa. Fuente: Elaborado a partir de SMN (2015) y Meteonorm 7.0 (2012).

Por otro lado, consistió uno de los elementos informativos fundamentales para los periodos de estudio, validaciones, configuraciones, determinaciones de valores de neutralidad y rangos de confort, con implicaciones térmicas, las normales de temperatura para la ciudad de Culiacán Rosales, Sin. (Cuadro 12).

Cuadro 12.
Normales de temperatura, temperatura neutra y zonas de confort, Culiacán Rosales.

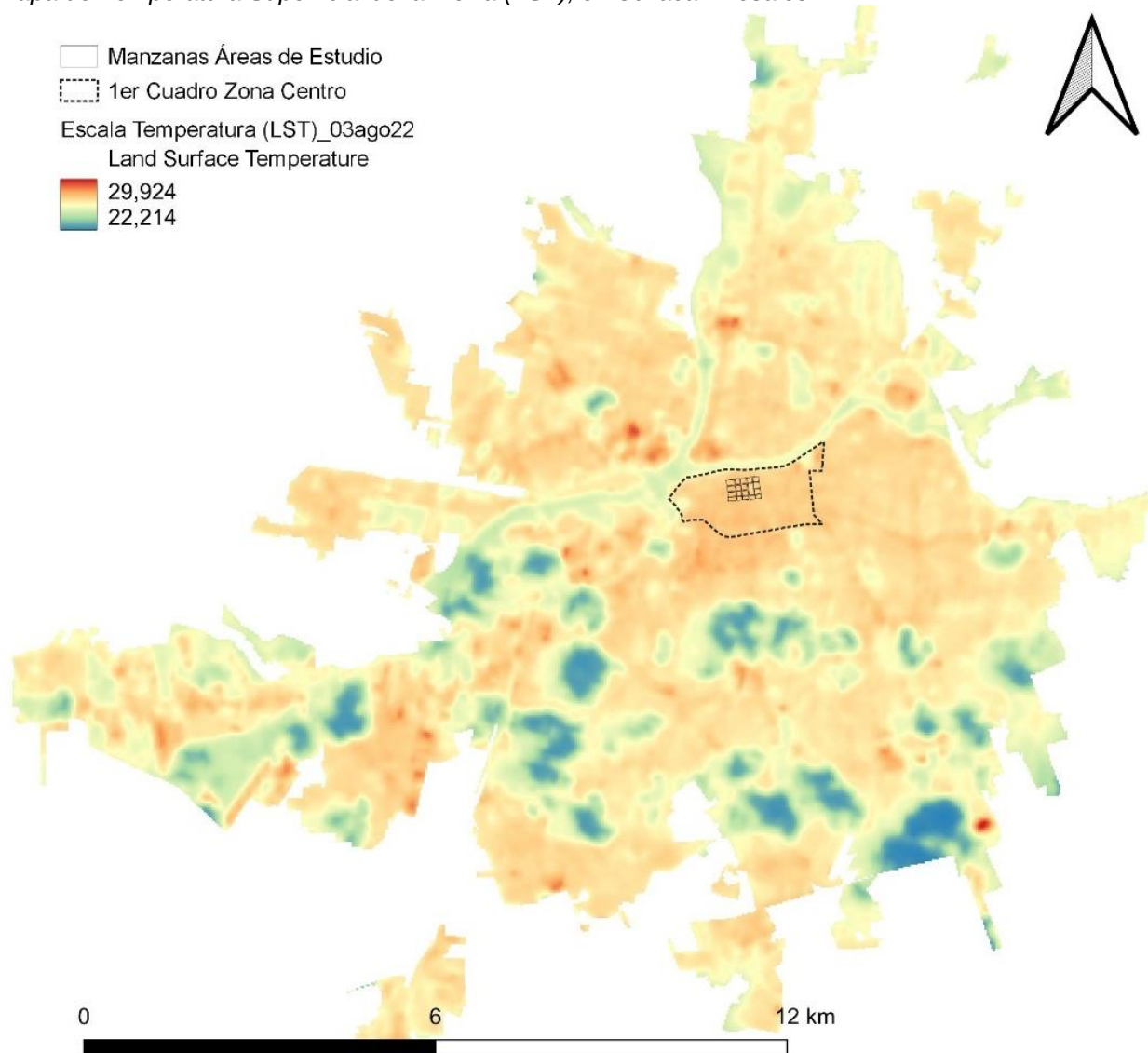
ESTADO	SINALOA		MUNICIPIO	CULIACÁN		NORMALES CLIMATOLÓGICAS					PERIODO		1991-2020
ESTACIÓN	25015		LATITUD	24°47'31" N		LONGITUD	107°23'53" W					ALTITUD	60.0 MSNM
PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T Max Día	40.0	36.5	39.0	41.5	43.0	45.5	43.5	41.5	41.5	43.0	42.5	37.0	41.2
T Max Normal	28.5	29.5	31.4	33.8	36.2	37.3	36.8	36.0	35.4	35.8	32.5	28.7	33.5
T Media	20.4	21.1	22.6	24.9	27.9	30.9	30.7	30.1	29.8	28.9	24.8	20.9	26.1
T Neutra	23.9	24.1	24.6	25.3	26.2	27.2	27.1	26.9	26.8	26.6	25.3	24.1	25.7
ZC Superior	26.4	26.6	27.1	27.8	28.7	29.7	29.6	29.4	29.3	29.1	27.8	26.6	28.2
ZC Inferior	21.4	21.6	22.1	22.8	23.7	24.7	24.6	24.4	24.3	24.1	22.8	21.6	23.2
T Min Normal	12.3	12.6	13.7	16.0	19.7	24.5	24.7	24.3	24.2	22.0	17.0	13.0	18.7
T Min Día	3.5	2.0	6.5	10.0	12.5	16.0	17.5	20.0	19.0	14.5	7.5	3.0	11.0

Fuente: SMN (2023).

Adicionalmente, se registraron las condiciones de TST para Culiacán Rosales, durante el mes de agosto, con una inferencia menor al 5.0% de nubosidad a partir de una metodología cuantitativa, a razón de continuar con la visualización de temperaturas, ahora para las condiciones de las superficies de acuerdo a la injerencia de radiación solar para uno de los meses más cálidos del año 2022 (Gráfico 31).

Gráfico 31.

Mapa de Temperatura Superficial de la Tierra (TST), en Culiacán Rosales.

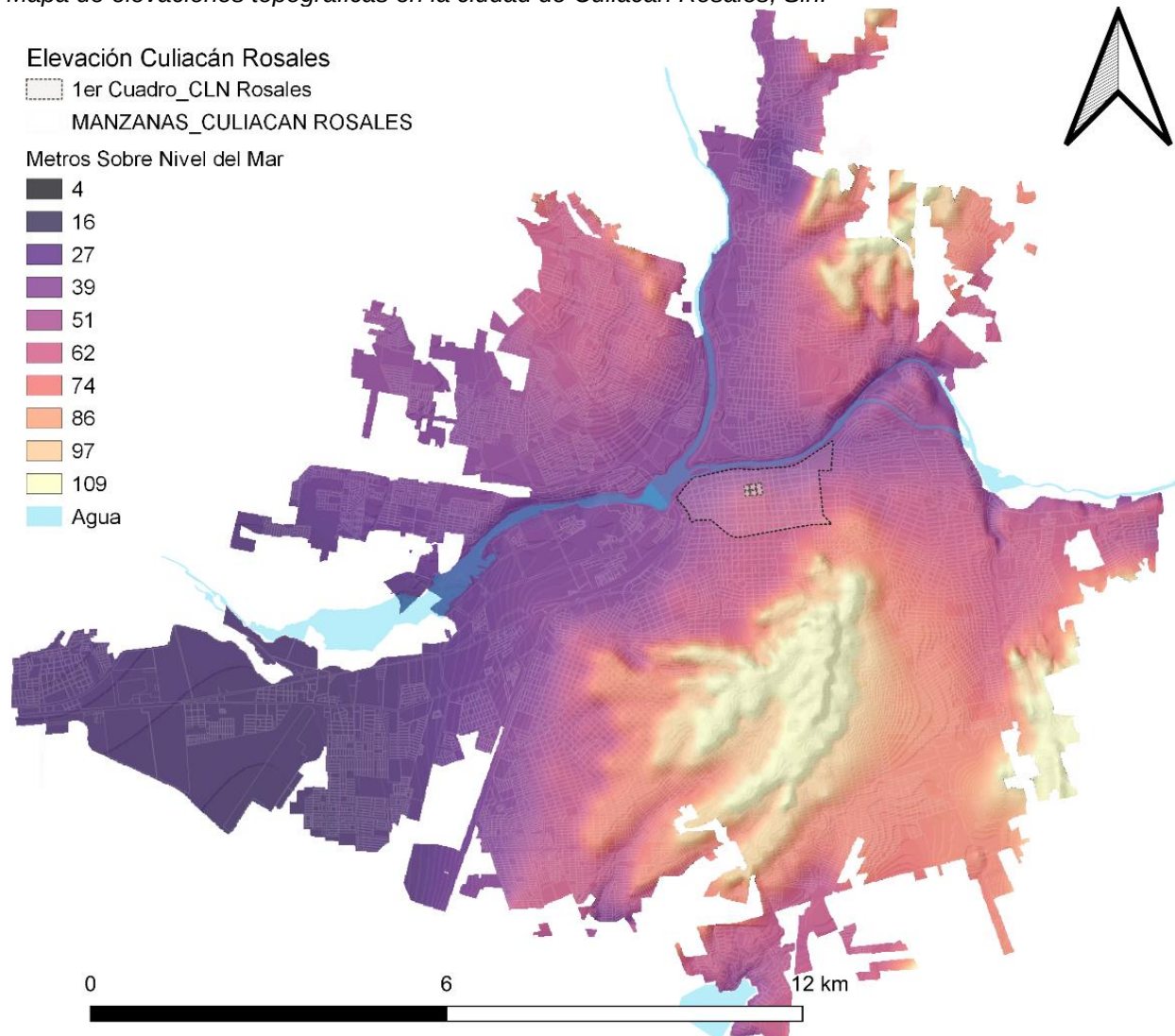


Nota. - La presente figura, es producto del procesamiento de una imagen ráster, banda 10 (la cual implica la condición de temperatura), del satélite Land Sat 8, para la fecha de Verano (03 agosto 2022), de acuerdo a su correspondiente condición de LST (Land Superficial Temperature). Fuente: USGS (2022).

De igual forma, se realiza la visualización de topografía, cuyas elevaciones se encuentran relacionadas a la traza urbana de la ciudad, además de resaltar el perímetro que refiere a la zona centro, en el cual de manera adicional, se realiza la referencia respecto a la proporción y ubicación del primer cuadro de la ciudad, donde se encuentra el espacio público abierto de la “Plazuela Obregón” (Gráfico 32).

Gráfico 32.

Mapa de elevaciones topográficas en la ciudad de Culiacán Rosales, Sin.

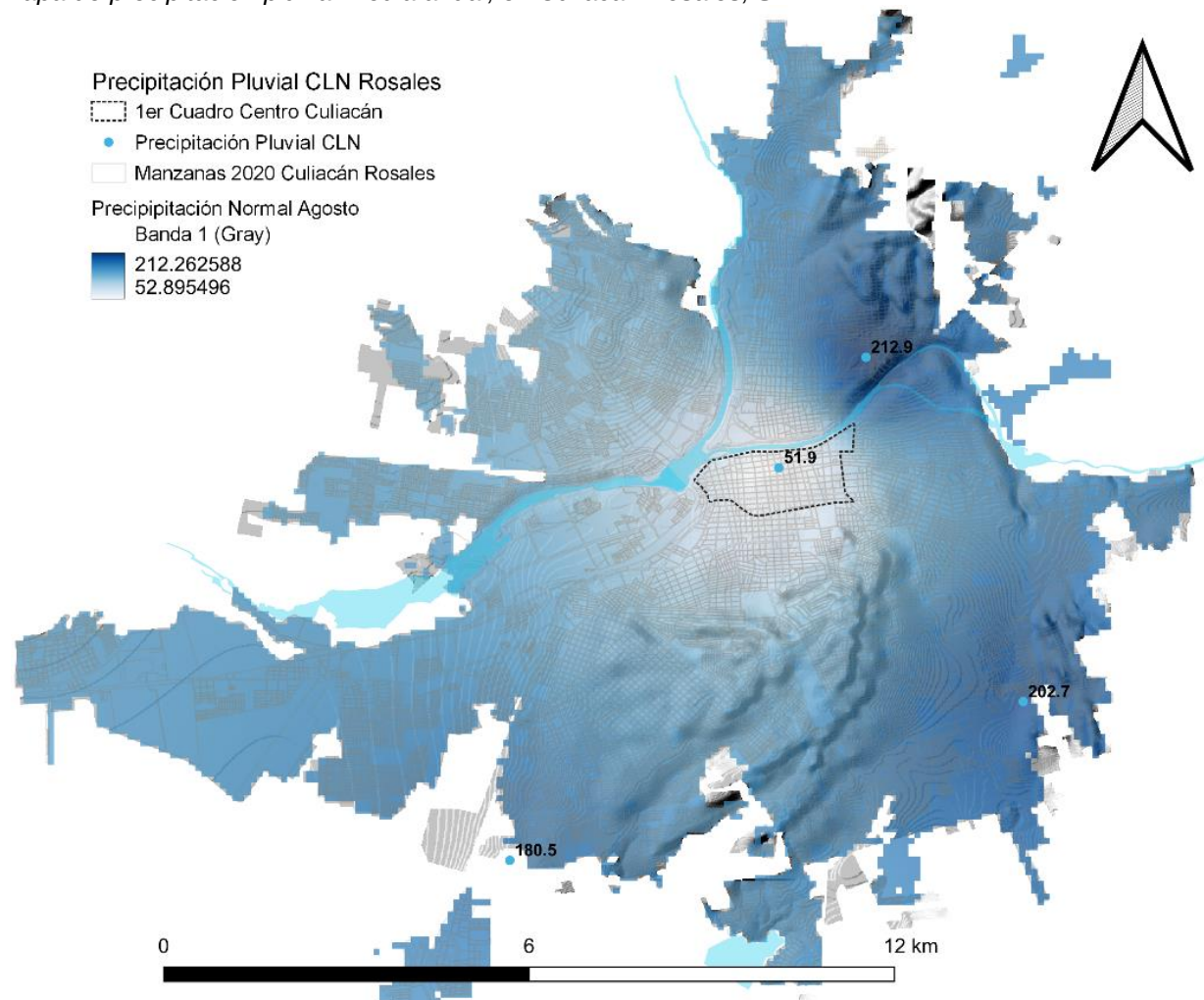


Nota. - El presente mapa, es un producto del procesamiento de datos del “continuo de elevaciones mexicano”. Fuente: INEGI (2021c).

De igual forma, se vertieron los valores por precipitación pluvial para Culiacán Rosales, durante el mes de mayor presencia pluvial (agosto), en cuyas condiciones destaca la aparente aridez en la zona centro de la ciudad (elaborado a partir de Meteoronorm 7.0 (2012) y SMN (2015)), (Gráfico 33).

Gráfico 33.

Mapa de precipitación pluvial media anual, en Culiacán Rosales, Sin.

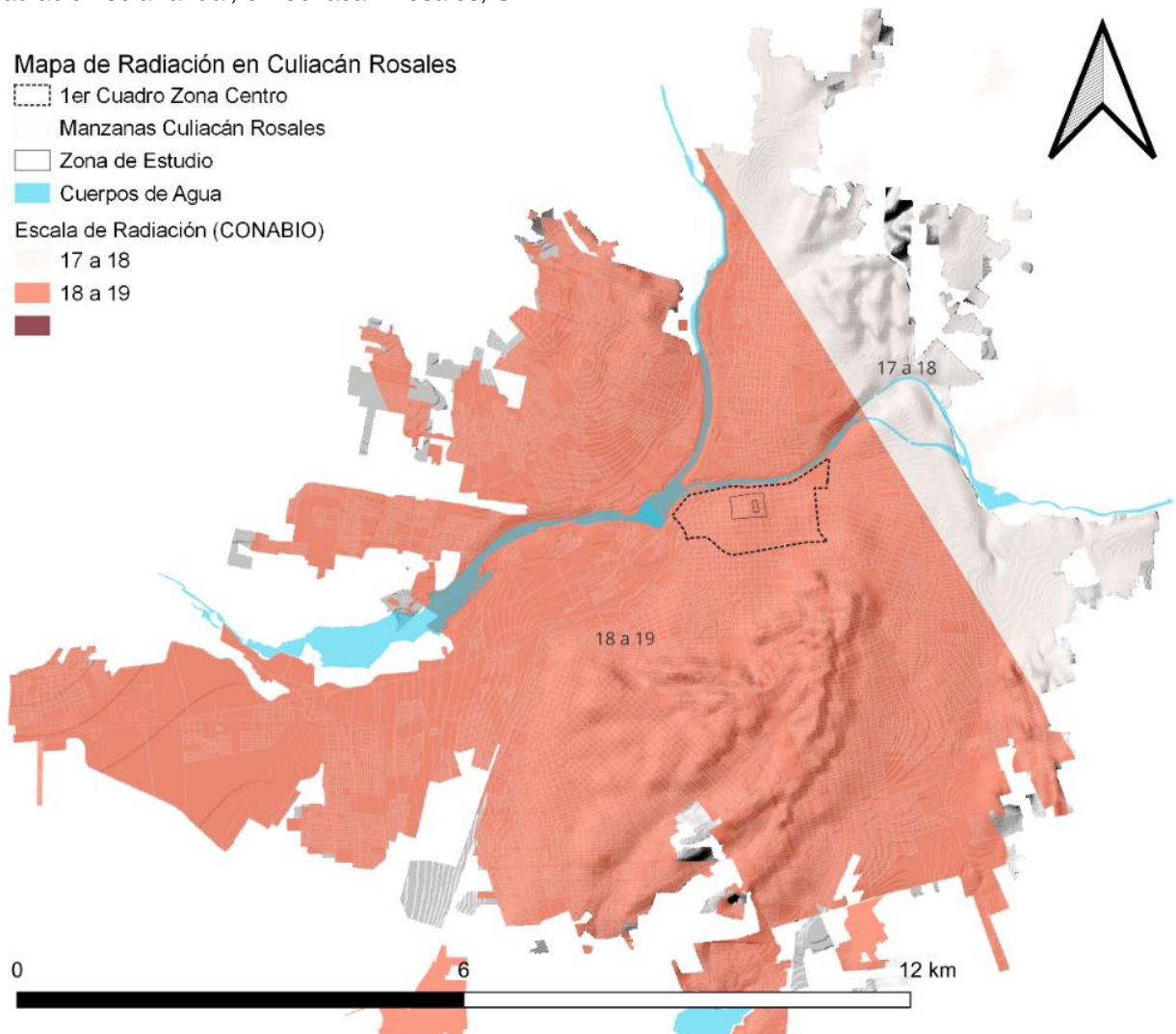


Fuente: Elaborado a partir del SMN (2011) y Meteonorm 7.0 (2012).

Ahora bien, se optó por apreciar las estimaciones por la distribución de radiación solar sobre la mancha urbana de Culiacán Rosales, Sin., a través de los registros de la CONABIO (2022), en los cuales, se muestra una distintiva consideración que oscila entre valores de 17 a 18 mega Watts y 18 a 19 mega Watts , como se aprecia en la siguiente Gráfico 34 (elaborado a partir de Meteonorm 7.0 (2012) y SMN (2015)), en la cual destaca una significativa diferencia para los valores ubicados en la mayoría de zona urbanizada.

Gráfico 34.

Radiación solar anual, en Culiacán Rosales, Sin.

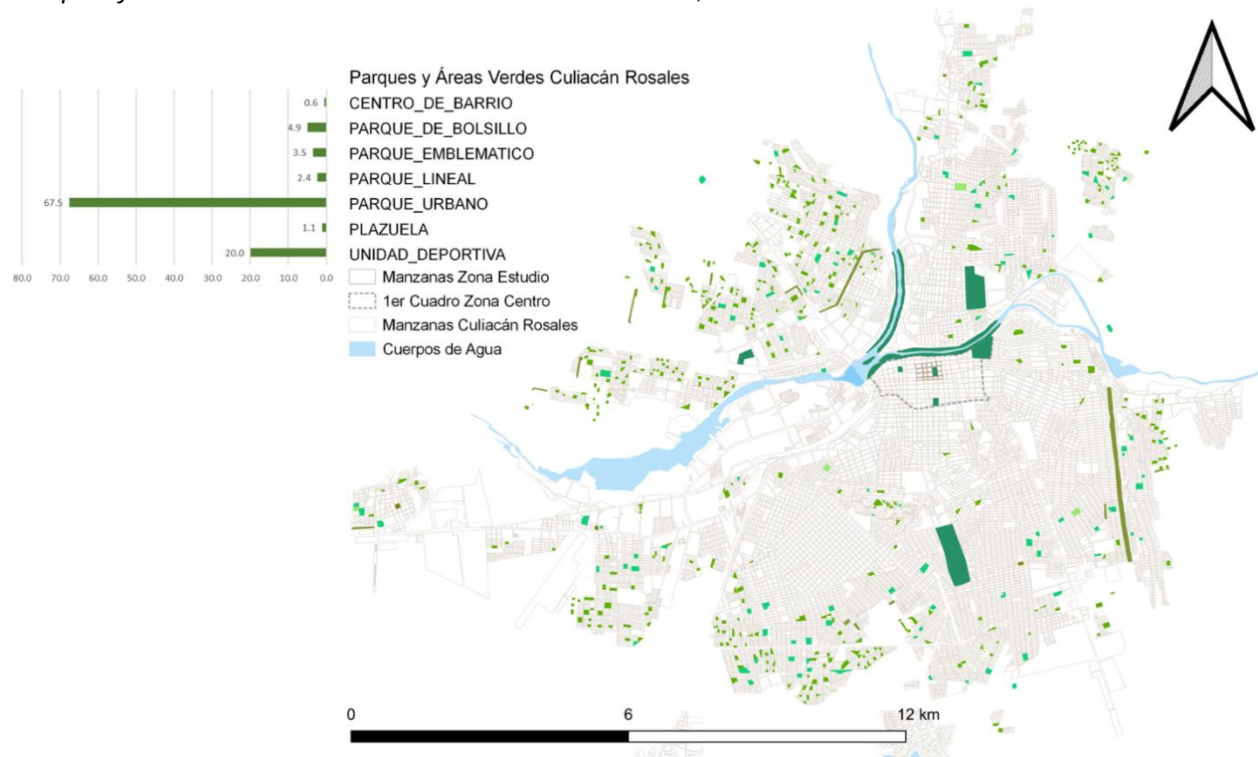


Fuente5: Elaborado a partir de CONABIO (2022).

Por otra parte, otro de los aspectos del MFN, implica los registros por las áreas destinadas a parques y áreas verdes para la ciudad de Culiacán Rosales, los cuales se encuentran distribuidos por 711 espacios, proporcionados en 504.00 hectáreas, quienes cubren los siguientes porcentajes de áreas: centros de barrio, los cuales equivalen a un 0.6%; parques de bolsillo, 4.9%; parques emblemáticos, con un 4.9%; parques lineales, con 2.4%; los espacios con la mayor proporción de área, resultan ser los parques urbanos, con un 67.5%, le siguen las plazuelas, con solo el 1.1% y los segundos espacios mayor proporción de área, las unidades deportivas, con el 20.0% (Parques Alegres; IMPLAN Culiacán, 2018) (Gráfico 35).

Gráfico 35.

Parques y áreas verdes en la ciudad de Culiacán Rosales, Sin.



Fuente: Procesado de Parques Alegres IAP; IMPLAN Culiacán (2018).

Para finalizar con la descripción del contexto urbano de la “Plazuela Obregón” (manzana color naranja, Gráfico 36), se realiza una aproximación respecto a la zona centro de la ciudad de Culiacán Rosales, en la cual se ubica, que dicho espacio público se encuentra en el primer cuadro de la ciudad (manzanas en color café, Gráfico 36), por la cual cruza una de las arterias primordiales de tránsito vehicular, que comunica de norte a sur la ciudad, la Av. Álvaro Obregón (IMPLAN Culiacán, 2022) (Gráfico 36).

Gráfico 36.

Mapa de área de estudio, en 1er cuadro de la ciudad de Culiacán Rosales, Sin.



Fuente: Procesado de IMPLAN Culiacán (2022).

En síntesis, por los anteriores recursos de análisis del espacio físico, ambiental y social, proporcionan los elementos para la elección del espacio público abierto “Plazuela Obregón”, como uno de los espacios representativos y significantes, no solo en la zona centro de la ciudad de Culiacán Rosales, sino además para los habitantes locales, usuarios en el municipio de Culiacán y población en el Estado de Sinaloa, por lo cual, permite la pausa en continuar a la descripción física, ambiental y social, específica del contexto urbano del objeto de estudio.

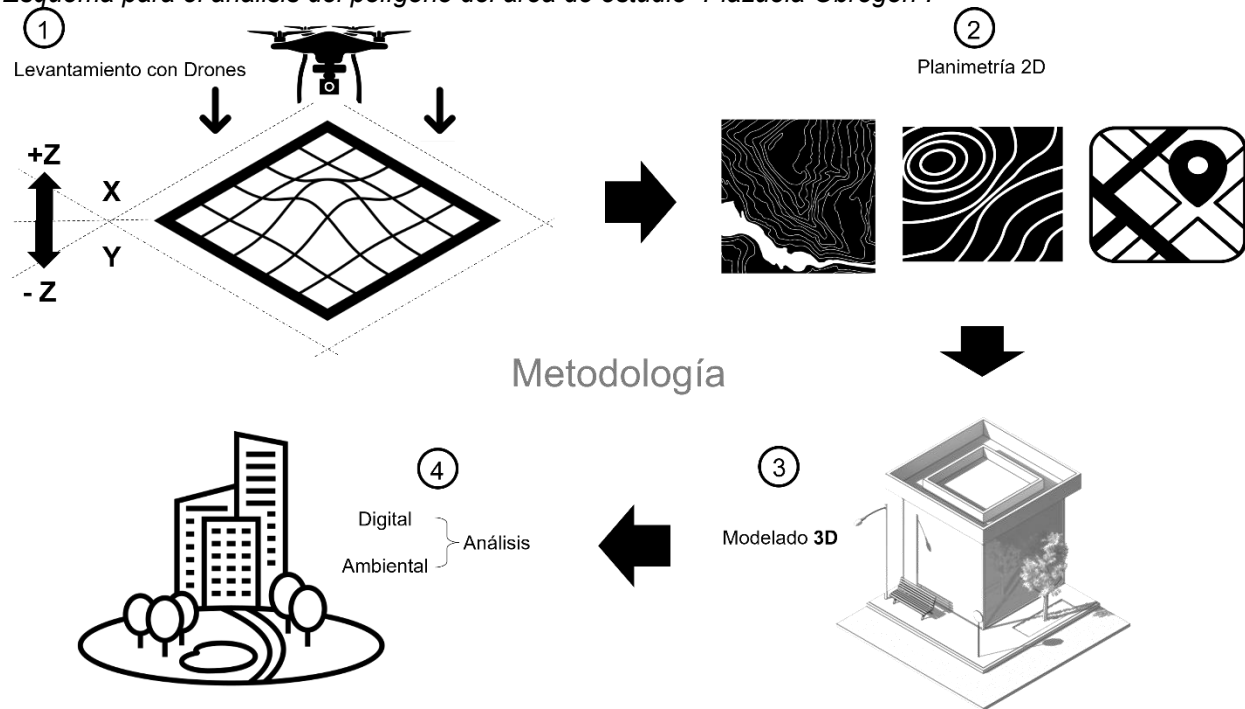
Apéndice VI. Caracterización Física del Objeto de Estudio

En continuación, se presenta la información desarrollada de planimetría 2D y modelado 3D del proyecto de investigación. Una vez efectuado el trabajo de levantamiento en sitio (punto 1), se digitalizó y proporcionó una dimensión con un margen de error mínimo, escalado a una diferencia conforme al factor real, de 3 cm (punto 2), lo cual brinda una significativa objetividad

al integrar los elementos recabados y referenciados en el sitio de estudio y su zona contigua, los cuales propician generar un modelado 3d (punto 3), con un grado de precisión muy cercano a las proporciones reales del área de estudio, elementos que posibilitan un posterior análisis digital y ambiental (punto 4), como se aprecia en el siguiente esquema aspecto considerado como una aportación al acervo de la configuración virtual urbana, la cual es inexistente en la documentación de la administración pública de la región de estudio (Gráfico 37).

Gráfico 37.

Esquema para el análisis del polígono del área de estudio “Plazuela Obregón”.



En este sentido para atender el planteamiento metodológico estimado para la caracterización del medio físico, inicialmente se procedió con el análisis aéreo a través de una unidad cuadricóptero (Dron), del cual se considera obtener como producto, una imagen “ortofoto”, misma que al presentarse georreferenciada con GPS (*Global Position System*), posiciona la imagen en el espacio geográfico del área de estudio, lo cual haga posible su posterior digitalización, a través del siguiente procedimiento (Gráfico 38).

Gráfico 38.

Proceso para la realización de levantamiento aéreo con Dron.



Una vez realizado, el vuelo con el Dron, así como la colocación de los puntos de referencia, sobre el emplazamiento de estudio, se permitió obtener 242 cuadros, los cuales, al ser superpuestos por el proceso de fotogrametría, se alcanzó un grado de precisión de 3.0 cm, de distanciamiento entre las referencias de los cuadrantes ubicados en las imágenes de referencia y los puntos georreferenciados, como se aprecia en el siguiente Gráfico 39.

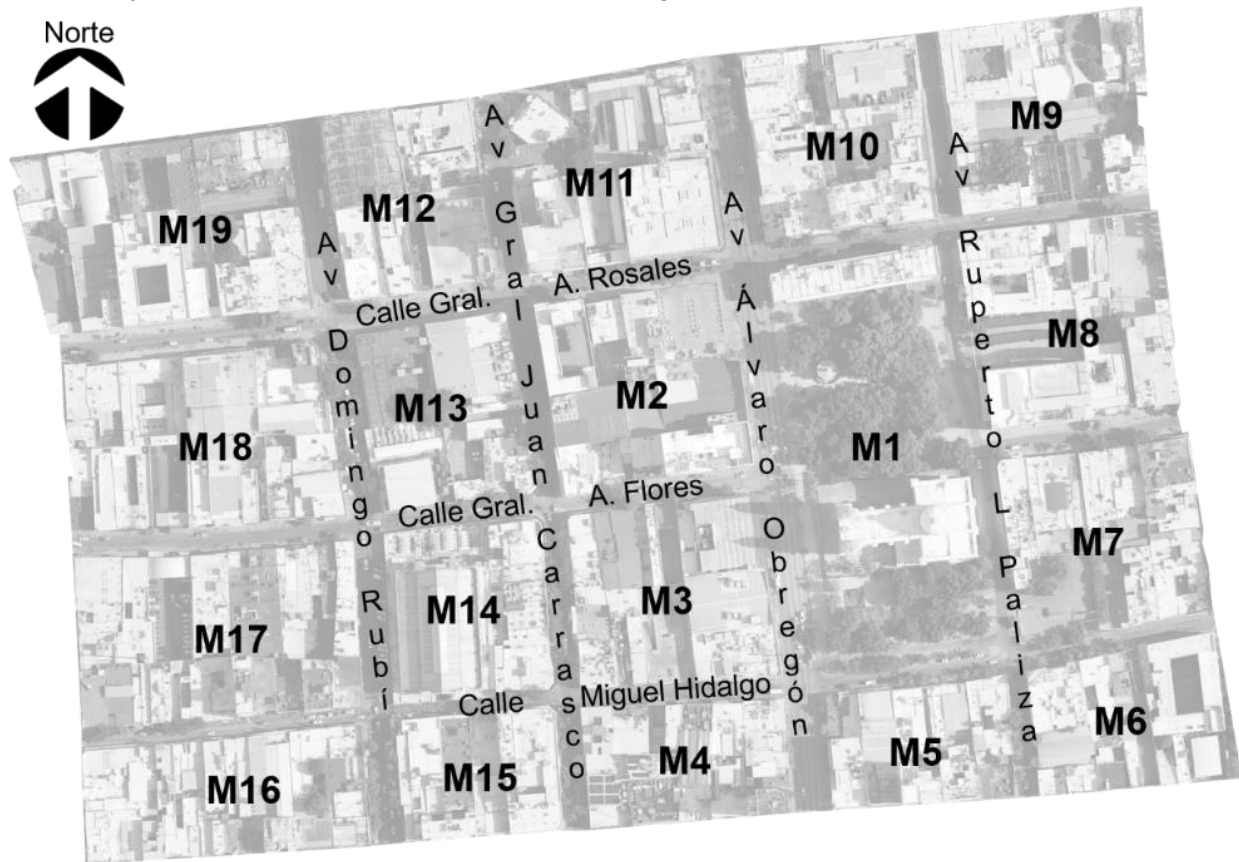
Gráfico 39.

Ortofoto, producto de levantamiento del contexto de la Plazuela Obregón.



Por otra parte, se realizó una ubicación de las manzanas que comprenden el contexto de la “Plazuela Obregón” (Manzana 1= M1), delimitado principalmente por las calles, Av. Álvaro Obregón, Miguel Hidalgo, Av. Ruperto L. Paliza, y General Ángel Flores (Gráfico 40).

Gráfico 40.
Manzanas periféricas al área de estudio, Plazuela Obregón.

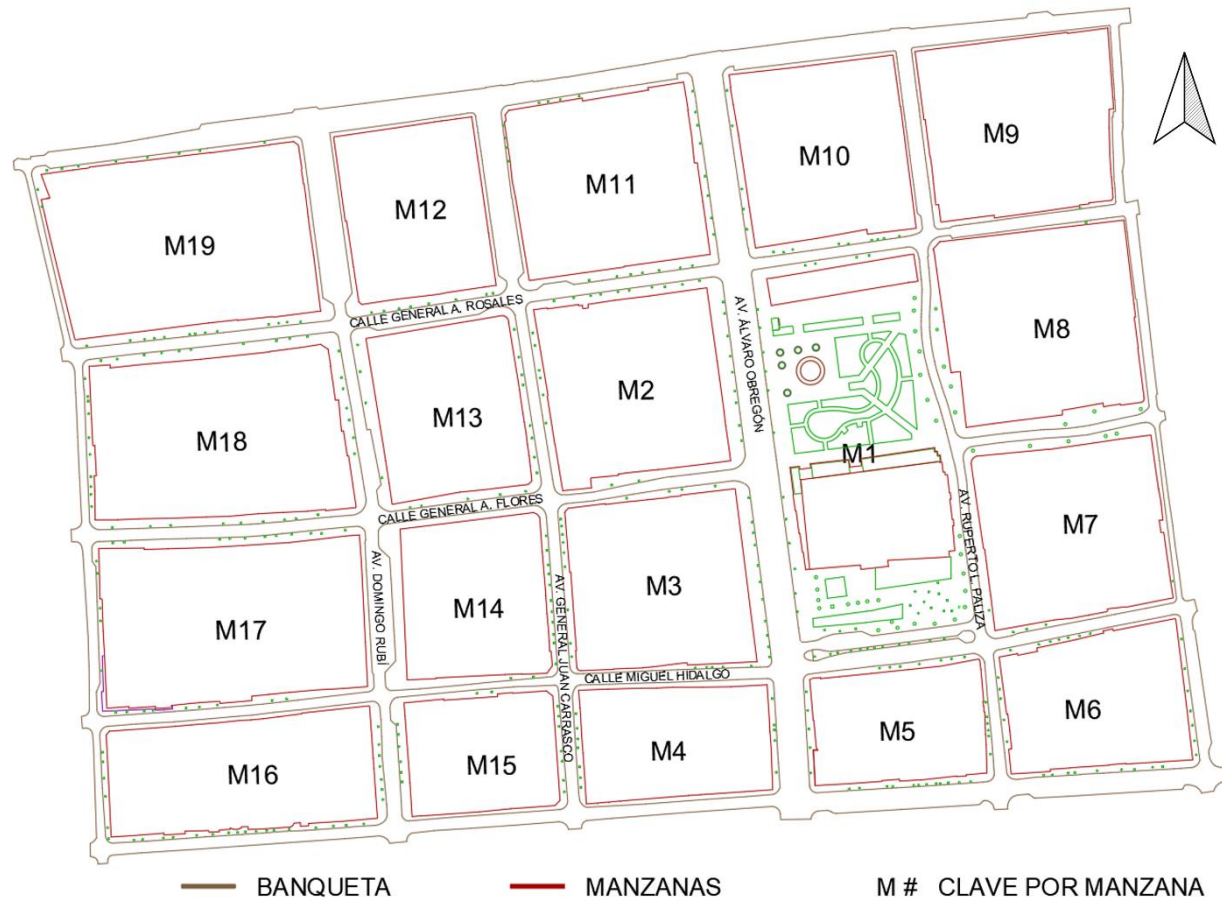


Fuente: Procesado a partir de G.Earth (2023).

Derivado de la georreferenciación de la ortofoto, al trasladarse a los recursos por digitalización en dos dimensiones, se prosiguió al trazado de las características del medio físico del emplazamiento en cuestión, como manzanas, lotificaciones, calles, banquetas, áreas verdes, área foliar, altimetrías, mobiliario, señalamientos, entre otros (Gráfico 41).

Gráfico 41.

Plano de conjunto, digitalizado de manzanas en área de estudio.



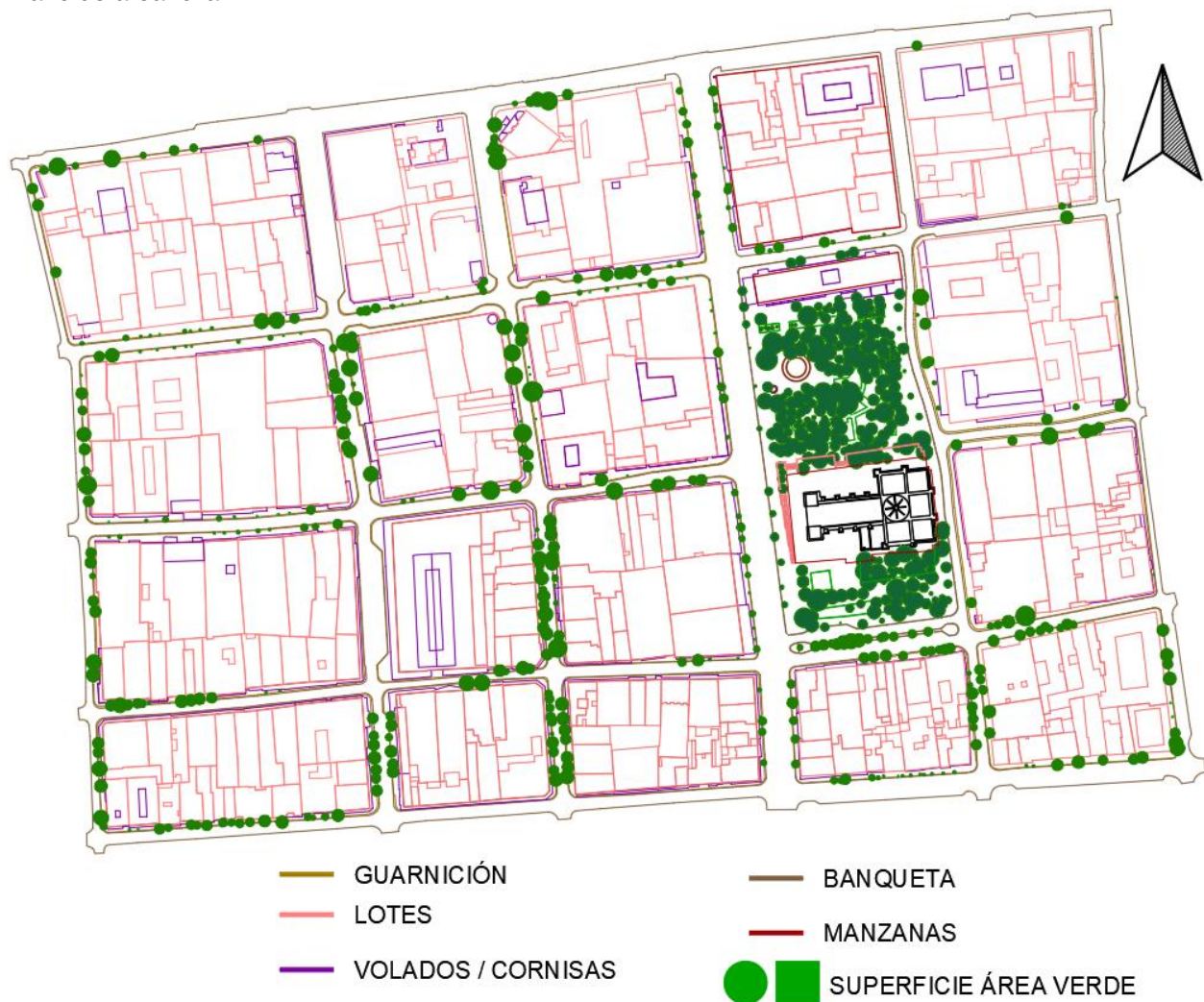
Las oportunidades que brinda, el trazado del área de estudio a partir de una imagen georreferenciada, posibilitó el dimensionamiento por lotificación, manzanas (145,211.1972 m²), calles (38,700.7479 m²), banquetas (33,262.2786 m²), así como la proporción de áreas verdes (3,964.7773 m²) del contexto anteriormente delimitado, visualizando así una superficie total= 221,139.00 m² (Gráfico 42).

Gráfico 42.
Plano de lotificación.



Una vez trazado digitalmente la zona del contexto de la Plazuela Obregón, posibilitó entre otros recursos, el dimensionamiento del área foliar, al ubicar una proporción de 13,290.10 m², lo cual demuestra que a pesar de una escasa superficie de área verde en zonas urbanas, esto al menos de acuerdo a las condiciones que permite la región de Sinaloa, posibilita una óptima fronda por el arbolado urbano en la zona centro de Culiacán, Rosales (Gráfico 43).

Gráfico 43.
Plano de área foliar.



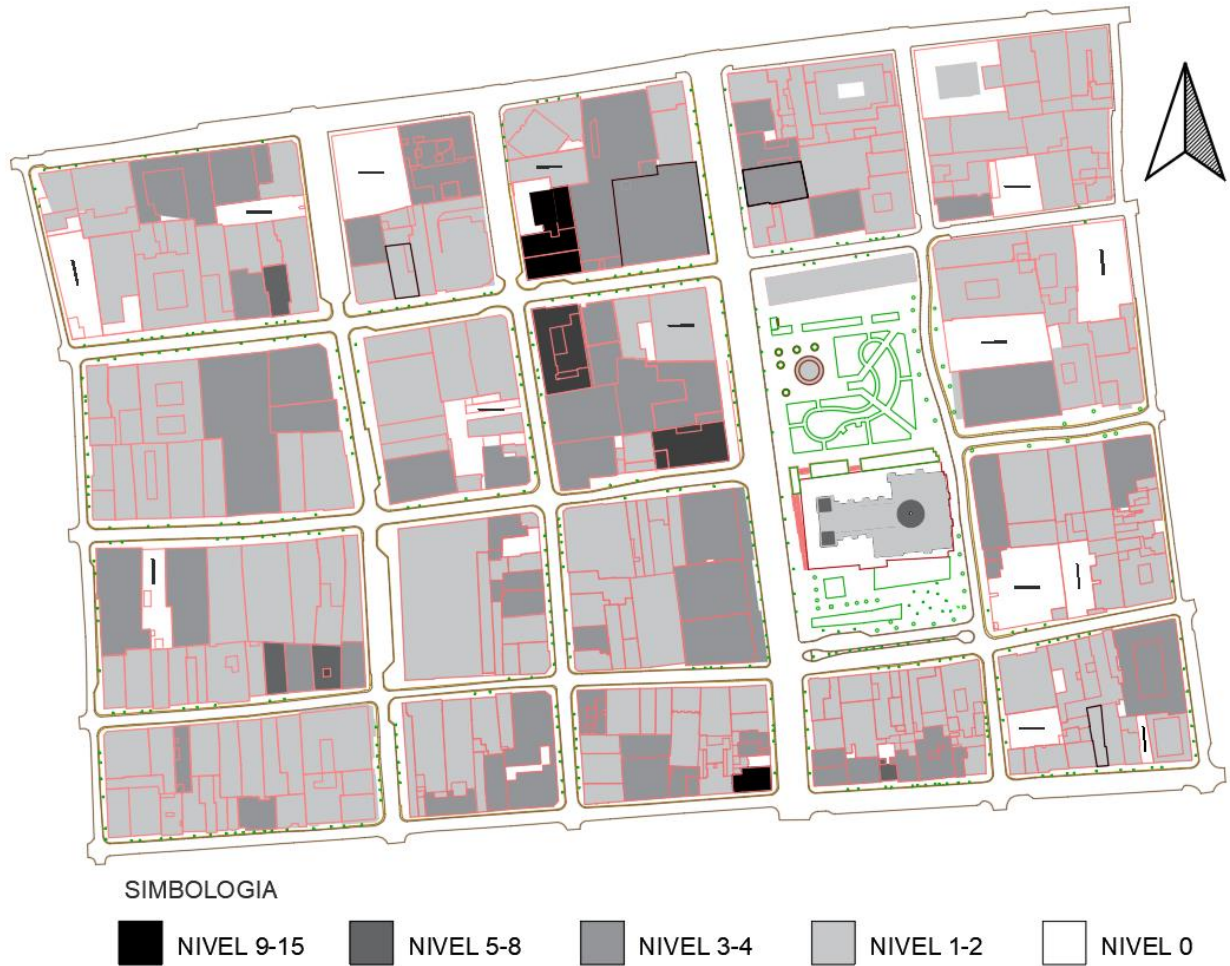
Entre otras condicionantes físicas, se ubicaron sobre la traza urbana en cuestión, las alturas correspondientes por lotificación, en proporciones de 3 a 5 m, 6 a 8 m, de 9 a 12 m, de 13 a 20 m, y para alturas mayores a 20 m (Gráfico 44), con múltiples propósitos, en primera instancia de ubicar posibles factores de sombreado a la Plazuela Obregón, por las alturas de elementos constructivos contiguos, directamente el caso de la Catedral “Nuestra Señora del Rosario” y el “Edificio la Lonja”, los cuales a simple vista contienen alturas entre 13.00 y 20.00 m (Gráfico 44).

Gráfico 44.
Plano por alturas (metros).



De forma complementaria a la apreciación anterior por condición de alturas en el contexto de la Plazuela, se documentaron la proporción de niveles que se encuentra por cada lote ubicado en el contexto urbano en cuestión, con el propósito adicional en dimensionar de una forma más precisa, las condiciones de alturas por edificación para la realización de análisis de sombreado, influencia de vientos, áreas verdes, radiación solar, entre otras implicaciones ambientales posibles (Gráfico 45).

Gráfico 45.
Plano de alturas (por niveles constructivos).



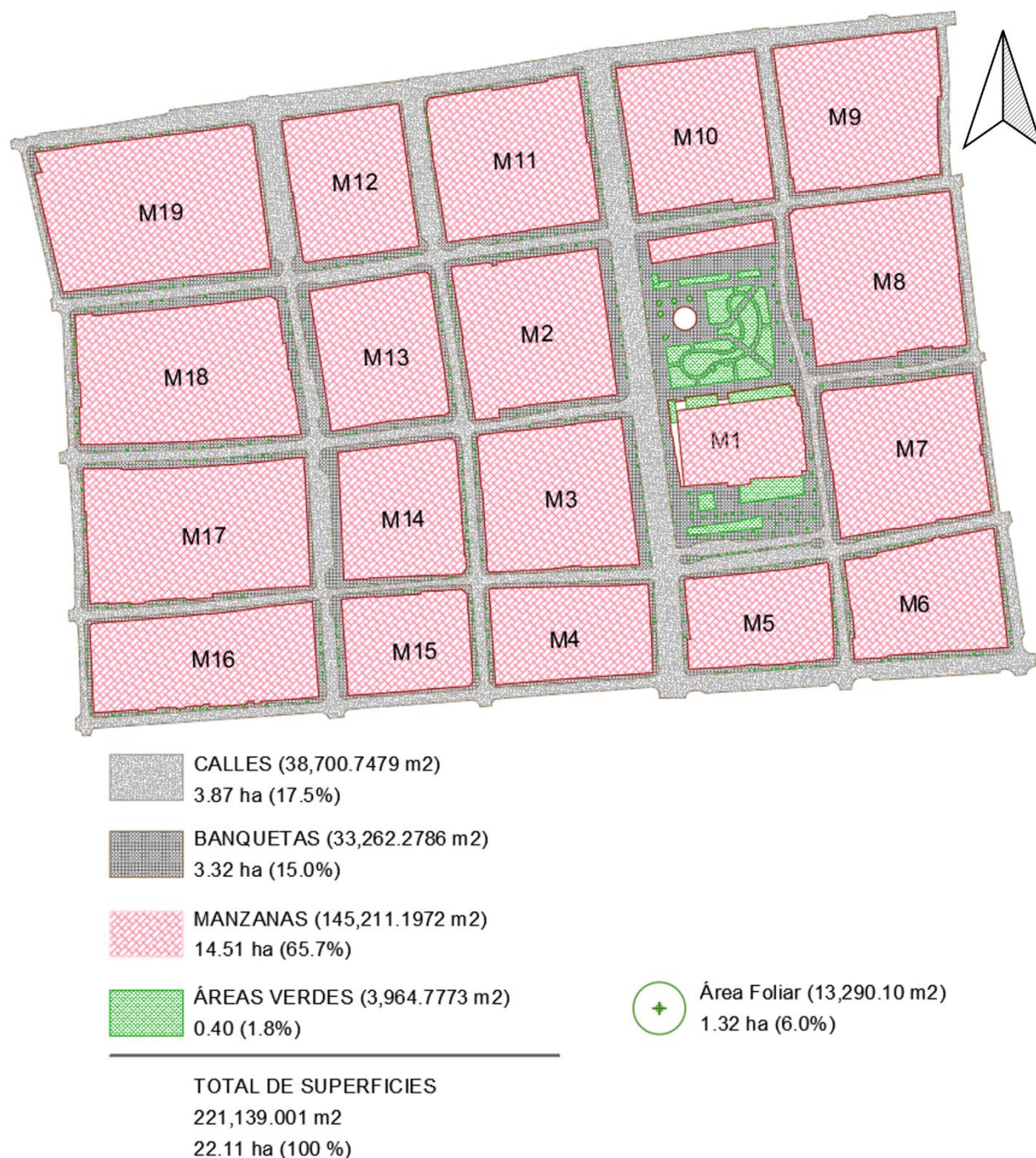
De forma similar, se trasladaron diversos elementos del contexto urbano de la Plazuela, correspondientes a señalética, mobiliario, y equipamiento, recursos mediante los cuales posibilitan la visualización de condiciones de funcionamiento en el espacio público (Gráfico 46).

[illegible]

como a nivel local, respecto a implicaciones en disminución de temperaturas, mejoramiento de calidad del aire, área de sombreado, encause de vientos, posible aumento en la permeabilidad de las superficies, así como el alojamiento de especies animales y biodiversidad.

Gráfico 47.

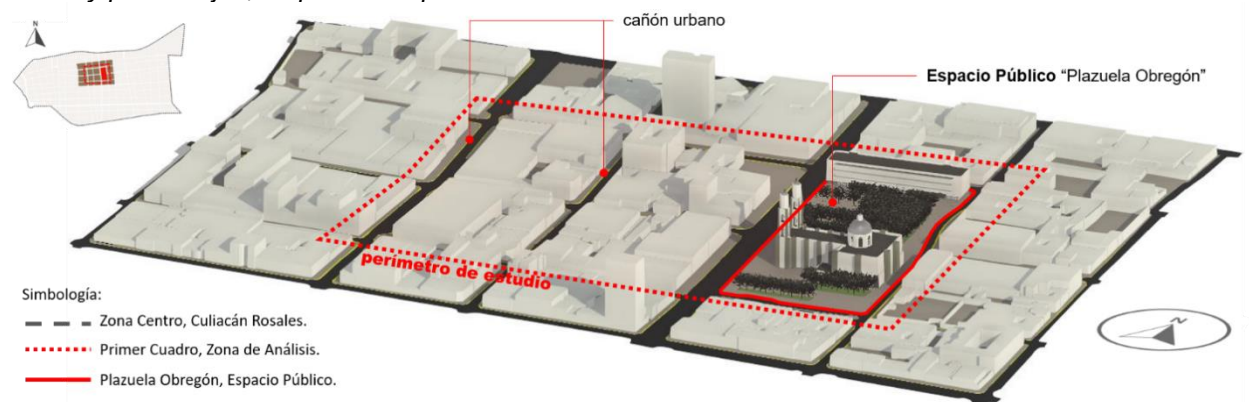
Áreas y porcentajes, respecto a superficies de zona de análisis.



Para concluir con la descripción digital del espacio físico del contexto urbano (perímetro de estudio) de “Plazuela Obregón”, se realizó una representación en tres dimensiones, del conjunto del espacio público, a través del compendio de elementos documentados previamente, como lotificaciones, alturas, superficies, señalamientos, equipamiento, posibilitan el siguiente modelo (Gráfico 48), para posibilitar posteriores análisis ambientales digitales.

Gráfico 48.

Áreas y porcentajes, respecto a superficies de zona de análisis.



De modo tal, que la previa descripción del desarrollo del levantamiento del espacio público “Plazuela Obregón”, permite a través de sus diversos productos, 2D, SIG y 3D, entre otros, una posible transición a evaluaciones de análisis ambientales, arquitectónicas y urbanas, al menos en las disciplinas que la presente investigación se encuentra.

Apéndice VII. Diseño y Estructura de Instrumentos de Registro Ambiental

A efectos de recabar las estimaciones subjetivas de los ocupantes, respecto a las condiciones ambientales del entorno y los registros de cada una de estas variables, se estructuraron dos instrumentos:

1. Cuestionario.
2. Cédula de registro ambiental.

La estructura del cuestionario contempla dos secciones principalmente, a efectos de facilitar su secuencia al momento de implementarse, en la primer sección se requiere en buena medida, la respuesta directa del entrevistado; además, se muestra a través de una imagen

(portada), los elementos de identificación del cuestionario y objetivo de estudio; se reúnen las características generales de los usuarios; y la percepción ambiental que el sujeto expresa del espacio; mientras que, en la segunda sección se recaban las características físicas del espacio y solo resultan necesarias las estimaciones por parte del encuestador.

De manera inicial en el cuestionario muestra una portada, al presentar como recurso gráfico de identificación oficial del instrumento de recaudación de la información, que muestra la institución académica en la cual se encuentra fundamentado el proyecto de investigación, así como el nombre y objetivos de estudio, además del recurso gráfico de apunte panorámico, sobre el área de estudio “Plazuela Obregón” (Figura 66).

El segundo elemento, consta de un sub título, el cual describe el inicio de la primera sección del formulario e indica el objetivo principal de la campaña de estudio, misma que atiende a fines de investigación académica, a razón de, expresar por parte de los entrevistadores los fundamentos en los cuales se encuentra el presente ejercicio de estudio (Figura 67).

A continuación, se presenta la descripción de cada uno de los apartados y planteamientos en el cuestionario, mediante el cual se agregan las siguientes valoraciones: *«tipo de pregunta | forma de registro | tipo de respuesta»*.

- Pregunta 1. ¿Género?

«obligatoria | por observación | cerrada» Las opciones de respuesta se limitan al género biológico mujer y hombre.

- Pregunta 2. ¿Qué edad tiene?

«condicionada | por entrevistado | abierta» Años cumplidos al momento de la evaluación, deberán encontrarse preferentemente entre los 15 a 60 años, en caso que de ser mayores, aún así continuar con la captura, posibilitan otro rango de población. Este reactivo, permite una estratificación entre las observaciones. Es una pregunta semiabierta cuya respuesta debe ser numérica.

- Pregunta 3. ¿Ha sido encuestado anteriormente para este estudio?

«no obligatoria | por entrevistado | cerrada» Reactivo de orden dicotómico, al limitar las opciones de respuesta de si o no ha sido encuestado anteriormente, esto con el fin de estratificar las posibles experiencias y expectativas de los ocupantes.

- Pregunta 4. ¿Peso (kg)?

«obligatoria | por entrevistado | abierta» Peso del usuario en kilogramos.

- Pregunta 5. ¿Estatura (m)?

«obligatoria | por entrevistado | abierta» Estatura del ocupante en metros.

- Pregunta 6. ¿Actividad desarrollada?

«obligatoria | por observación | cerrada» Contiene como objetivo clasificar de acuerdo a tres opciones de respuesta, el nivel de actividad que se encuentra en desarrollo por parte del entrevistado al momento de la encuesta, la cual en esta investigación se clasifican en los conceptos a continuación señalados, en referencia con las normativas ANSI/ASHRAE 55 (2020), ISO 7730 (2005), ISO 10551 (2019), NOM-015-STPS (2021) (ver Apéndice II. Marco Normativo, Cuadro 5:

- Pasiva (130 a 190 W/m²), el usuario puede encontrarse acostado, sentado o de pie con actividad ligera.
- Moderada (190 a 400 W/m²), actividad física moderada o inclusive caminata ligera.
- Intensa (430 a 700 W/m²), representa una labor que implique la sudoración de la persona.

Cabe señalar que, para este reactivo se contó con el recurso de apoyo gráfico, alusivo a iconografías que representaran para el entrevistador reafirmar la toma de clasificación respecto al nivel de actividad de parte del entrevistado

- Pregunta 7. ¿Lleva más de 15 min realizando esta actividad?

«obligatoria | por entrevistado | cerrada» Reactivo que sigue el criterio de conocer el tiempo de adaptación del usuario y su nivel de actividad metabólica en desarrollo, en el específico momento de la entrevista. Opciones de respuesta cerrada de forma dicotómica, al llevar más de 15 min realizando esa actividad o menos, y cuya pregunta se encuentra fundamentada por la normatividad ANSI/ASHRAE 55 (2020), ISO 7730 (2005), ISO 10551 (2019).

- Pregunta 8. ¿Cómo siente la temperatura en este instante?

«obligatoria | por entrevistado | cerrada» Registro a siete escalas de apreciación de la temperatura por parte de los ocupantes, basada en la normatividad ANSI/ASHRAE 55 (2020), ISO 7730 (2005), ISO 10551 (2019), en correspondencia a siete escalas de percepción, que abarcan los rangos de -3 a +3, valoraciones adaptadas de 1 a 7 para efectos de procesamiento de datos según Rincón-Martínez (2023), por lo que uno equivale a “muy frío” (escala cromática en azul marino), dos “fresco” (azul), tres “algo de fresco” (verde), cuatro “ni calor, ni frío” (amarillo), cinco “algo de calor” (naranja), seis “calor” (marrón), y siete “mucho calor” (rojo), por lo tanto se previó un soporte asociativo gráfico y numérico para el entrevistador durante la determinación del presente reactivo y consecutivos.

- Pregunta 9. ¿Cómo preferiría la temperatura en este momento?

«obligatoria | por entrevistado | cerrada» En continuidad a la apreciación térmica del entrevistado, se cuestiona la preferencia térmica como señala la norma ISO 10551 (2019), en correspondencia a siete escalas de apreciación, que abarcan los rangos de -3 a +3, valoraciones adaptadas de 1 a 7 para efectos de procesamiento de datos según Rincón-Martínez (2023), por lo que uno equivale a “muy fresco” (en color azul marino), dos “más fresco” (en azul), tres “algo fresco” (verde), cuatro “sin cambio” (amarillo), cinco “algo cálido” (naranja), seis “más cálido” (marrón), y siete “muy cálido” (rojo).

- Pregunta 10. ¿Qué tanta humedad percibe en el ambiente en este instante?

«obligatoria | por entrevistado | cerrada» A continuación, se registra la sensación higríca, misma que presenta similitudes a la valoración térmica, respecto a su consideración por siete escalas de medida de acuerdo a la normatividad ANSI/ASHRAE 55 (2020), ISO 7730 (2005), ISO 10551 (2019), las cuales oscilan entre -3 a +3 y estas resultan adaptadas igualmente de 1 a 7 , donde uno corresponde a “muchísima humedad” (color azul marino), dos “húmedo” (azul), tres “algo húmedo” (verde), cuatro “normal” (amarillo), cinco “algo seco” (naranja), seis “seco” (marrón) y siete “muy seco” (rojo).

- Pregunta 11. ¿Cómo preferiría que estuviera la humedad en el ambiente?

«obligatoria | por entrevistado | cerrada» En continuidad a la apreciación higríca, ahora por su preferencia de acuerdo a la normatividad ANSI/ASHRAE 55 (2020), ISO 7730 (2005), ISO 10551 (2019), a siete escalas que van de valoraciones de -3 a +3, adaptadas de 1 a 7 , donde uno “muy húmedo” (color azul marino), dos “más húmedo” (azul), tres “algo húmedo” (verde), cuatro “sin cambio” (amarillo), cinco “algo seco” (naranja), seis “más seco” (marrón) y siete “muy seco” (rojo).

- Pregunta 12. ¿Cómo siente la intensidad del viento en este instante?

«obligatoria | por entrevistado | cerrada» Ahora bien, para continuar con el mismo principio respecto a la apreciación de sensación, ahora aplicado a las consideraciones por velocidad del viento, estas son estimadas por cinco escalas, donde uno equivale a “sin viento” (color azul marino), dos “poco viento” (azul), tres “agradable” (verde), cuatro “algo fuerte” (lila), y cinco unidades, representa mucha apreciación de velocidad de viento (morado).

- Pregunta 13. ¿Cómo preferiría la intensidad del viento?

«obligatoria | por entrevistado | cerrada» Por otra parte, al considerar la preferencia para la velocidad del viento, esta es estimada por tres escalas, donde uno refiere a “menos viento” (color azul), dos “sin cambio” (amarillo) y tres para una preferencia de “más viento” (azul marino).

- Pregunta 14. ¿Cómo considera la calidad del aire respecto al nivel de contaminación?

«obligatoria | por entrevistado | cerrada» Estimación de la sensación de calidad del aire, en continuidad al criterio de recopilación de sensación por temperatura y humedad relativa.

Adaptado a cinco escalas, donde uno equivale a “muy buena” (color azul marino), dos “algo buena” (azul), tres “normal o no identifica” (verde), cuatro “algo mala” (naranja) y cinco para una estimación “muy mala” (rojo).

- Pregunta 15. ¿Cómo preferiría la calidad en el aire?

«obligatoria | por entrevistado | cerrada» La preferencia de calidad del aire está adaptada a tres escalas, donde uno equivale a “sin cambio” (color amarillo), dos a una preferencia de “mejor” (azul), y tres para una preferencia “mucho mejor” (azul marino).

- Pregunta 16. ¿Qué le parece el nivel de ruido en el lugar?

«obligatoria | por entrevistado | cerrada» Se evalúa el grado de percepción del ruido por cinco escalas, uno “muy agradable” (color morado), dos “agradable” (lila), tres “normal o así está bien” (amarillo), cuatro “incómodo” (naranja), y cinco “muy incómodo” (rojo).

- Pregunta 17. ¿Cómo preferiría el nivel de ruido en este momento?

«obligatoria | por entrevistado | cerrada» A continuación, se recaba la preferencia del nivel de ruido en cinco escalas, desde uno “mucho menos ruido” (color morado), dos “menos ruido” (lila), tres “sin cambio” (amarillo), cuatro “más ruido” (naranja), y cinco “mucho más ruido” (rojo).

- Pregunta 18. ¿Qué le parece el nivel de iluminación en este momento?

«obligatoria | por entrevistado | cerrada» De igual forma, se recaba la estimación de iluminancia a cinco escalas, uno “muy sombreado” (color azul oscuro), dos “sombreado” (azul marino), tres “normal / así está bien”, cuatro “bien iluminado” (naranja), y cinco “muy bien iluminado” (amarillo).

- Pregunta 19. ¿Cómo preferiría el nivel de iluminación en este momento?

«obligatoria | por entrevistado | cerrada» De forma consecutiva respecto al nivel de preferencia de iluminancia, las escalas oscilaron igual en cinco unidades, donde uno equivale a “mucho menos iluminado” (color azul oscuro), dos “menos iluminado” (azul marino), tres “sin cambio” (azul), cuatro “más iluminado” (naranja), y cinco “mucho más iluminado” (amarillo).

- Pregunta 20. ¿De dónde es originario?

«condicionada | por entrevistado | cerrada» En este reactivo se integran los 18 municipios del Estado de Sinaloa, además de agregar estratégicamente en el orden siete, una procedencia del interior de la república mexicana y en el lugar ocho, una posibilidad de provenir del extranjero. Cabe mencionar que los primeros lugares del 2 – 6 están, inicialmente Navolato, Badiraguato y Guasave, por la cercanía directa al municipio, aunado a Mazatlán y Ahome, por ser los segundos municipios más poblados y para el resto de lugares se ubica al resto de municipios conforme a su distancia geográfica con respecto al municipio de Culiacán.

- Pregunta 21. ¿Cuánto tiempo lleva radicando (o estancia) en la ciudad de Culiacán?

«condicionada | por entrevistado | cerrada» Esta respuesta se encuentra cerrada a tres escalas, menos de seis meses, de seis meses a tres años y más de tres años, las cuales recaban el nivel de adaptación que tenga el ocupante por encontrarse en la ciudad de Culiacán Rosales, Sin.

- Pregunta 22. ¿Posición durante la encuesta?

«obligatoria | por observación | cerrada» Este reactivo se encuentra cerrado a tres opciones, de pie, sentado y acostado, situaciones que presenta el entrevistado y posibilitan determinar la altura de medida por el registro de las variables ambientales y meteorológicas, a una altura de acuerdo a normatividad la normatividad ANSI/ASHRAE 55 (2020), ISO 7730 (2005), ISO 10551 (2019), NOM-015-STPS (2021), de hipotálamo, vientre o tobillos.

- Pregunta 23. ¿Con qué frecuencia viene a la Plazuela?

«no obligatoria | por entrevistado | cerrada» Este reactivo se encuentra limitado igualmente a tres opciones de respuesta: cada día, varias veces al mes y ocasionalmente. Formulado con motivo de conocer el nivel de apropiación que expresa el ocupante del espacio en que se encuentra.

- Pregunta 24. ¿Cómo percibe el equipamiento e infraestructura en el lugar?

«no obligatoria | por entrevistado | abierta» La presente pregunta, sigue el objetivo de registrar cómo percibe el ocupante, la infraestructura y equipamientos de la Plazuela Obregón, y permite la apertura de respuesta a más de una, de las seis opciones de respuesta: suficiente, insuficiente, segura, insegura, limpio, sucio, con el fin de caracterizar la percepción que el ocupante estima de la infraestructura y equipamiento en el lugar.

- Pregunta 25. ¿Cómo considera la vegetación en la Plazuela?

«condicionada | por entrevistado | cerrada» La capacidad instalada de infraestructura verde en un espacio en exteriores, posibilita la reducción de temperaturas y sensación térmica, por lo tanto, el presente reactivo persigue la estimación de parte del ocupante, respecto al nivel de vegetación en la Plazuela Obregón, la cual se encuentra limitada a cinco respuestas a: nula o poca, escasa, normal, buena cantidad y mucha vegetación.

- Pregunta 26. Nivel de arropamiento / Agradecer al encuestado su aportación.

«obligatoria | por observación | cerrada» Para el cierre de la primer sección del cuestionario, se agradece la colaboración del entrevistado y se aprovecha la oportunidad de registrar por observación al mismo, su nivel de arropamiento a cinco escalas: muy ligera (0.27 Clo), ligera (0.37 Clo), normal (0.66 Clo), abrigada (1.03 Clo) y muy abrigada (1.15 Clo), de acuerdo con la norma ANSI/ASHRAE 55 (2020).

Es así como, a partir de las siguientes preguntas comienza la segunda sección del cuestionario, en el cual se recaban las condiciones que se presentan en el espacio y estas son registradas por el entrevistador a través de su observación.

- Pregunta 27. ¿Punto de captura de encuesta?

«obligatoria | por observación | abierta» A partir del presente reactivo, se identifica la ubicación del punto en el cual se recabaron los datos del cuestionario en el conjunto de la Plazuela Obregón, seccionado a través de cuadrantes que siguen una referencia alfabética en el eje de las ordenadas y numérica en el eje de las abscisas. Respaldado gráficamente por un croquis representativo del conjunto, sus vialidades y espacios referentes, así como su orientación respecto al norte. La pregunta se encuentra abierta en sus opciones de respuesta, a partir de permitir la selección de solo uno de los cuadrantes dentro del conjunto, puesto que de lo contrario (cerrada), la aplicación solicitaría una respuesta por cada una de las filas en el eje de las ordenadas y eso no resulta favorable para la identificación de la ubicación. Resulta recabada por el entrevistador.

- Pregunta 28. ¿Condición del espacio al exterior?

«condicionada | por observación | cerrada» Esta pregunta estima la condición en que se realiza el cuestionario de acuerdo a su nivel de exposición al exterior y permite la selección de una de las cinco respuestas posibles, identificadas a partir de la caracterización física del espacio público, las cuales son: a la intemperie, bajo un árbol, bajo una losa, bajo una cubierta, bajo sombra de elemento arquitectónico. Resulta recabada por el entrevistador.

- Pregunta 29. ¿Condición del cielo durante la encuesta?

«condicionada | por observación | cerrada» Este reactivo contempla cuatro opciones posibles de respuesta: despejado, medio nublado, nublado y llovizna, se descartan opciones posibles como durante una lluvia, a raíz de resultar inconveniente para el manejo de los instrumentos en esas condiciones. Resulta estimada por el entrevistador.

- Pregunta 30. ¿Cuánta gente hay en la Plazuela?

«condicionada | por observación | cerrada» A fin de recabar el nivel de ocupación por usuarios encontrados durante la aplicación del cuestionario, se registran las siguientes posibles

respuestas: muy concurrido (más de 150 personas), regular (de 51 a 150 personas), poca gente (de 6 a 50 personas) y solo (de 1 a 5 personas). La ocupación de un espacio por parte de los sujetos involucrados, representa inferencias en las estimaciones por calor antropogénico, ruido y calidad del aire. Registros estimados por el entrevistador.

- Pregunta 31. ¿Dinámicas en el espacio?

«condicionada | por observación | cerrada» Este reactivo identifica en cuatro escalas, la posible cantidad de eventos que regularmente se presentan en la Plazuela Obregón, a partir del mantener una alta afluencia social: sin eventos, un evento, de uno a tres eventos y más de tres eventos de forma simultánea durante la aplicación del cuestionario. Registros recabados por el entrevistador.

- Pregunta 32. ¿Cuál es el ruido predominante en el espacio?

«condicionada | por observación | cerrada» Con el objetivo de conocer la procedencia auditiva que se presenta durante el cuestionario, se estiman cuatro opciones de respuesta predominantemente: Por bocinas de algún evento, ruido de alguno de los comercios, ruido por el transporte motorizado (autobuses, coches, transportes de carga), y ruidos por aglomeración de usuarios. Queda abierta a más de una respuesta, a razón de identificar tendencias en la procedencia del ruido. Registro estimado por el entrevistador.

De esta manera se finaliza la estructura del formulario a realizarse en la campaña de estudio, correspondiente a: 20 reactivos de carácter obligatorias, 8 condicionados y 2 no obligatorios, por otra parte, se identifican 10 reactivos por observación del entrevistador, 22 por consulta directa al entrevistado, aunado a 2 reactivos resultantes por la captura en línea (fecha y hora), lo cual constituye un total de 34 reactivos recopilados.

Cédula de Registro Ambiental (CERAM)

Un aspecto fundamental en el procedimiento del trabajo de campo, resulta al desarrollar de forma paralela a la entrevista del ocupante, el registro ambiental de las variables meteorológicas y ambientales, por parte de un segundo reclutador de datos denominado “instrumentista”, quién debe estar en sincronía desde el inicio respecto al cuestionamiento de las sensaciones y preferencias de los ocupantes conforme a las variables estimadas durante el cuestionario, cuyos valores son recabados a través de los siguientes reactivos de la “cédula de registro ambiental” (CERAM), cabe mencionar que dicha cédula, se emplea igualmente de acuerdo a una estructura de formulario en línea y el registro de sus datos resulta de manera inmediata y cargados en almacenamiento igualmente en línea.

De forma inicial, se presenta la portada de la CERAM, la cual ubica la secuencia de instrumentos empleados para el registro ambiental y meteorológico, posteriormente se indican a manera de instrucciones de inicio, las consideraciones para el encargado del registro de los parámetros ambientales, en colocarse a una distancia no mayor a 1.20 m respecto al entrevistado y bajo condiciones equitativas al entrevistado conforme a su nivel de exposición al exterior (Figura 68).

La estructura de la CERAM, considera solamente una sección como estructura de formulario e identifica únicamente la revisión de los instrumentos a recabar de forma manual, por lo tanto, todos sus reactivos resultan obligatorios, por recaudación visual del instrumentista y captura abierta de forma numérica.

- Registro 1. Nivel de iluminación natural, medido en (lux). Registro por observación del instrumento luxómetro EXTECH LT10. Ubicación h1, en ERA. Captura de forma manual.
- Registro 2. Radiación solar horizontal, medida en W/m^2 . Registro por observación del instrumento piranómetro SM206-Solar. Ubicado en h1, en ERA. Captura de forma manual.

- Registro 3. Temperatura de superficies, medido en grados Celsius (°C). Registro por observación del instrumento termómetro infrarrojo FLUKE 59 MAX . Ubicación h3 (máximo a 30 cm de superficie). Captura de forma manual.

Por otra parte, se recaban las siguientes variables de forma digital, por los instrumentos ya señalados en el Apéndice VIII. Especificaciones de Instrumentos y Ecuaciones de Calibración, pág.: lxxiv).

- Registro 1. Temperatura del Bulbo Seco (TBS), medida en grados Celsius (°C). Registro por el instrumento Kestrel 5400, descarga de datos a través de aplicación, a cada minuto. Ubicado a la altura del hipotálamo (h1, 1.55 m, según la altura promedio de la población mexicana (Tabla 24, pág.: 179), en Estación de Registro Ambiental (ERA).
- Registro 2. TBS, medida en °C. Registro por descarga de datos por micro SD, del instrumento REED R6250SD. Ubicado en altura de abdomen (h2, 1.10 m), en ERA.
- Registro 3. TBS, medida en °C. Registro por descarga de datos por micro SD, del instrumento REED SD-2010. Ubicado en altura de tobillos (h3, 0.10 m), en ERA.
- Registro 4. Humedad relativa (HR), medida en %. Registro por observación del instrumento Kestrel 5400. Ubicación h1 (1.55 m), en ERA.
- Registro 5. HR, medida en %. Registro por el instrumento REED R6250SD, descarga de datos a través de aplicación, a cada minuto. Ubicado en h2 (1.10 m), en ERA.
- Registro 6. Humedad relativa, medida en %. Registro por el instrumento REED SD-2010. Ubicación h3 (0.10 m), en ERA.
- Registro 7. Velocidad del viento (Vv), medido en m/s. Registro por el instrumento Kestrel 5400, descarga de datos a través de aplicación, a cada minuto. Ubicado en h1, en ERA.
- Registro 8. Dirección del viento (DirV), medido en grados decimales (°). Descarga de datos a través de aplicación, a cada minuto Kestrel 5400. Ubicación h1, en ERA.

- Registro 9. Calidad del aire (CO_2), medida en ppm. Captura y descarga de datos a través de aplicación, a cada 5 minutos HOBO MX1102. Ubicado en h1, en ERA.
- Registro 10. Material Particulado ($\text{PM}_{2.5}$), medidas en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Registro de datos a través de aplicación, a cada minuto de la aplicación en línea del instrumento ATMOTube. Ubicación h1, en ERA.
- Registro 11. Material Particulado (PM_{10}), medida en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Registro de datos a través de aplicación, a cada minuto de la aplicación en línea del instrumento. Ubicado en h1, en ERA.
- Registro 12. Compuestos Volátiles Compuestos (COV), medida en ppm. Registro de datos a través de aplicación, a cada minuto de la aplicación en línea del instrumento ATMOTube. Ubicación h1, en ERA.
- Registro 13. Medidor de Calidad del Aire – *Air Quality Score* (AQS), escala de medida sobre 100. Registro por observación de la aplicación en línea del instrumento ATMOTube. Ubicado en h1, en ERA.
- Registro 14. Nivel de ruido, medido en decibeles (dBA). Registro de datos a través de aplicación instalada en dispositivo portátil (Tablet), a cada cinco minutos de la aplicación en línea del instrumento EXTECH SL10. Ubicación h1, en ERA.

De esta manera se ubican nueve instrumentos para el registro de las variables ambientales y meteorológicas, a tres diferentes alturas, hipotálamo (h1, 1.55 m), abdomen (h2, 1.10 m) y tobillos (h3, 0.10 m), cabe destacar que 14 de las 17 variables se capturan digitalmente y solo tres de ellos de forma manual, por parte del instrumentista a través del CERAM.

Cabe destacar, el empleo del recurso Gráfico 49, una tabla que demuestra a través de una representación gráfica expresiva por emoticones, las escalas de posibles condiciones de

sensaciones y preferencias, correspondiente a cada variable que se cuestiona en la encuesta (temperatura, humedad, viento, calidad del aire, ruido, e iluminación).

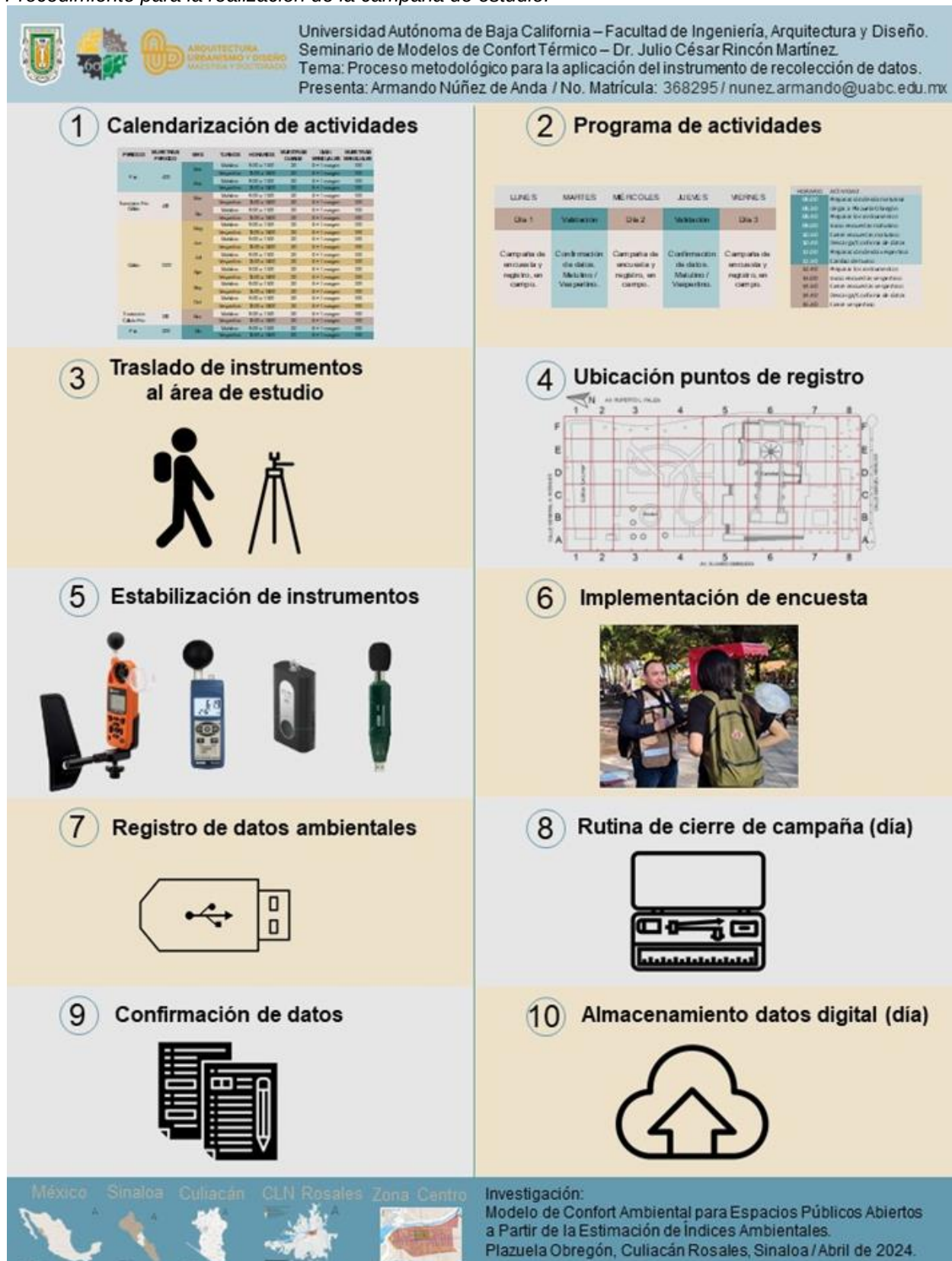
Gráfico 49.
Cédula de escalas de percepción y preferencia ambiental CAEPA.



Fuente: Adaptado a partir de ANSI/ASHRAE (2017); ISO 7726 (2021); ANSI/ASHRAE 55 (2020).

Gráfico 50.

Procedimiento para la realización de la campaña de estudio.



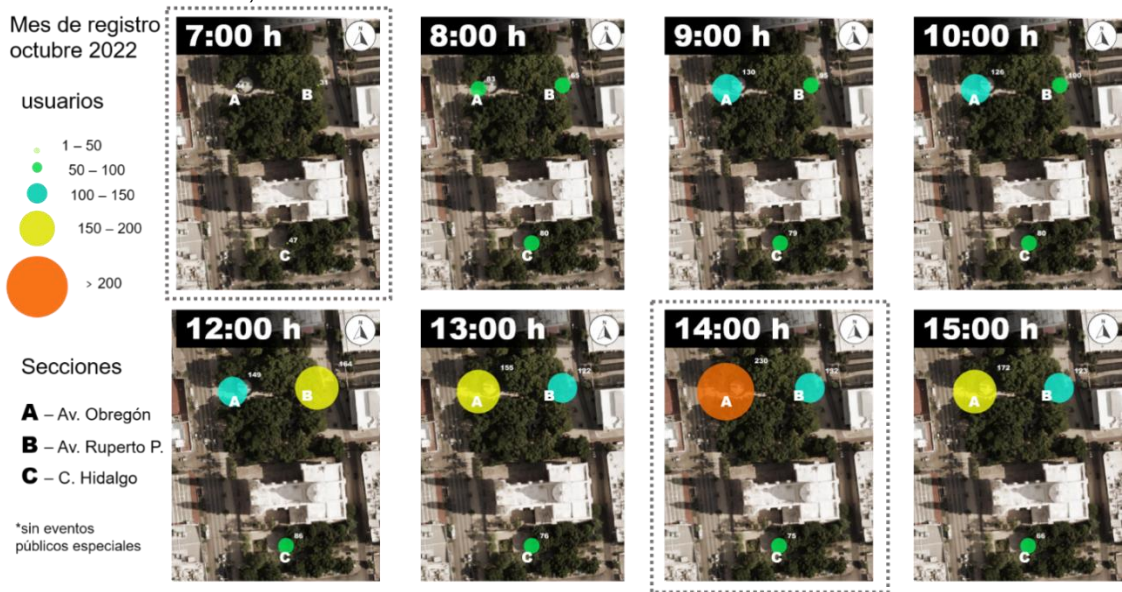
Una vez ubicado el procedimiento para la realización de la campaña de estudio, se previsualizaron las consideraciones para un día típico de registro en campo (Cuadro 13).

Cuadro 13.
Consideraciones durante un día típico de registro.

HORARIO	ACTIVIDAD
08:30	Llegar a Plazuela Obregón
08:40	Preparar los instrumentos
09:00	Inicio encuestas matutino
11:00	Cierre encuestas matutino
11:30	Descarga/Confirma de datos
12:30	Cambio de turno
13:40	Preparar los instrumentos
14:00	Inicio encuestas vespertino
16:00	Cierre encuestas vespertino
16:30	Descarga/Confirma de datos
17:00	Cierre vespertino

Adicionalmente, se realizó un aforo para conocer los horarios en los cuales existían las menores y mayores concurrencia de gente en la Plazuela, a razón en determinar los horarios de mayor factibilidad para el registro en campo (Gráfico 51).

Gráfico 51.
Aforo en Plazuela Rosales, durante mes de octubre.



Apéndice VIII. Especificaciones de Instrumentos y Ecuaciones de Calibración

Respecto al instrumental empleado para la medición de las variables higrotérmicas, se empleó un termo anemómetro (marca Kestrel, modelo 5400FW), dos termohigrómetros (marca REED, modelo SD2010 y R6250SD) y una pistola de rayo infrarrojo (marca Fluke, modelo 59MAX); además para los registros de calidad del aire, los instrumentos empleados fueron, un medidor de CO₂ (marca HOBO, modelo MX1102A), así como un medidor portable para el registro de contaminación del aire (marca ATMOtube, modelo PRO); mientras que, para la medición de ruido, se empleó un sonómetro (marca UNI-T, modelo UT353 BT), un luxómetro (marca Extech, modelo LT 10) y para finalizar un piranómetro para el registro de radiación solar (marca S/D, modelo SM206), cuyas especificaciones se muestran en el siguiente Cuadro 14.

Cuadro 14.

Instrumentos de medición para registro de variables ambientales.

Instrumentos	Parámetro de registro	Precisiones de medición	Especificaciones técnicas
	1. Medidor de estrés térmico, Temperatura del Bulbo Seco TBS (°C); Temp. Globo Gris TGg, Temp. Bulbo Húmedo TBH; Humedad Relativa HR (%) Marca: REED Modelo: 2010SD y R6250SD Tipo: inalámbrico Clase 2: Certificación ante CE.	Rangos temp: ± 0.0 a 50.0 °C Precisión (exteriores): ± 1.5 °C Tiempo de respuesta: 1 s Rangos HR: de 5 a 95 % Precisión: ± 3 % Tiempo de respuesta: 1 s Registros: de 1 a 3600 s	Tiempo de estabilización: 20 minutos Tipo de registro: Memoria SD Tipo de instrumento: Análogo / Automatizado
	2. Medidor de CO ₂ , dióxido de carbono (ppm). Marca: ONSET Modelo: HOBO MX-1102 Tipo: inalámbrico Clase 2: Certificación ante CE, FCC, ICC.	Rango CO ₂ : 0 a 5,000 ppm Precisión: ± 50 ppm Registros: 1min Tiempo de respuesta (Ta): 12 min Tiempo de respuesta (HR): 1 min Tiempo de respuesta (CO ₂): 1 min	Tiempo de estabilización: 1 minuto Tipo de registro: Bluetooth Tipo de instrumento: Automatizado
	3. Medidor portable de la contaminación del aire por – PM1, PM2.5, PM10, VOCs, AQS. Marca: ATMOtube Modelo: 2501573 Pro Tipo: inalámbrico	Rangos PM1 (8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); PM 2.5 (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); PM10 (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) Tiempo de respuesta: 1 s AQS-Air Quality Score (0 a 100) Rangos VOCs (0.60 ppm) Registros: estimados hasta 5 días	Tiempo de estabilización: 1 minuto Tipo de registro: Bluetooth Tipo de instrumento: Automatizado

	Clase 2: FCC (Comisión Federal Comunicación) 4. Anemómetro unidireccional, con veleta – velocidad viento (m/s) Dirección de viento (decimales) Índice de Estrés Térmico (°C) Humedad Relativa (%) Marca: Kestrel Modelo: 5400 (link) Clase 1: Certificado CE, RoHS, FCC, IC, NIST.	Rangos temp: -29.0 a 70.0 °C Precisión: 0.5 °C Resolución: 0.1 °C Rangos VV: 0.6 a 40.0 m/s Resolución: 0.1 m/s Registros: cada 10 segundos	Tiempo de estabilización: 15 minutos Tipo de registro: Bluetooth Tipo de instrumento: Automatizado
	5. Luxómetro (lux) Marca: EXTECH Modelo: LT10 Tipo: análogo Clase 2: ANSI / IEC 61672	Rangos: 40,000 lux Precisión: 10.76 lux Tiempo de respuesta: 2.5 seg. Error espectral: ±2%	Tiempo de estabilización: 1 minuto Tipo de registro: Manual Tipo de instrumento: Análogo
	6. Sonómetro (dBA) Marca: UNI-T Modelo: UT353 BT Tipo: digital Clase 2: UK; CA; CE	Rangos: 30 a 130 dBA Tiempo de respuesta: 50 ms Precisión: ±1.5 dB(A) Registros: cada 1 segundo	Tiempo de estabilización: 1 min Tipo de registro: Bluetooth Tipo de instrumento: Automatizado
	7. Piranómetro (W/m²) Marca: Modelo: SM206-Solar Tipo: análogo Clase 3: no definida.	Rangos: 0.1 a 1999.9 W/m² Tiempo de respuesta: 50 ms Precisión: 0.1 W/m² Registros: determinados manualmente por usuario. Recomendación: orientar al Sol, no menos de 45° de la vertical.	Tiempo de estabilización: 1 minuto Tipo de registro: Manual Tipo de instrumento: Análogo
	8. Termómetro infrarrojo (°C) Marca: FLUKE Modelo: 59 MAX Tipo: análogo Clase 1: EN/IEC 61010-1:2001; FDA; EN 60825-1.	Rangos de medición: -30 °C a 350 °C Precisión: ±1.5 °C Respuesta espectral: 8 a 14 micrones	Tiempo de estabilización: 1 minuto Tipo de registro: Manual Tipo de instrumento: Análogo

De forma complementaria a los instrumentos de medición ambiental, se emplearon igualmente durante la campaña de estudio, un par de flexómetros convencionales de 5.0 m, una báscula portátil digital, un par de estuches adaptados para el cuidado de los instrumentos al momento de ser resguardados, se contó con una tableta digital, con ranuras para recepción de Micro SD, para efectos de descarga de información de los termohigrómetros, en el instante de término y una mochila con suficientes dimensiones para el traslado de los instrumentos.

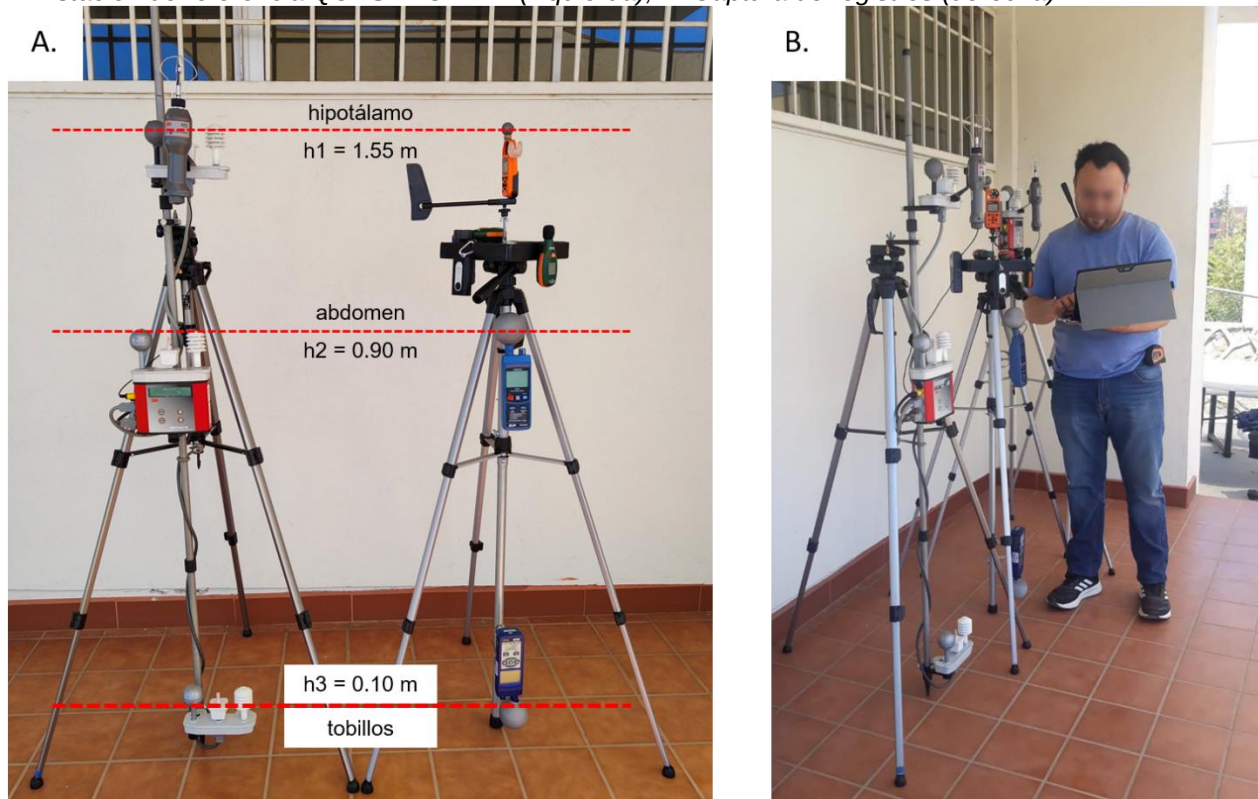
Apéndice IX. Calibración de Instrumentos y Ecuación de Corrección

A continuación, se muestran los resultados derivados de la calibración de los instrumentos: Kestrel 5400 (h1), REED R6250SD (h2), REED SD2010 (h3), en comparación al instrumento calibrado en laboratorio QUESTemp36 (instrumento de referencia), el cual contiene igualmente las tres alturas, hipotálamo (h1, 1.55 m), abdomen (h2, 1.10 m) y tobillos (h3, 0.10 m), conforme a las valoraciones del ambiente térmico: temperatura del bulbo seco (TBS), humedad relativa (HR), velocidad de viento (Vv), temperatura del bulbo húmedo (TBH), temperatura de globo gris (TGg). Adicionalmente a la calibración para los luxómetros EXTECH LT10, en comparación al luxómetro UT383 BT, conforme a la variable de iluminación (lux), colocados a una altura (h1).

Cabe mencionar, que los seis instrumentos: Kestrel 5400, REED R6250SD, REED SD2010, EXTECH LT10, UT383 BT(referencia iluminación) y el QUESTemp36 (referencia ambiente térmico – QTr h1), fueron colocados a las alturas correspondientes de cotejo (Gráfico 52), de acuerdo a un horario a partir de las 11:40 h hasta 15:38 h, a cada 10 minutos de ser posible, con excepción del primer registro el cual demoró 30 minutos por cuestión de ajustes técnicos en la hoja de captura, por el cual se obtuvieron 21 registros en total. Cabe destacar que a fin de homologar las condiciones ambientales a las cuales se expusieron tanto los instrumentos de referencia como a ser calibrados, se buscó un entorno exterior a la sombra en el cual las variables a registrar presentaran una oscilación frecuente, a fin de favorecer la dinámica de registro necesaria que permitiera la mayor cantidad de registros en el menos tiempo de exposición. Además, para mermar el error humano el registro se llevó a cabo manualmente en una matriz generada en Excel que permitiera agrupar los datos por variable e instrumento de acuerdo a conforme el proceso práctico lo permitiera.

Gráfico 52.

A. Estación de referencia QUEST Vs. ERA (izquierda); B. Captura de registros (derecha).

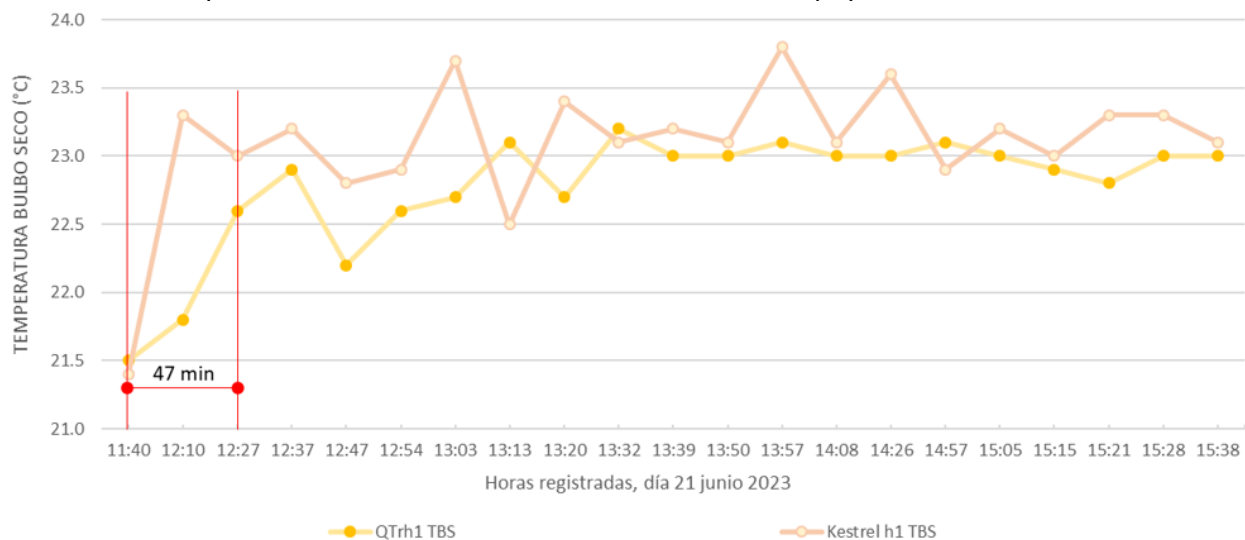


Identificación del periodo de estabilización

La calibración para el Kestrel 5400 (h1), de acuerdo a la variable de temperatura del bulbo seco (TBS), mostró un tiempo de estabilización a los 47 minutos, a partir del cual mantiene un comportamiento en paralelo a las valoraciones del QTr h1 (Gráfico 53).

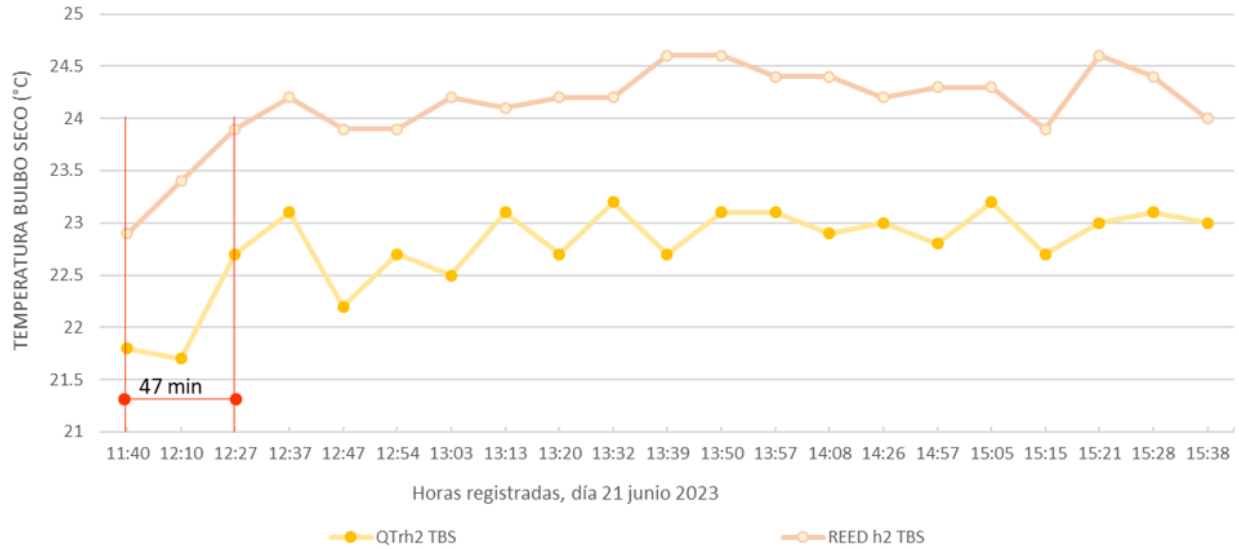
Gráfico 53.

Identificación del periodo de estabilización de la TBS – Kestrel 5400 (h1).



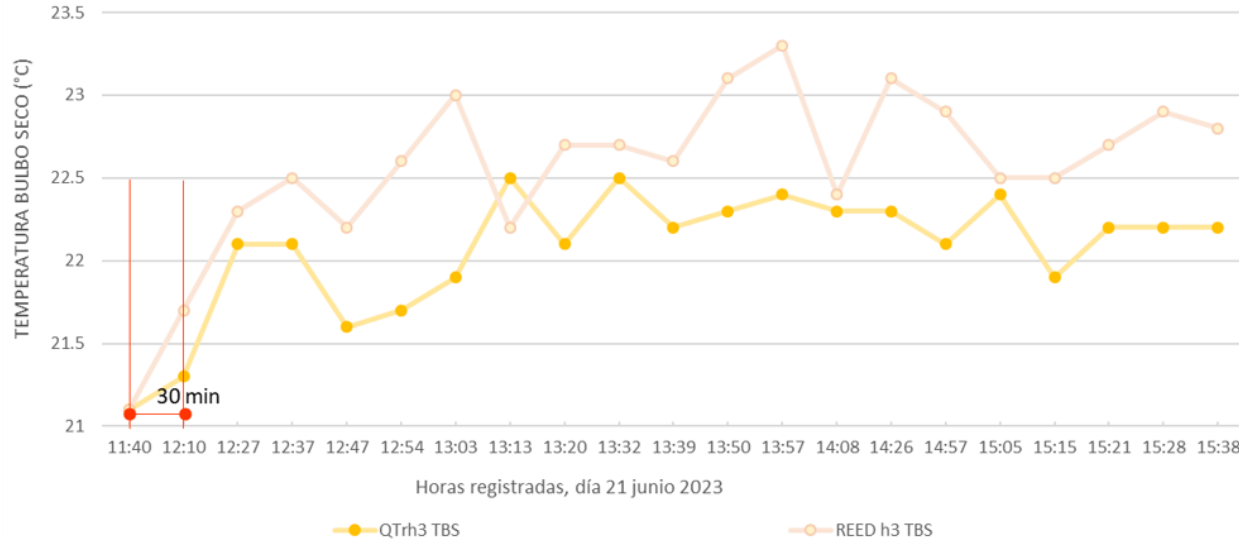
Por otra parte, la calibración para el REED R6250SD (h2), de acuerdo a la variable de temperatura del bulbo seco (TBS), mostró un tiempo de estabilización igualmente a los 47 minutos, a partir del cual mantiene un comportamiento similar en paralelo a las valoraciones del QTr h2, como se demuestra en el siguiente Gráfico 54.

Gráfico 54.
Calibración TBS – REED R6250SD (h2).



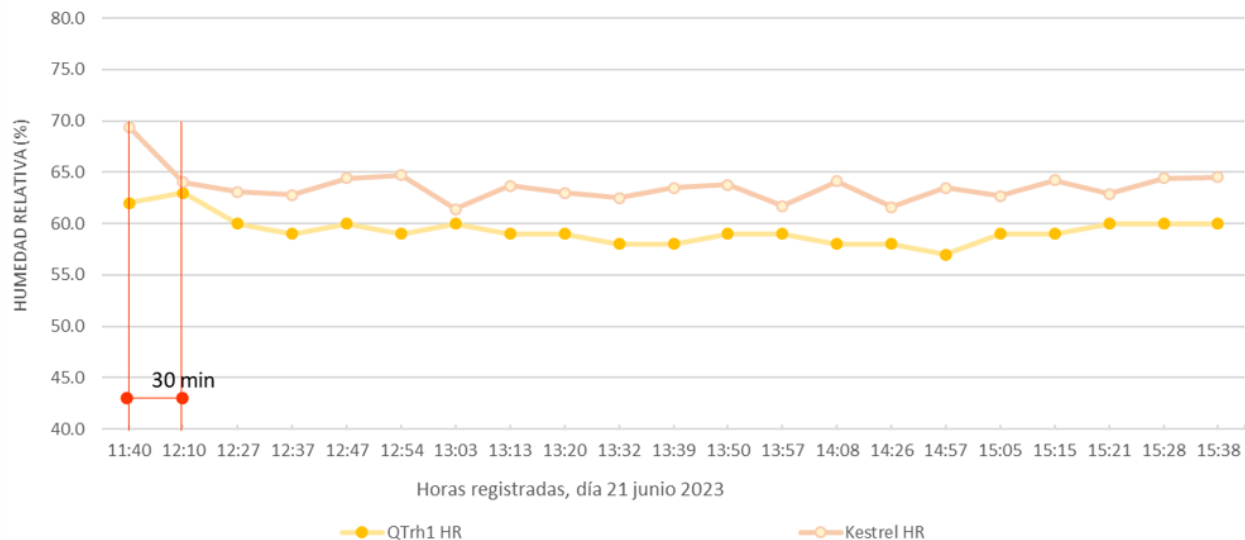
A su vez, la calibración para el REED SD2010 (h3), de acuerdo a la variable de temperatura del bulbo seco (TBS), mostró un tiempo de estabilización reducido a los 30 minutos, a partir del cual mantiene un comportamiento similar en paralelo a las valoraciones del QTr h3, (Gráfico 55).

Gráfico 55.
Calibración TBS – REED SD2010 (h3).



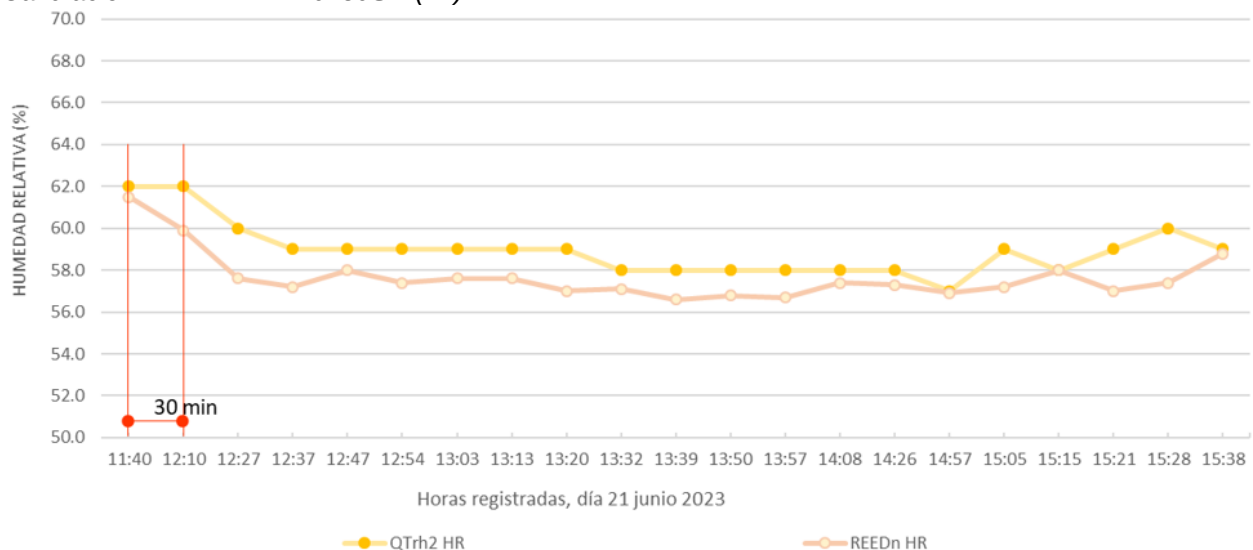
Así mismo, la calibración del Kestrel 5400 (h1), respecto a la variable de humedad relativa (%), mostró un tiempo de estabilización reducido a los 30 minutos, a partir del cual mantiene un comportamiento en paralelo a las valoraciones del QTr h1 (Gráfico 56).

Gráfico 56.
Calibración HR – Kestrel 5400 (h1).



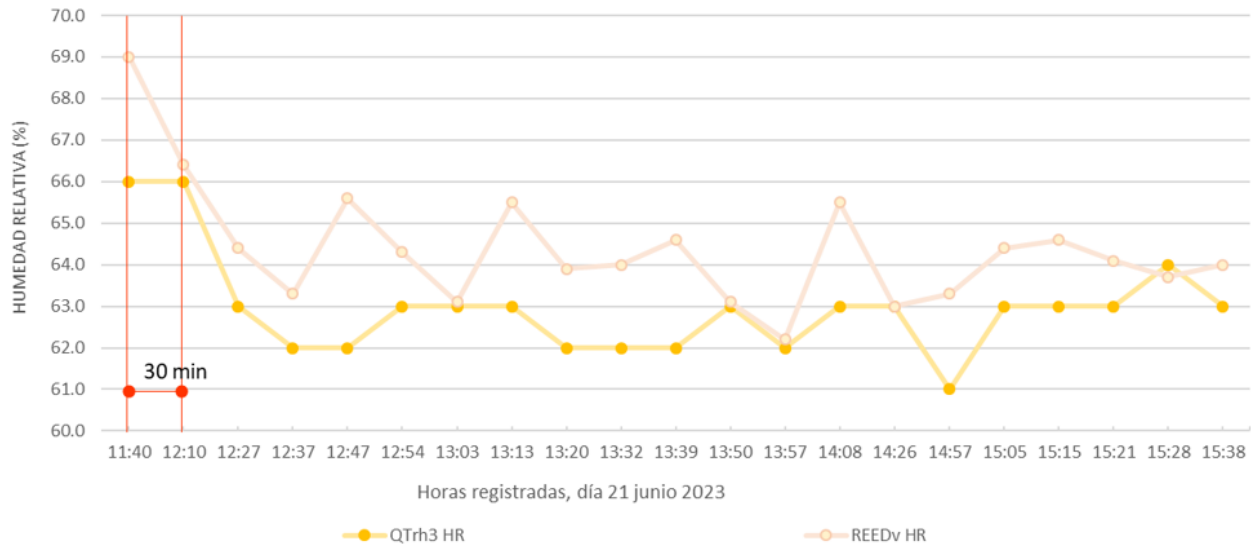
De igual manera, la calibración para el REED R6250SD (h2), de acuerdo a la variable de humedad relativa (HR), mostró un tiempo de estabilización igualmente a los 47 minutos, a partir del cual mantiene un comportamiento similar a las valoraciones del QTr h2 (Gráfico 57).

Gráfico 57.
Calibración HR – REED R6250SD (h2).



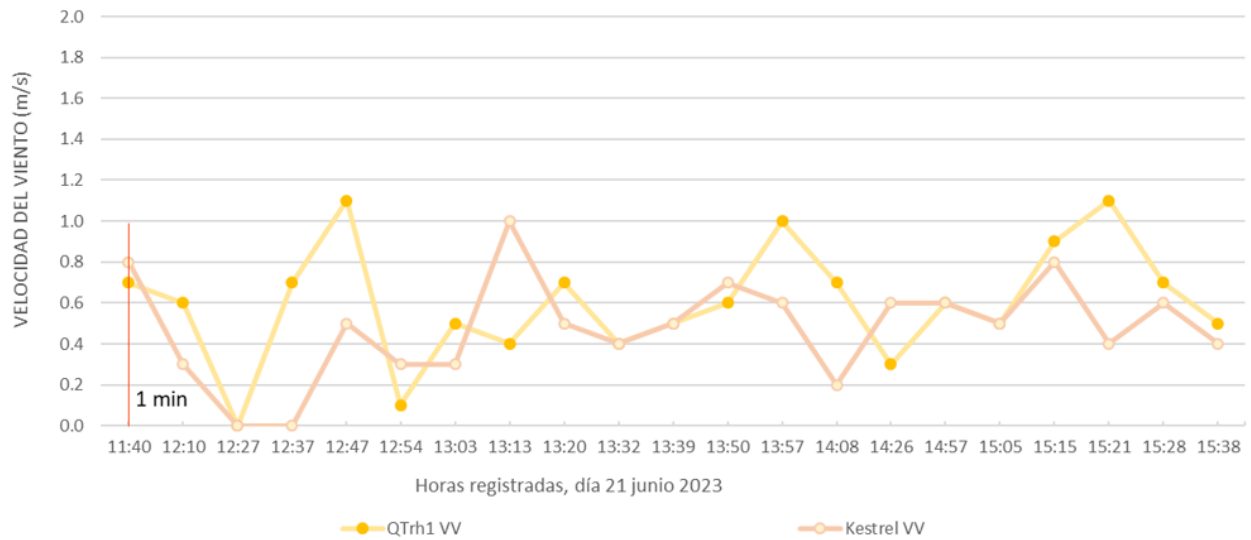
Adicionalmente, la calibración para el REED SD2010 (h3), de acuerdo a la variable de humedad relativa (HR), mostró un tiempo de estabilización reducido a los 30 minutos, a partir del cual mantiene un comportamiento paralelo a las valoraciones del QTr h3 (Gráfico 58).

Gráfico 58.
Calibración HR – REED SD2010 (h3).



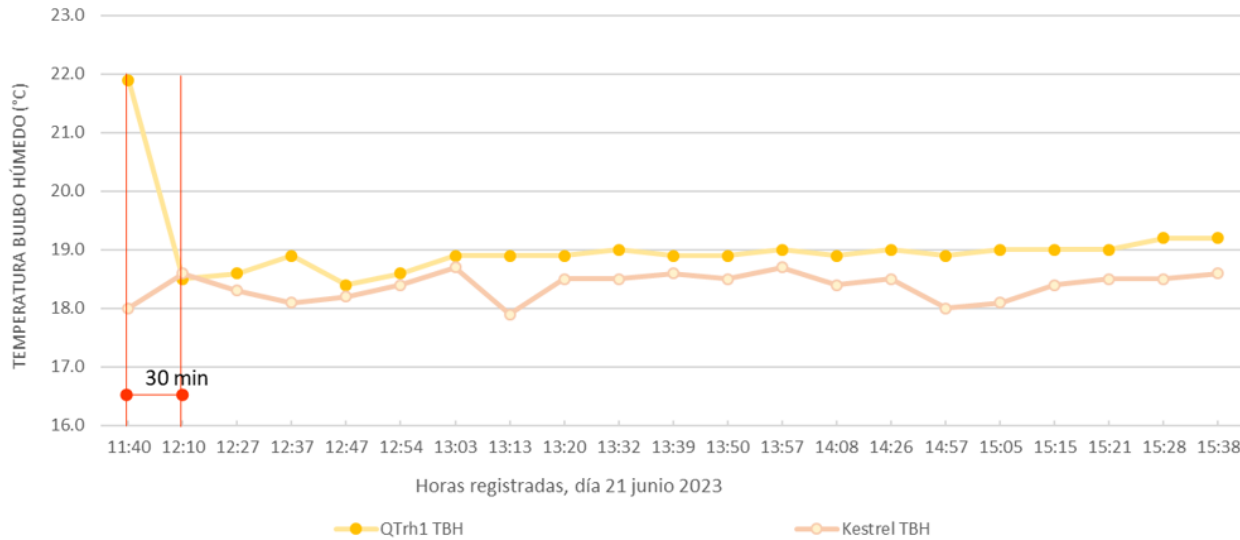
Los resultados de calibración del Kestrel 5400 (h1), de acuerdo a la variable por velocidad del viento (Vv), mostró un tiempo de estabilización a partir del primer minuto de encendido, del cual mantiene un comportamiento semejante del QTr h1 (Gráfico 59).

Gráfico 59.
Calibración VV – Kestrel 5400 (h1).



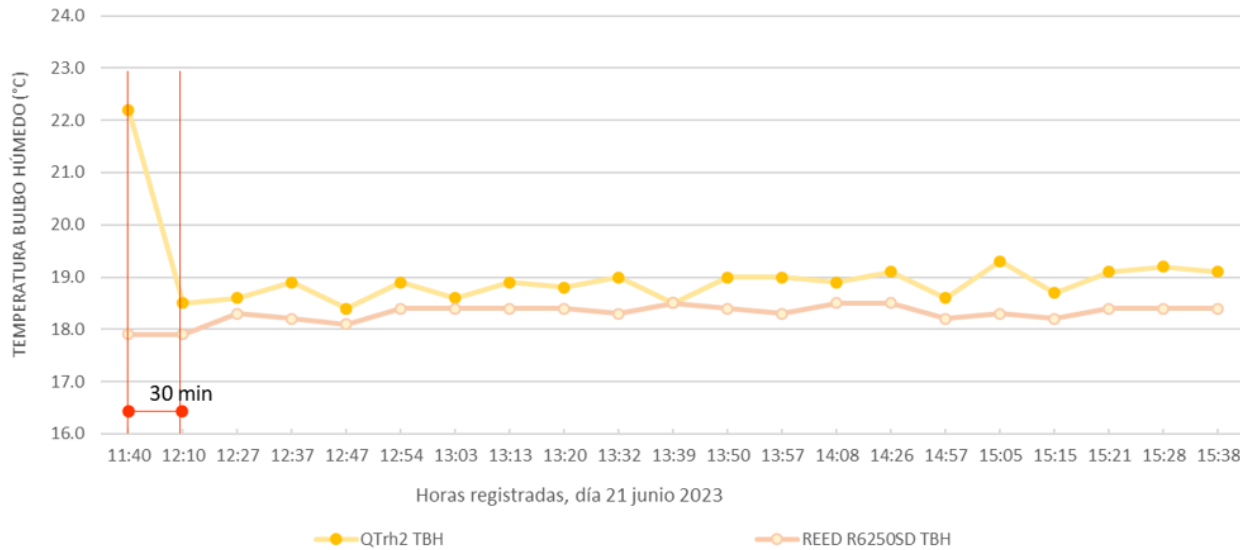
En otro aspecto, la calibración para el Kestrel 5400 (h1), de acuerdo a la variable de temperatura del bulbo húmedo (TBH), mostró un tiempo de estabilización a los 30 minutos, a partir del cual mantiene un comportamiento paralelo a las valoraciones del QTr h1 (Gráfico 60).

Gráfico 60.
Calibración TBH – Kestrel 5400 (h1).



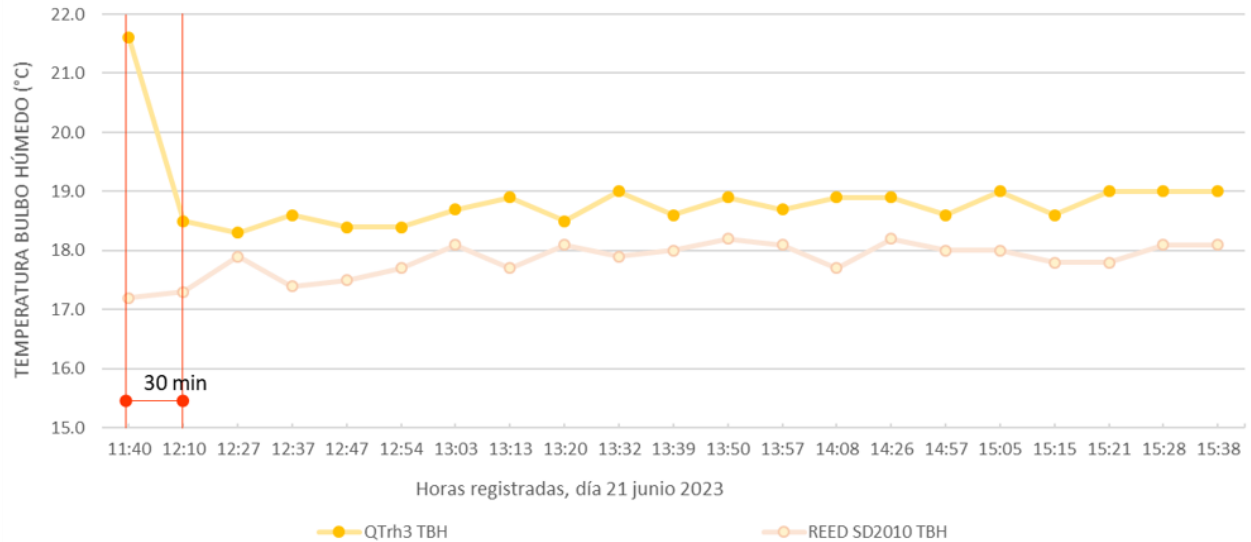
La calibración para el REED R6250SD (h2), de acuerdo a la variable de temperatura del bulbo húmedo (TBH), mostró un tiempo de estabilización a los 30 minutos, a partir del cual mantiene un comportamiento similar en paralelo a los registros del QTr h2 (Gráfico 61).

Gráfico 61.
Calibración TBH – REED R6250SD (h2).



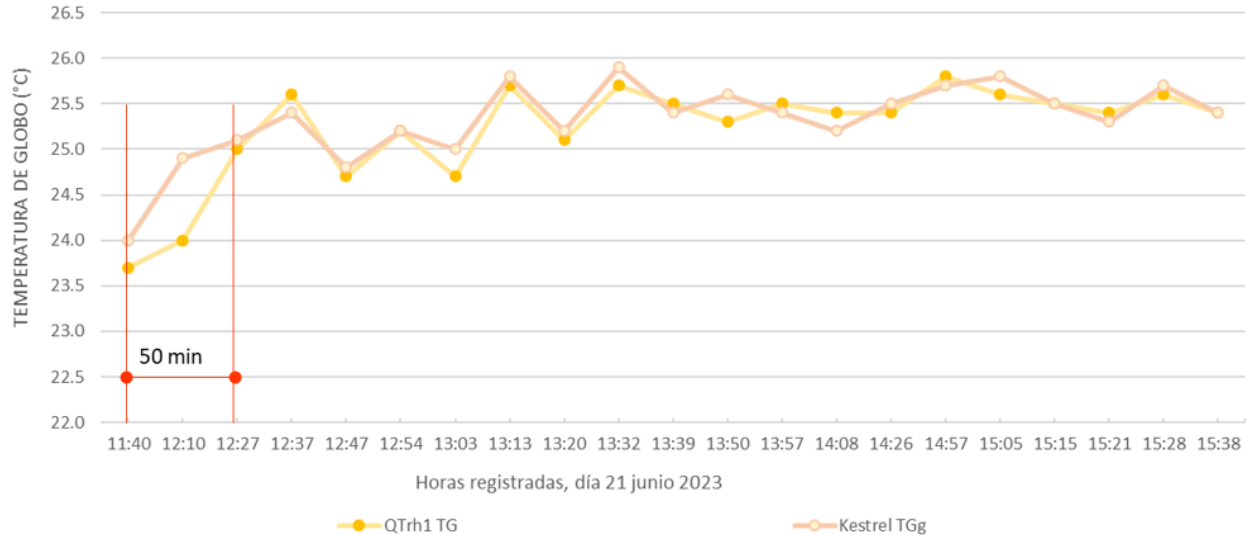
La calibración para el REED SD2010 (h3), de acuerdo a la temperatura del bulbo húmedo (TBH), mostró un tiempo de estabilización reducido a los 30 minutos, a partir del cual mantiene un comportamiento similar en paralelo a las valoraciones del QTr h3 (Gráfico 62).

Gráfico 62.
Calibración TBH – REED SD2010 (h3).



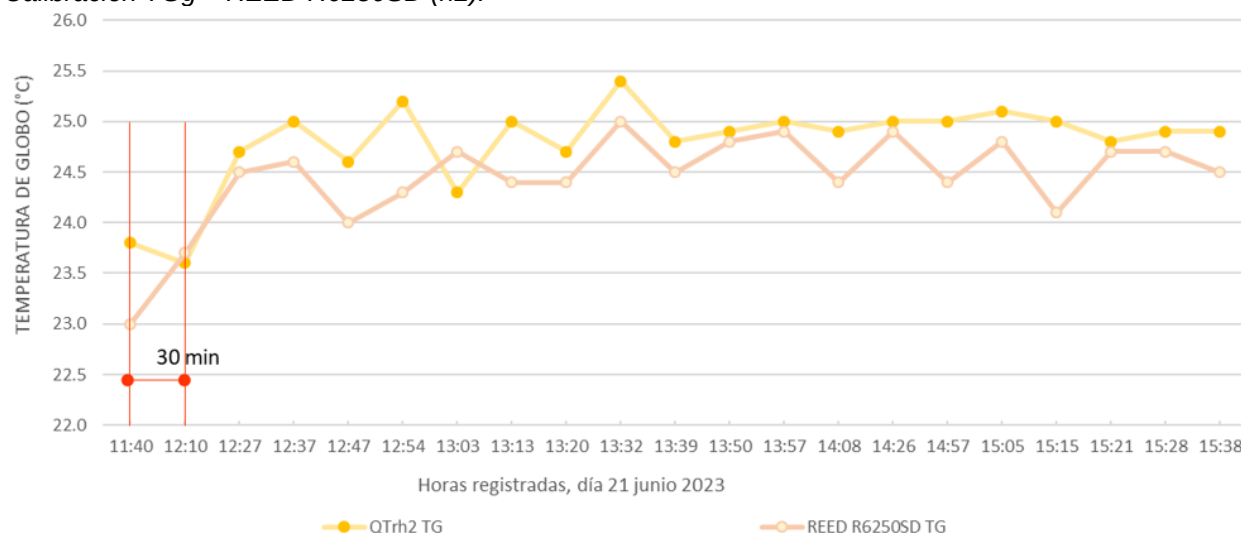
La calibración para el Kestrel 5400 (h1), de acuerdo a la variable de temperatura del globo gris (TGg), mostró un tiempo de estabilización extendido hasta los 50 minutos, a partir del cual mantiene un comportamiento paralelo a las valoraciones del QTr h1 (Gráfico 63).

Gráfico 63.
Calibración TGg – Kestrel 5400 (h1).



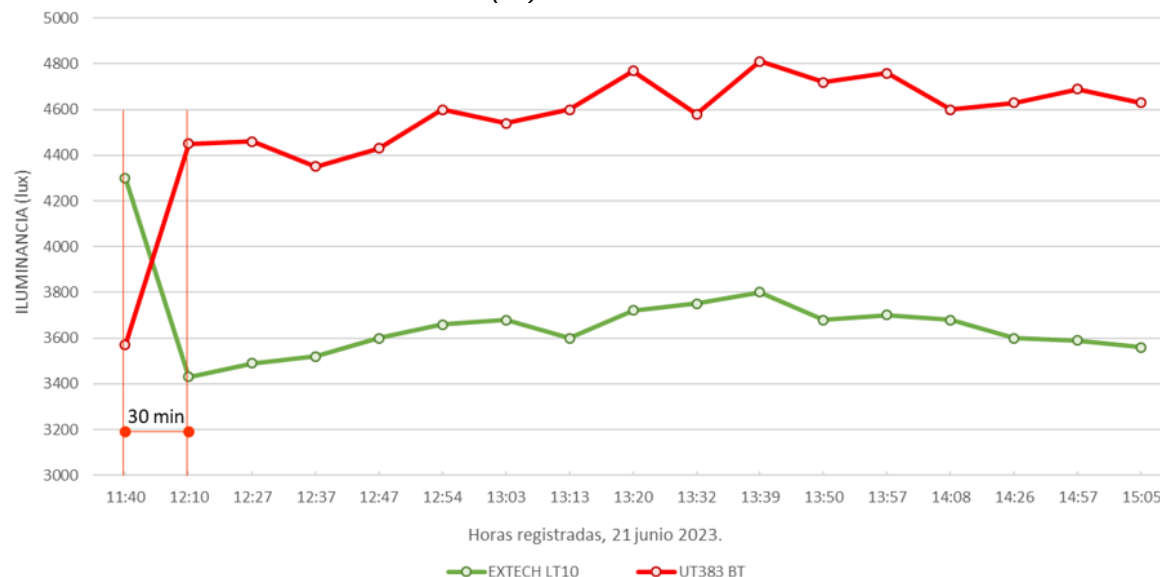
La calibración para el REED R6250SD (h2), de acuerdo a la variable de temperatura del globo gris (TGg), mostró un tiempo de estabilización a los 30 minutos, a partir del cual mantiene un comportamiento similar en paralelo a los registros del QTr h2 (Gráfico 64).

Gráfico 64.
Calibración TGg – REED R6250SD (h2).



Por otra parte, la calibración para el EXTECH LT10 (h1), de acuerdo a la variable de iluminación (lux), mostró un tiempo de estabilización a los 30 minutos, a partir del cual mantiene un comportamiento a la inversa del inicio, pero luego de encontrar el tiempo de estabilización, se mantiene en paralelo a los registros del QTr h2 (Gráfico 65).

Gráfico 65.
Calibración iluminación – EXTECH LT10 (h1).

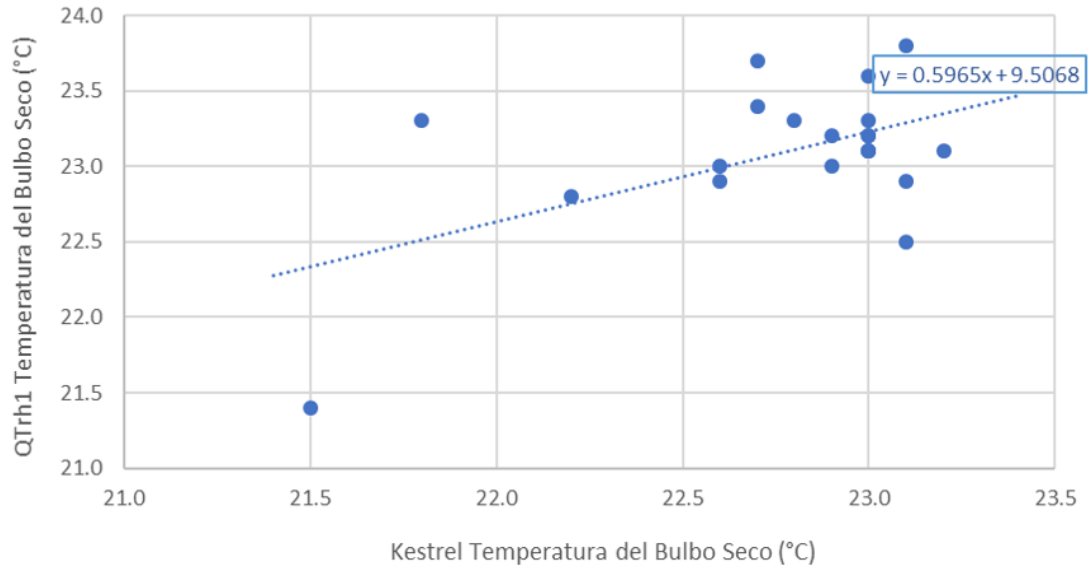


Ecuación de corrección por variable ambiental.

En cuanto a la corrección de la TBS – Kestrel 5400 (h1), se obtuvo una ecuación lineal $y=0.5965x + 9.5068$ (Gráfico 66), equivale a un factor de corrección promedio de 0.525 °C, registro con una diferencia menor a 1 °C en comparación al QTr h1.

Gráfico 66.

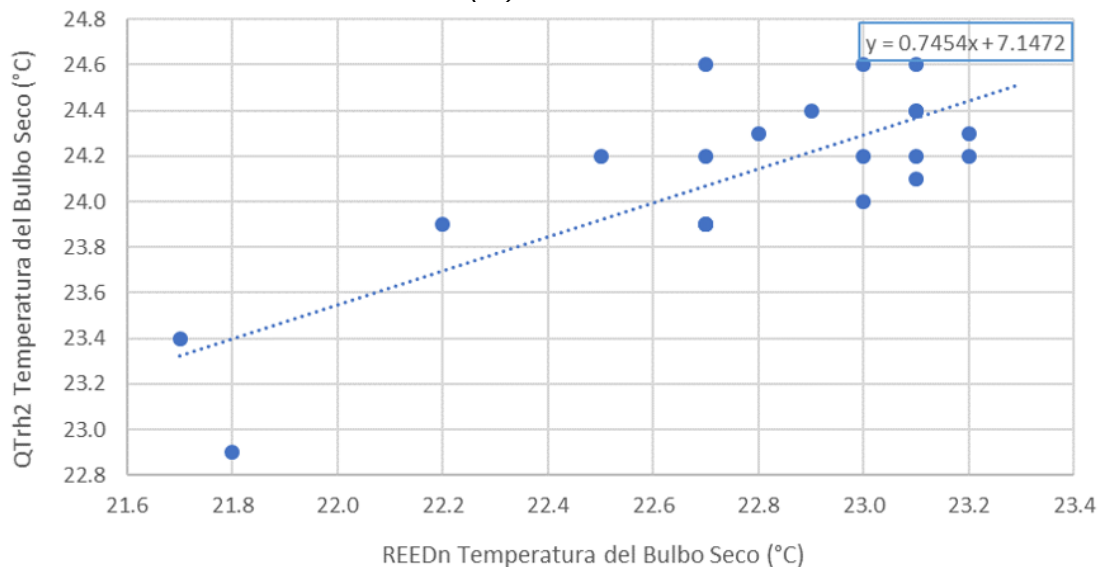
Factor de corrección TBS – Kestrel 5400 (h1).



A su vez, el factor de corrección para la valoración de TBS – REED R6250SD (h2), corresponde a la ecuación $y=0.7454x + 7.1472$ (Gráfico 67), equivalente a un valor absoluto promedio total de 2.353 °C, el cual muestra prácticamente una diferencia de 2.00 °C en comparación al QTr H2.

Gráfico 67.

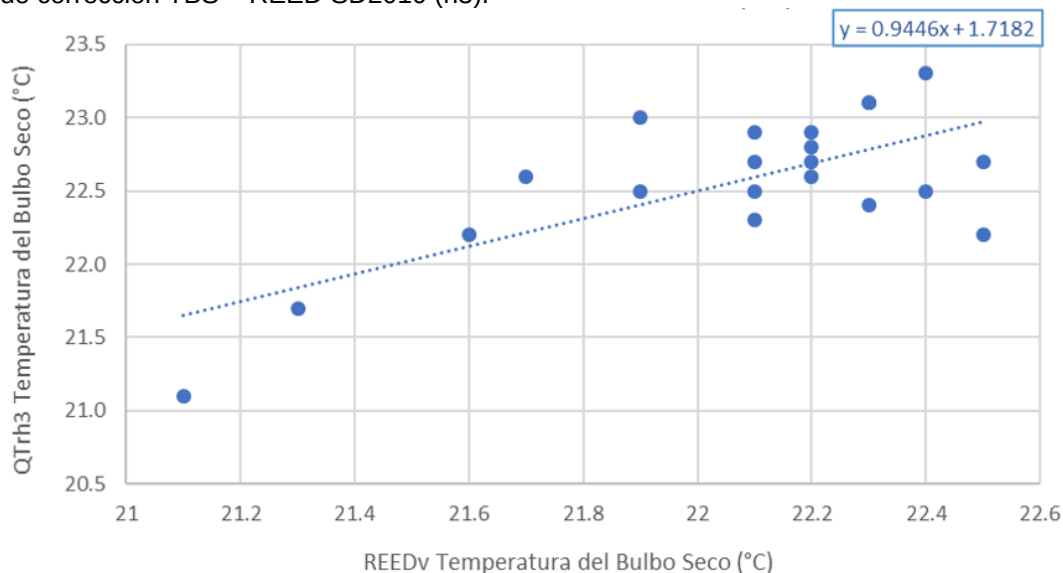
Factor de corrección TBS – REED R6250SD (h2).



De igual forma, el factor de corrección para la valoración de TBS – REED SD2010 (h3), correspondiente a la ecuación $y=0.9446x + 1.7182$ (Gráfico 68), equivale a un valor absoluto promedio total de 0.964 °C, el cual prácticamente difiere en 1 °C en comparación al QTr h3.

Gráfico 68.

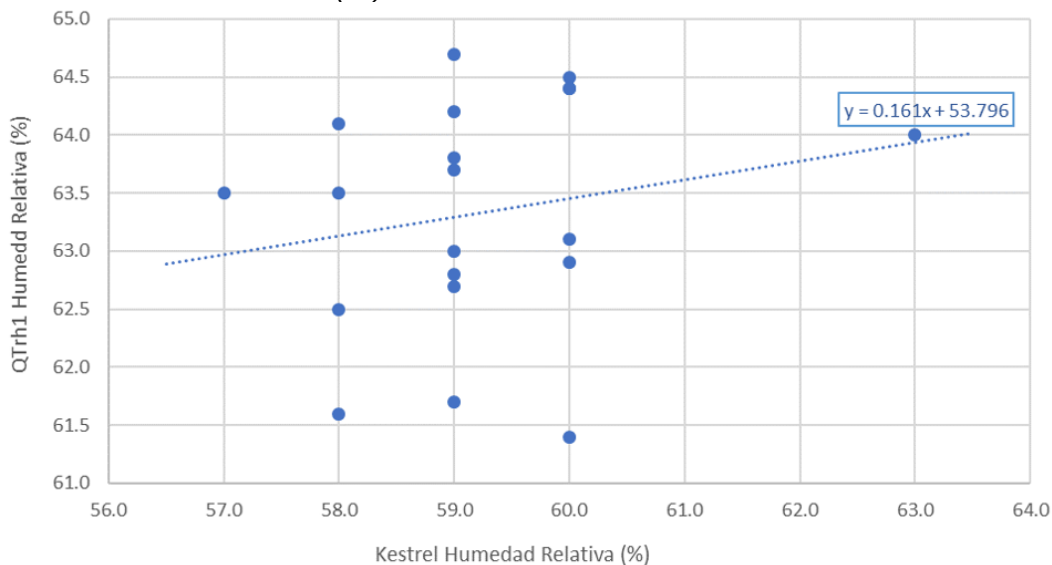
Factor de corrección TBS – REED SD2010 (h3).



El factor de corrección encontrado para la valoración de HR – Kestrel 5400 (h1), corresponde a la ecuación $y=0.161x + 53.796$, equivalente a un valor absoluto promedio total de 4.791 % (Gráfico 69), el cual es un valor diferencial mínimo respecto a la escala del 100 %.

Gráfico 69.

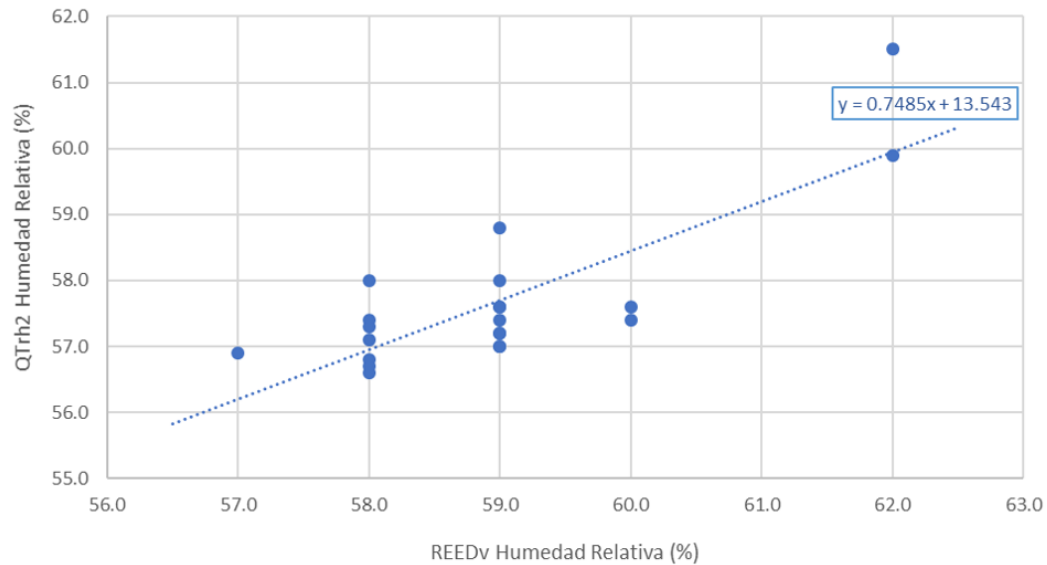
Factor de corrección HR – Kestrel 5400 (h1).



A su vez, el factor de corrección para la valoración de HR – REED R6250SD (h2), corresponde a la ecuación $y=0.7485x + 13.543$, equivalente a un valor absoluto promedio total de 2.246 % (Gráfico 70), el cual muestra diferencia mínima de 2.0 %, comparado a QTr H2.

Gráfico 70.

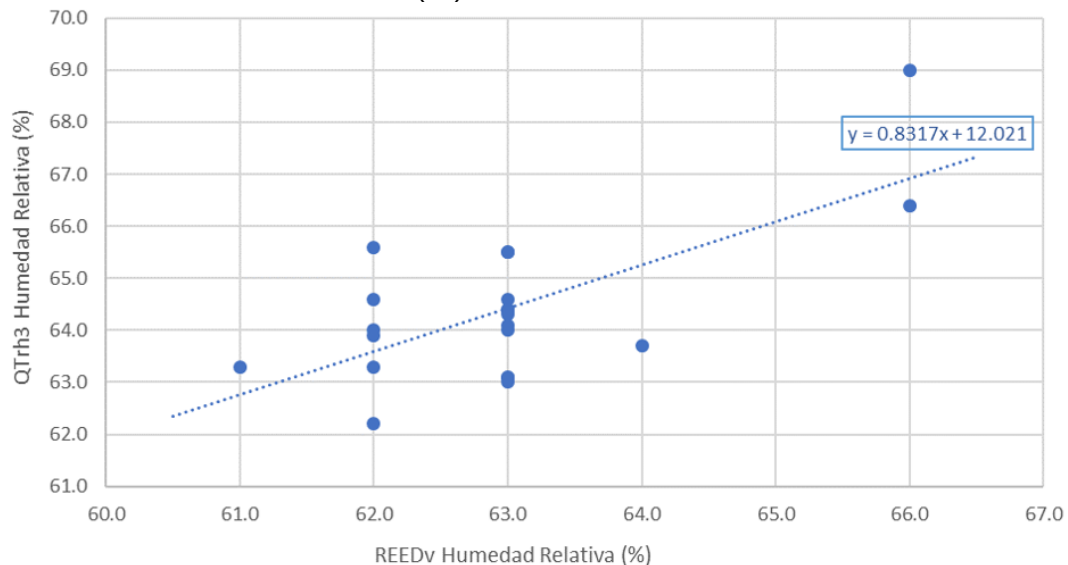
Factor de corrección HR – REED R6250SD (h2).



Igualmente, el factor de corrección para la valoración de HR – REED SD2010 (h3), corresponde a la ecuación $y=0.8317x + 12.021$ (Gráfico 71), equivale a un valor absoluto promedio= 2.614 %, el cual expresa una diferencia mínima de 2.0 %, en comparación a QTr h3.

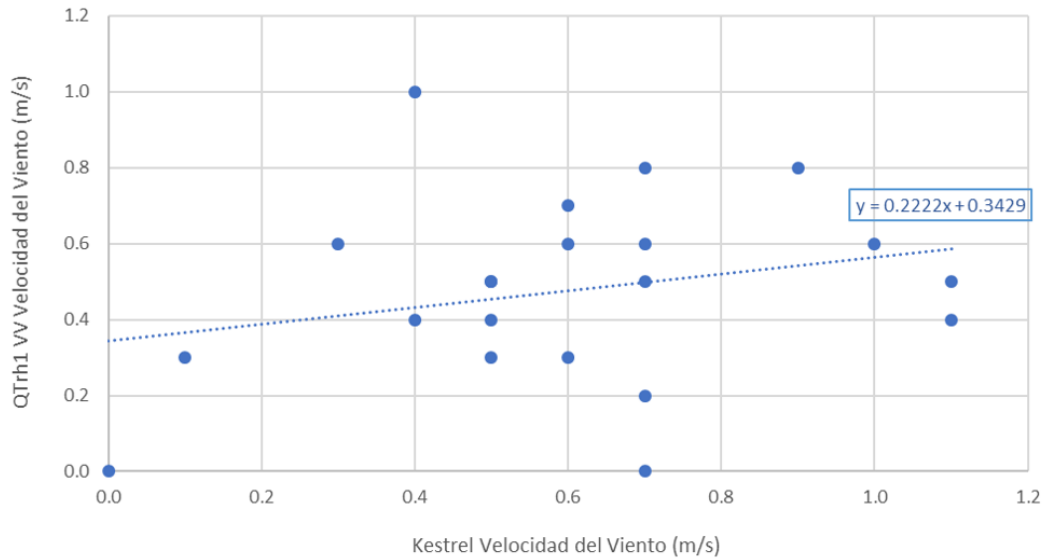
Gráfico 71.

Factor de corrección HR – REED SD2010 (h3).



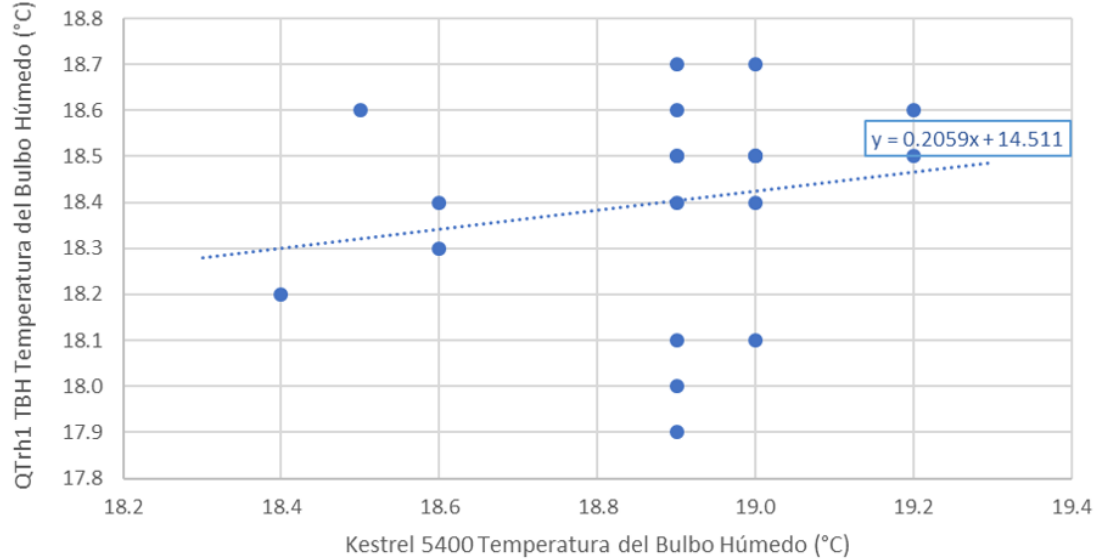
Por otra parte, el factor de corrección para la valoración por Vv – Kestrel 5400 (h1), corresponde a la ecuación $y=0.2222x + 0.3429$ (Gráfico 72), equivalente a un valor absoluto promedio total de 0.249 m/s, el cual expresa una diferencia mínima en comparación al QTr h1.

Gráfico 72.
Factor de corrección Vv – Kestrel 5400 (h1).



El factor de corrección para la valoración por TBh – Kestrel 5400 (h1), corresponde a la ecuación $y=0.2059x + 14.511$ (Gráfico 73), equivale a un valor absoluto promedio total de 0.585 °C, registro con una diferencia menor a 1 °C en comparación al QTr h1.

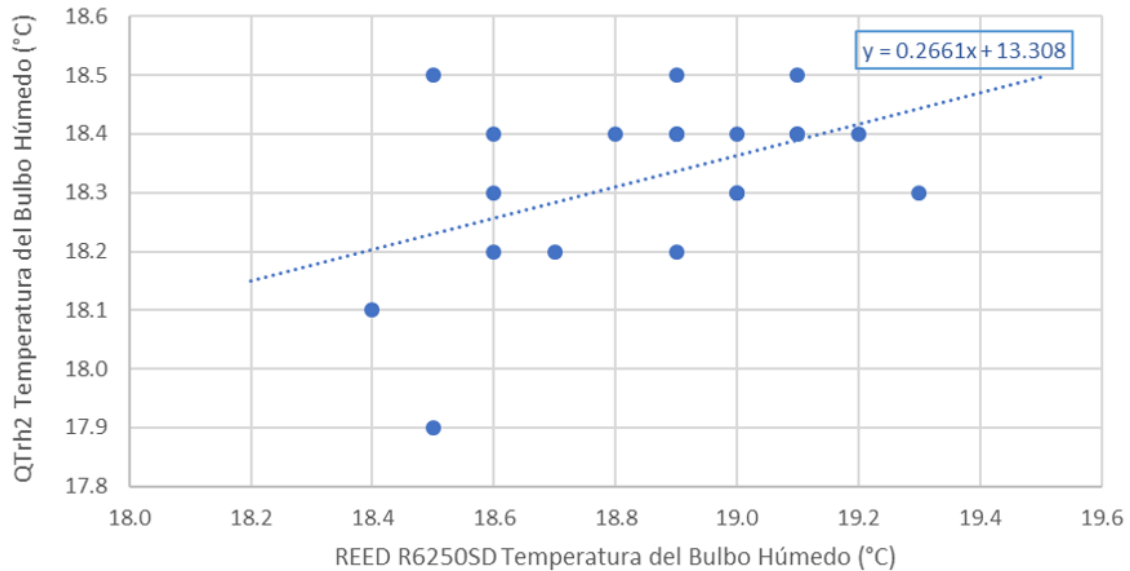
Gráfico 73.
Factor de corrección TBH – Kestrel 5400 (h1).



El factor de corrección para la valoración de TBH – REED R6250SD (h2), corresponde a la ecuación $y=0.2661x + 13.308$ (Gráfico 74), equivalente a un valor absoluto promedio total de 0.7 °C, el cual muestra prácticamente una diferencia mínima en comparación al QTr H2.

Gráfico 74.

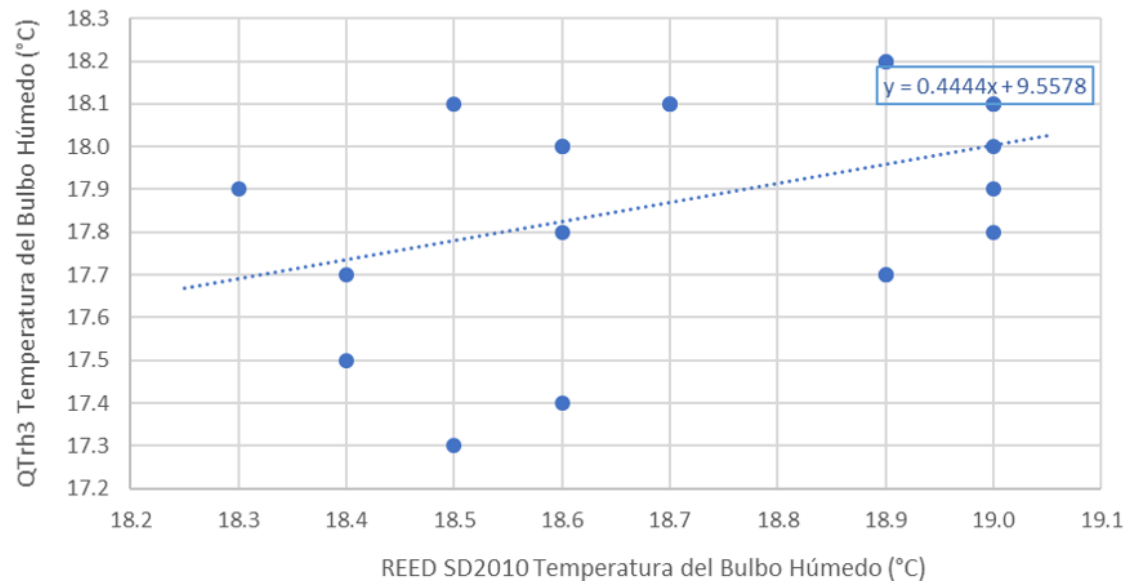
Factor de corrección TBH – REED R6250SD (h2).



El factor de corrección para la valoración de TBH – REED SD2010 (h3), corresponde a la ecuación $y=0.4444x+9.5578$ (Gráfico 75), equivalente a un valor absoluto promedio total de 1.2 °C, el cual prácticamente difiere prácticamente en 1 °C en comparación al QTr h3.

Gráfico 75.

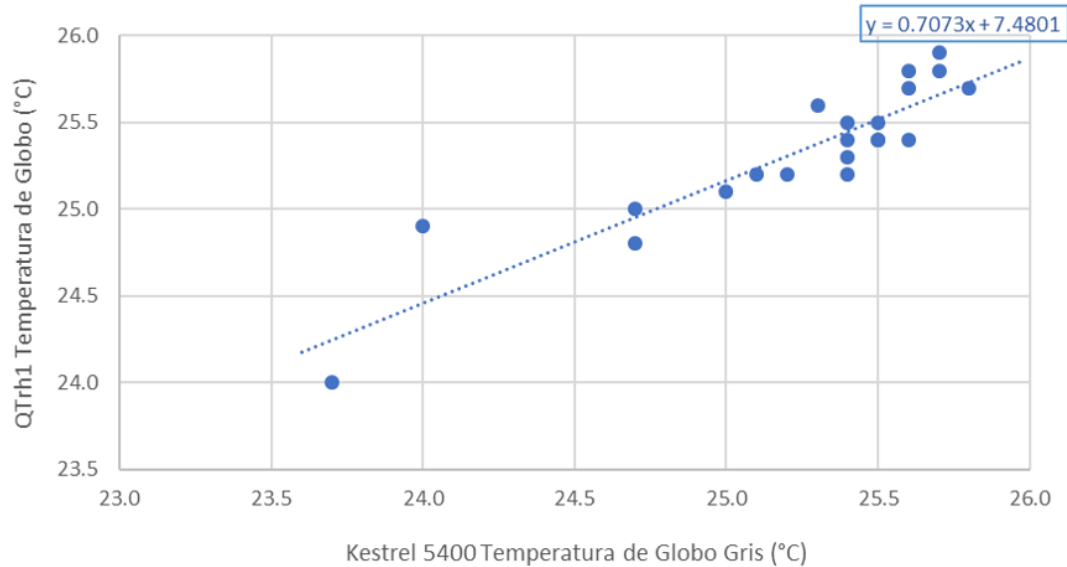
Factor de corrección TBG – REED SD2010 (h3).



El factor de corrección para la valoración por TGg – Kestrel 5400 (h1), corresponde a la ecuación $y=0.7073x+7.4801$ (Gráfico 76), equivalente a un valor absoluto promedio total de 0.213 °C, registro con una diferencia mínima en comparación al QTr h1.

Gráfico 76.

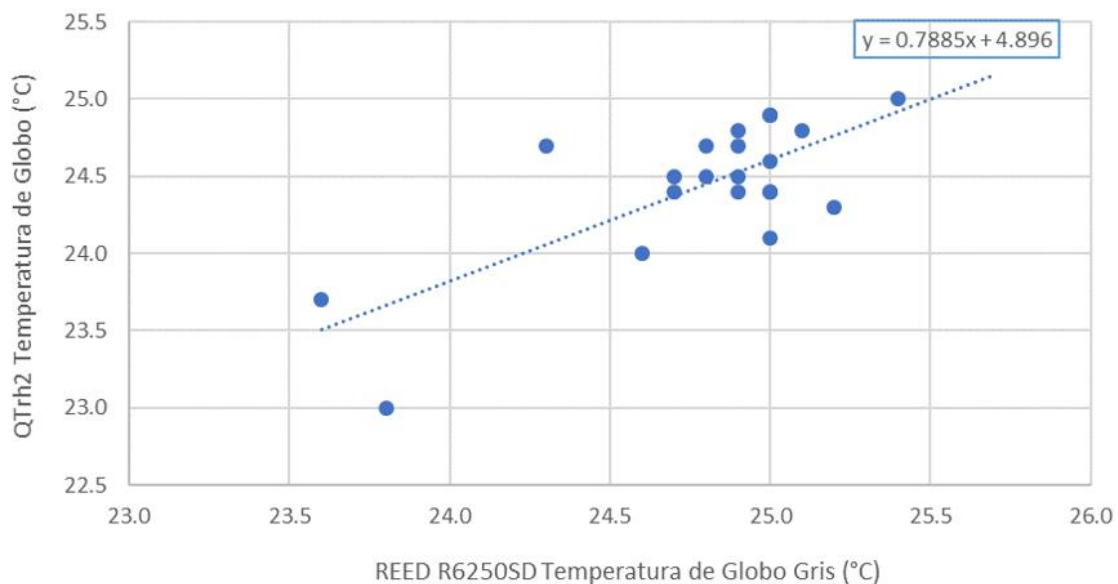
Factor de corrección –e TGg – Kestrel 5400 (h1).



El factor de corrección para la valoración de TGg – REED R6250SD (h2), corresponde a la ecuación $y=0.7885x+4.896$ (Gráfico 77), equivalente a un valor absoluto promedio total de 0.628 °C, diferencia igualmente mínima en comparación al QTr h2.

Gráfico 77.

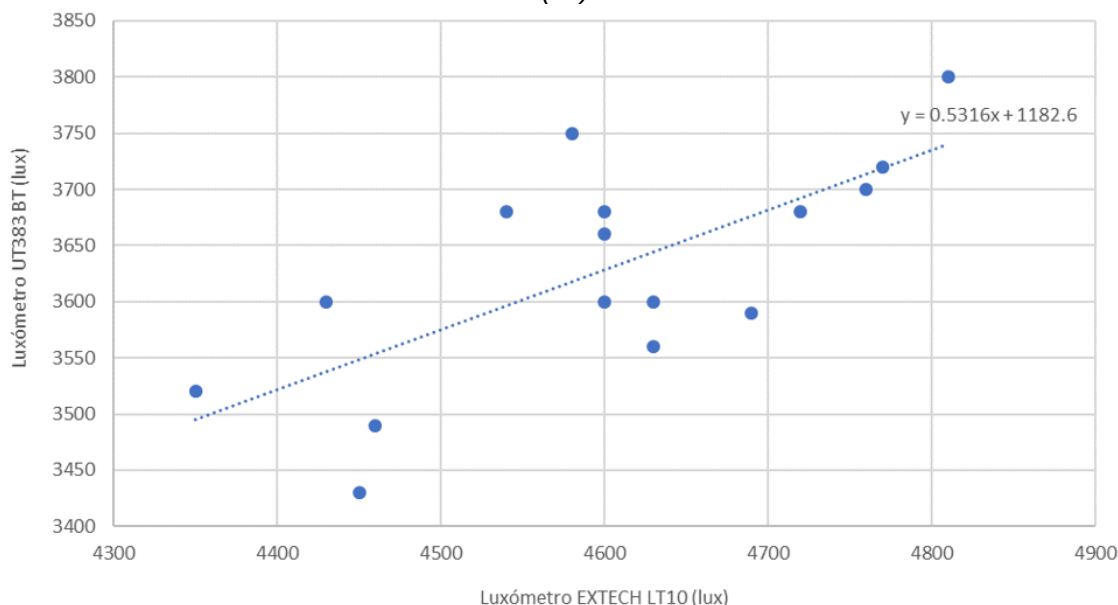
Factor de corrección de TGg – REED R6250SD (h2).



Ahora bien, a partir del siguiente Gráfico 78, se comienza a demostrar los factores de corrección encontrados, en este caso de iluminación conforme a la ecuación $y=0.5316x + 1182.6$, equivalente a un valor absoluto promedio total de 1,489.607 lux.

Gráfico 78.

Factor de corrección Iluminancia – EXTECH LT10 (h1).



Ahora bien, estos factores de corrección, son aplicados cada uno de ellos conforme a la variable registrada por su correspondiente instrumento, para la conformación de la base de datos, los cuales a su vez son promediados según sea el caso (p.ej. el promedio de TBS, TGg, TBH, HR), de tal manera que, proporciona una visualización compuesta por los tres termohigrómetros, a tres alturas diferentes, como fue indicado en el apartado 3.5. Instrumentos y Equipos de Medición.

Resumen de Resultados por Calibración

A partir de los anteriores factores de corrección entre las variables registradas por la unidad de referencia QUESTemp36 (QTr h1, h2 y h3) y los registros obtenidos por los termohigrómetros a ubicarse en la ERA: Kestrel 5400 (h1), REED R6250SD (h2) y REED SD2010 (h3), permite asociar aspectos relevantes para el implemento en la campaña de estudio, como un tiempo de estabilización promedio a 30 minutos, así como un factor

diferenciador menor a 1 °C, entre las tres temperaturas registradas TBS, TBH y TGg, lo cual deduce una valoración fiable respecto al nivel de registro, de igual forma respecto a la HR, con una diferencia menor a 5.0 %, así como una diferencia menor a 0.25 m/s, respecto a las valoraciones por velocidad de viento (Cuadro 15), por lo cual, si bien son estimaciones muy fiables, igualmente se aplicarán las ecuaciones de factores de corrección, a los registros obtenidos en campo.

Cuadro 15.

Resumen de resultados por calibración en instrumentos de ERA.

Variable	Instrumento	Altura	Tiempo de Estabilización (minutos)	Ecuación Lineal Corrección	Factor de Corrección
Temperatura del Bulbo Seco – TBS (°C)	Kestrel 5400	h1, 1.55 m (hipotálamo)	47.00	$y = 0.5965x + 9.5068$	0.53
TBS (°C)	REED 6250SD	h2, 1.10 m (abdomen)	47.00	$y = 0.7454x + 7.1472$	2.35
TBS (°C)	REED SD2010	h3, 0.10 m (tobillos)	30.00	$y = 0.9446x + 1.7182$	0.96
Humedad Relativa – HR (%)	Kestrel 5400	h1, 1.55 m (hipotálamo)	30.00	$y = 0.161x + 53.796$	4.79
HR (%)	REED 6250SD	h2, 1.10 m (abdomen)	30.00	$y = 0.7485x + 13.543$	2.25
HR (%)	REED SD2010	h3, 0.10 m (tobillos)	30.00	$y = 0.8317x + 12.021$	2.61
Velocidad del viento – Vv (m/s)	Kestrel 5400	h1, 1.55 m (hipotálamo)	1.00	$y = 0.2222x + 0.3429$	0.25
Temperatura del Bulbo Húmedo – TBH (°C)	Kestrel 5400	h1, 1.55 m (hipotálamo)	30.00	$y = 0.2059x + 14.511$	0.59

TBH (°C)	REED 6250SD	h2, 1.10 m (abdomen)	30.00	$y = 0.2661x + 13.308$	0.67
TBH (°C)	REED SD2010	h3, 0.10 m (tobillos)	30.00	$y = 0.4444x + 9.5578$	1.22
Temperatura de Globo Gris – TGg (°C)	Kestrel 5400	h1, 1.55 m (hipotálamo)	50.00	$y = 0.7073x + 7.4801$	0.21
TGg (°C)	REED 6250SD	h2, 1.10 m (abdomen)	30.00	$y = 0.7885x + 4.896$	0.21
Iluminancia (lux)	EXTECH LT10	h1, 1.55 m (hipotálamo)	30.00	$y = 0.5316x + 1182.6$	1,489.61

De esta manera se concluye que, los instrumentos ubicados en la ERA relacionados a los registros del ambiente térmico, expresan un factor de correlación con un rango de variable sumamente equiparable a la unidad de control QUESTemp36, muy por el contrario, respecto a las comparativas por los registros de luxómetros los cuales difieren en una buena proporción promedio de 1,490 lux, entre la unidad de referencia UT383 BT y el instrumento EXTECH LT10, se determina en continuar su implementación de forma original, por el motivo que la unidad de referencia no cuenta con valoración de calibración de laboratorio, mismo criterio que se implementa al resto de los instrumentos, al no contar con su equivalente que además cuente con una calibración de laboratorio.

Apéndice X. Indicadores de Habitabilidad Ambiental

En continuidad al **Capítulo V. Resultados**, referente al comienzo con la determinación de los , se prosigue con los indicadores de los tres periodos siguientes, transición cálido-frío (mes de noviembre, 2023), seguido de las estimaciones en el periodo frío (meses de enero y febrero, 2024) y para finalizar con la valoración de los indicadores durante el periodo de transición frío-cálido (mes de abril, 2024), relacionados por el orden de aparición, de acuerdo a la sensación y preferencias, por las siguientes variables ambientales:

- Indicadores térmicos: TBS, TGg, TBH, y Ts (°C).
- Indicadores higrícos: HR (%)
- Indicadores eólicos: VV (m/s)
- Indicadores lumínicos: IL (lux)
- Indicadores acústicos: IA (dBA).
- Indicadores por calidad del aire: CA CO₂, CA COV (ppm).

Indicadores de Habitabilidad – Periodo de Transición Cálido – Frío

En primera instancia, se visualizan los indicadores ambientales durante el periodo de transición cálido-frío, con el orden de aparición por indicadores térmicos, higrícos, eólicos, lumínicos, acústicos y calidad del aire. Cabe señalar que el presente apartado, es consecuente a (pág.: 239).

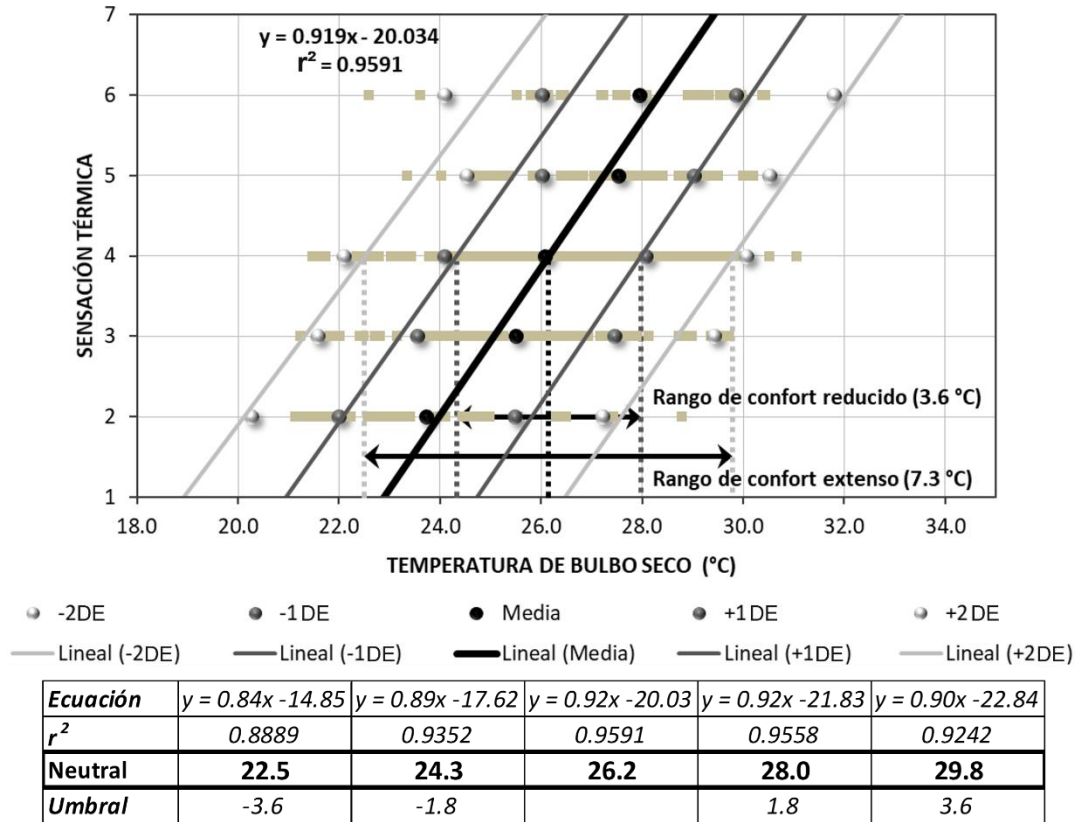
Indicadores Térmicos

Las variables estimadas para los diversos indicadores señalados de confort térmico, fueron relacionadas conforme a la estimación y preferencia térmica de los ocupantes, las cuales son: Temperatura del Bulbo Seco (TBS), Temperatura del Globo Gris (TGg), Temperatura del Bulbo Húmedo (TBH), y Temperatura de Superficie (Tsrf).

- Temperatura del Bulbo Seco (TBS) – Sensación Térmica

La percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBS durante el periodo de transición cálido-frío, se valoró de acuerdo a 471 muestras (185 mujeres, 286 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica de 26.2 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9591, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 24.3 °C (-1 DE) y 28.0 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 3.6 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 22.5 °C (-2 DE) y 29.8 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 7.3 °C (Gráfico 79).

Gráfico 79.
Indicadores de sensación térmica por TBS.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (217) perciben una condición de *neutralidad* (categoría 4) principalmente, mientras que las líneas de regresión expresan estimar *algo de frío* (categoría 3) a *mucho frío* (categoría 1) en condiciones de bajo calentamiento entre temperaturas de 19.0 °C a 22.5 °C, equivalentes

a una oscilación de 3.5 °C, en contraparte a condiciones de sensación de sobrecalentamiento con mayores temperaturas, entre 29.8 °C a 33.0 °C, con un rango de amplitud reducido 3.2 °C.

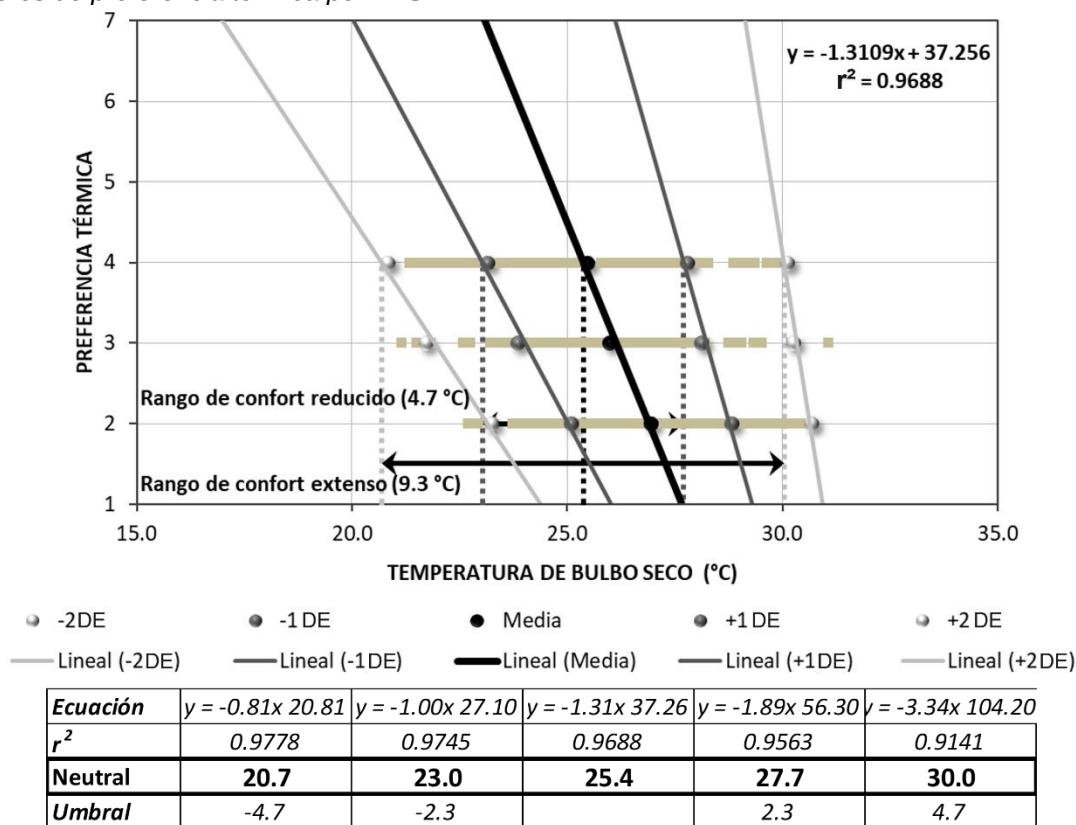
Por lo tanto, de las 471 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de TBS, 438 valoraciones (93.0 %) se encontraron en los rangos de confort estimados entre 22.5 °C y 29.8 °C, mientras que 11 valoraciones (2.0 %) perciben algo de calor a calor en temperaturas que oscilan de 29.8 °C a 32.0 °C, y 22 muestras (4.0 %) se ubican en estimaciones de *algo de frío* a *frío* en temperaturas de 22.5 °C a 20.1 °C.

- Temperatura del Bulbo Seco (TBS) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBS, fue valorada de acuerdo a la omisión de datos atípicos y votos de confort superiores al 5%, equivalente a 398 muestras (156 mujeres, 242 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra en 25.4 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9688, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 23.0 °C (-1 DE) y 27.7 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 4.7 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 20.7 °C (-2 DE) y 27.7 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 9.3 °C (Gráfico 80).

Gráfico 80.

Indicadores de preferencia térmica por TBS.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que del total de las valoraciones (398) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4) hacia *más fresco* (categoría 2) principalmente, adicionalmente las líneas de regresión señalan una tendencia a preferir una condición de *fresco*, cuando se encuentren en un rango reducido entre los 30.0 °C y 30.9 °C, acorde a una oscilación de 0.9 °C, mientras en un rango extenso comprendido entre temperaturas de 17.0 °C a 20.7 °C, marca una necesidad de sobrecalentamiento por parte de los ocupantes, equivalente a 3.7 °C.

En este sentido, de acuerdo a los valores de preferencia térmica estimados anteriormente y conforme a los registros en campo durante el periodo de transición cálido-frío, de las 398 muestras, 391 valoraciones (98.0 %) se encontrarían en una preferencia térmica sin cambio entre 20.7 °C y 30.0 °C, mientras que ninguna observación (0.0 %), preferiría *un poco*

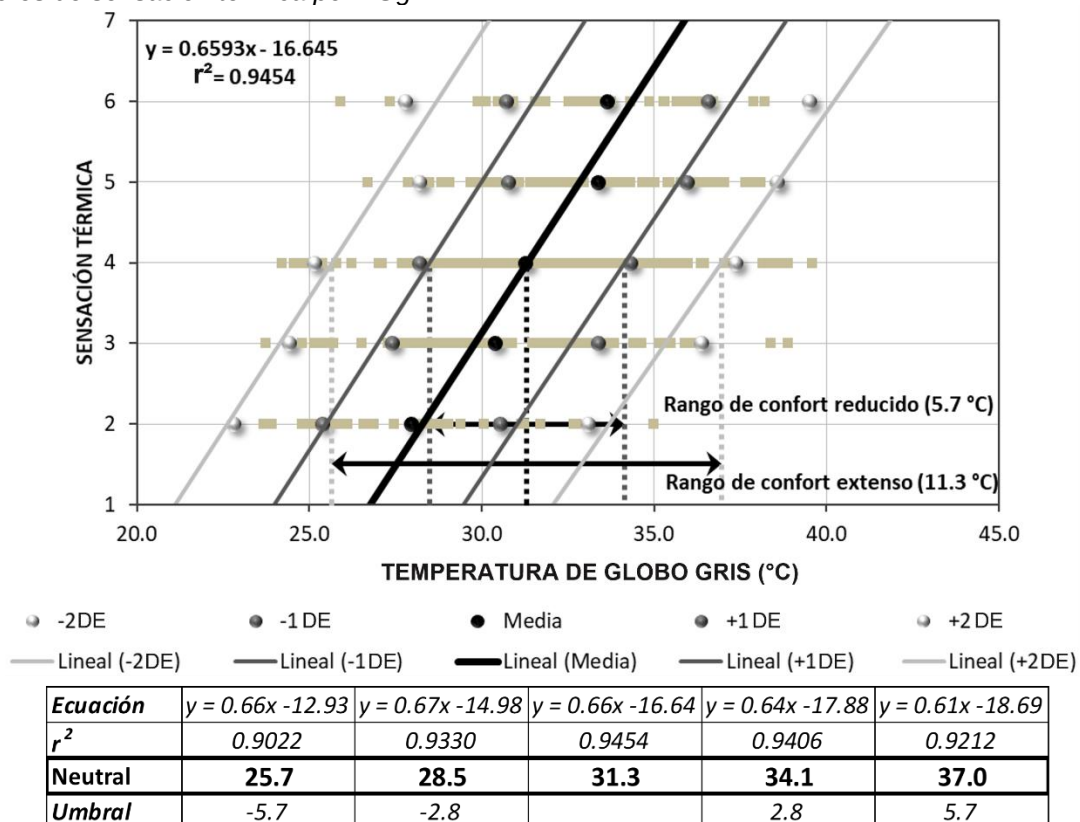
más de calor, en contraparte a 6 valoraciones (2.0 %), que prefieren condiciones desde *un poco más fresco a más fresco*.

- Temperatura de Globo Gris (TGg) – Sensación Térmica

Por otra parte, la percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TGg durante el periodo de transición cálido-frío, se valoró de acuerdo a 471 muestras (185 mujeres, 286 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica de 31.3 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9454, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 28.5 °C (-1 DE) y 34.1 °C (+1 DE), acorde a una amplitud de 5.7 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 25.7 °C (-2 DE) y 37.0 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 11.3 °C (Gráfico 81).

Gráfico 81.

Indicadores de sensación térmica por TGg.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (217) se encuentran en una percepción de *neutralidad* (categoría 4), luego hacia una paridad entre *calor* (categoría 7), y *frío* (categoría 2), cuando se estimó un sobrecalentamiento entre temperaturas de 37.0 °C a 41.8 °C, equivalente a una oscilación de 4.8 °C, en contraparte a una percepción de bajo calentamiento, en condiciones de temperaturas de 21.1 °C a 25.7 °C, con un rango de amplitud reducido de 4.6 °C.

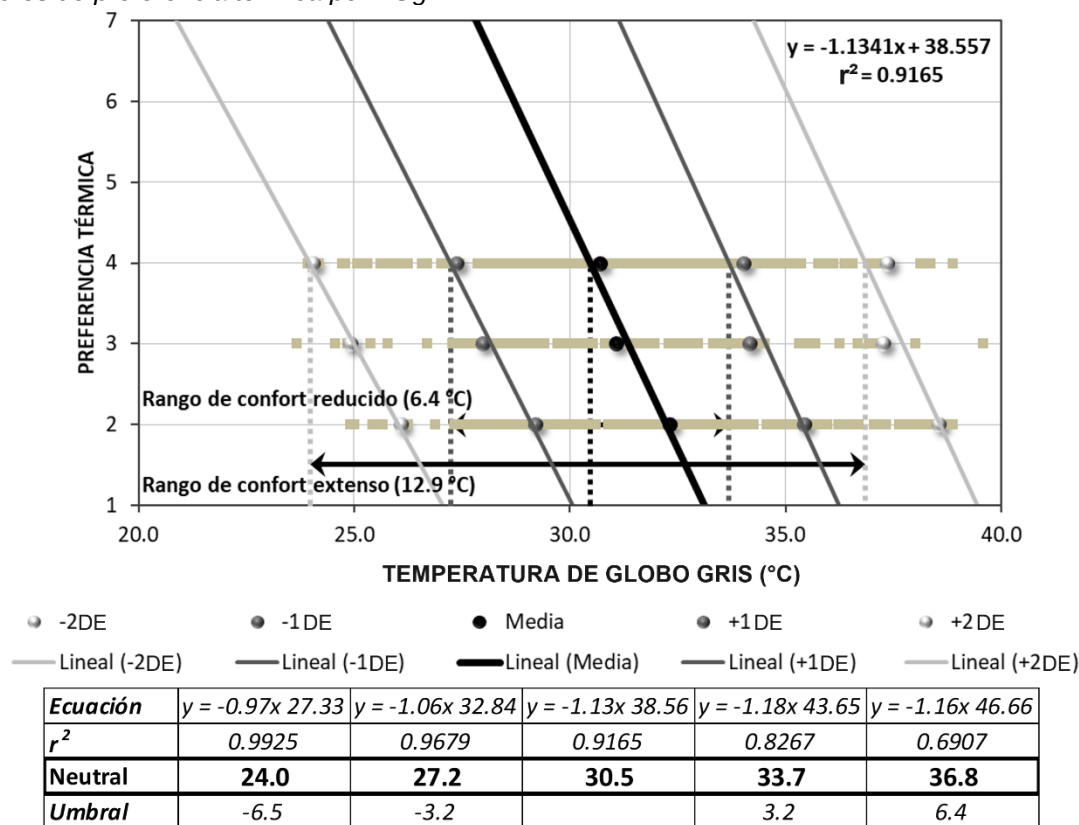
Por lo tanto, de las 471 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de TGg, 423 valoraciones (90%) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 25.7 °C y 37.0 °C, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort térmico, mientras que 24 estimaciones (5 %) se encontrarían en condiciones de percibir *algo de calor* a *mucho calor* en temperaturas que oscilan de 37.0 °C a 40.2 °C, y solo 24 observaciones (5 %) comprenden estimaciones hacia *algo de frío* a *frío* en temperaturas de 25.7 °C a 22.6 °C.

- Temperatura de Globo Gris (TGg) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TGg, fue valorada de acuerdo a votos de confort superiores al 5%, equivalente a 458 muestras (182 mujeres, 276 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra en 30.5 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9165, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 27.2 °C (-1 DE) y 33.7 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 6.4 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 24.0 °C (-2 DE) y 36.8 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 12.9 °C (Gráfico 82).

Gráfico 82.

Indicadores de preferencia térmica por TGg.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que del total de las valoraciones (458) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4) hacia *más fresco* (categoría 2) principalmente, adicionalmente las líneas de regresión señalan una tendencia a preferir una condición de fresco, cuando se encuentren en un rango reducido entre los 36.8 °C y 39.2 °C, acorde a una oscilación de 2.4 °C, mientras en un rango extenso comprendido entre temperaturas de 20.9 °C a 24.0 °C, marca una necesidad de sobrecalentamiento por parte de los ocupantes, equivalente a 3.1 °C.

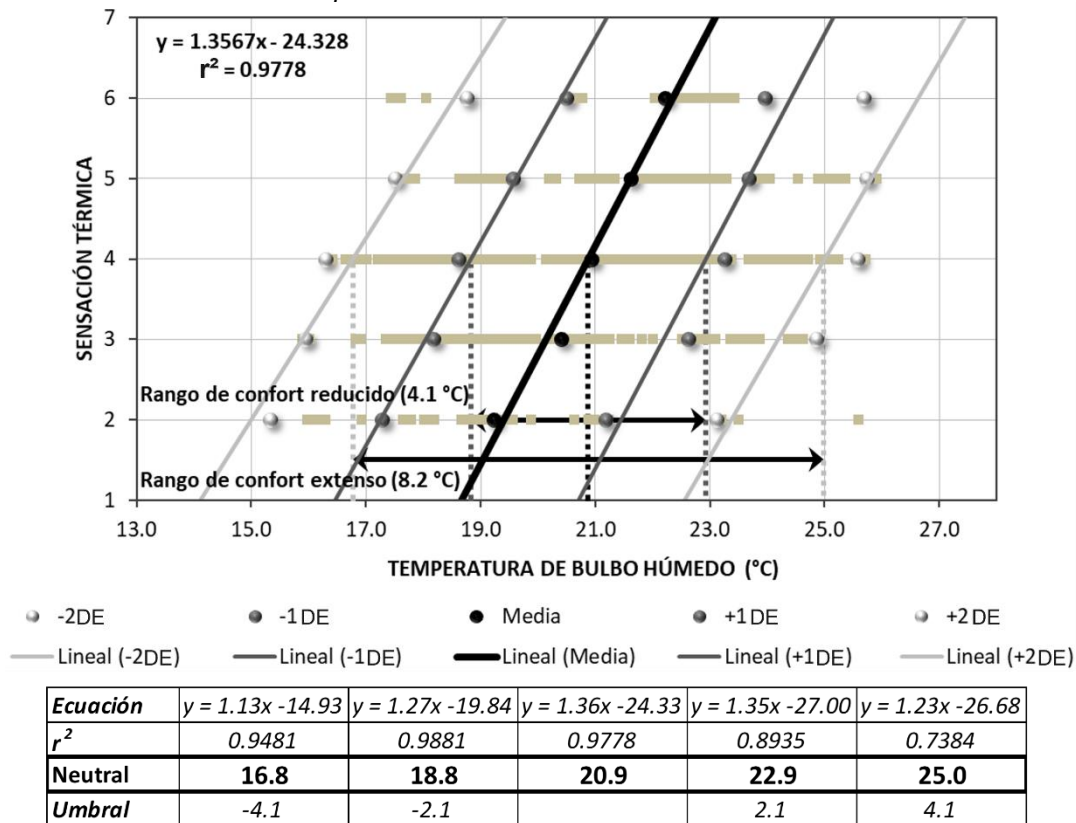
En este sentido, de las 458 muestras, 428 de ellas (94.0 %) expresaron preferir una condición sin cambio, mientras que 2 valoraciones (0.0 %) prefieren una sensación de *algo de más calor*. En contraparte a 23 estimaciones (5.0 %) que se encontrarían en condiciones de preferir mayor frescura, entre temperaturas de 36.8 °C a 38.6 °C, con una oscilación de 1.8 °C.

- Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH) – Sensación Térmica

Por otra parte, la percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBH durante el periodo cálido, se valoró de acuerdo a votos de confort mayores al 5 %, equivalentes a 471 muestras (185 mujeres, 286 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica en 20.9 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9778, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 16.8 °C (-1 DE) y 22.9 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 4.1 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 16.8 °C (-2 DE) y 25.0 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 8.2 °C (Gráfico 83).

Gráfico 83.

Indicadores de sensación térmica por TBH.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (217) perciben una condición de *neutralidad* (categoría 4) principalmente, mientras

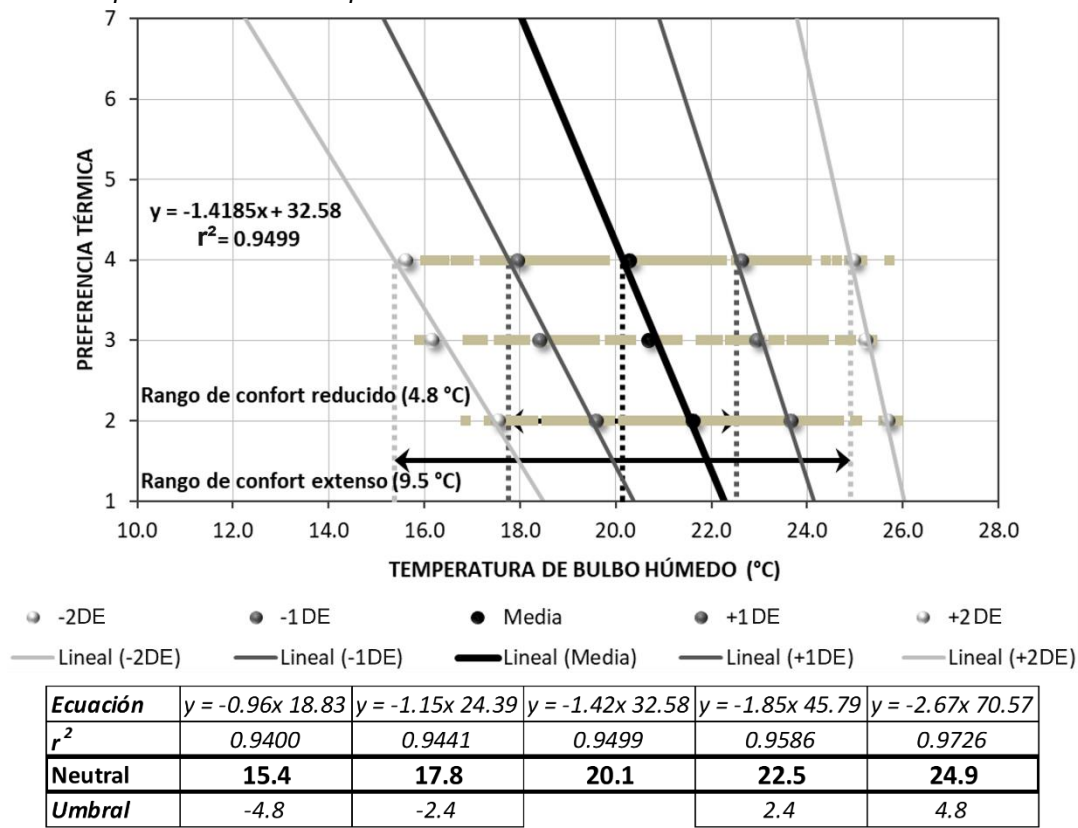
que las líneas de regresión expresan estimar *algo de frío* (categoría 3) a *mucho frío* (categoría 1) en condiciones de bajo calentamiento entre temperaturas de 14.2 °C a 16.8 °C, equivalentes a una oscilación de 2.6 °C, en contraparte a condiciones de sensación de sobrecalentamiento con mayores temperaturas, entre 25.0 °C a 27.4 °C, con una amplitud reducida de 2.4 °C.

Por lo tanto, de las 471 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de TBH, 450 valoraciones (96 %) se encontraron en los rangos de confort estimados entre 16.8 °C y 25.0 °C, mientras que 12 valoraciones (2 %) perciben *algo de calor a calor* en temperaturas que oscilan de 25.0 °C a 27.4 °C, y 9 muestras (2 %) se ubican en estimaciones de *algo de frío a frío* en temperaturas de 14.1 °C a 16.8 °C.

- Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBH, fue valorada de acuerdo a votos de confort superiores al 5%, equivalente a 458 muestras (182 mujeres, 276 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra en 20.1 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9499, el cual demuestra un mediano nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 17.8 °C (-1 DE) y 22.5 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 4.8 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 15.4 °C (-2 DE) y 24.9 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 9.5 °C (Gráfico 84).

Gráfico 84.
Indicadores de preferencia térmica por TBH.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que del total de las valoraciones (458) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4) hacia *más fresco* (categoría 2) principalmente, adicionalmente las líneas de regresión señalan una tendencia a preferir una condición de fresco, cuando se encuentren en un rango reducido entre los 24.9 °C y 26.1 °C, acorde a una oscilación de 1.2 °C, mientras en un rango extenso comprendido entre temperaturas de 12.2 °C a 15.4 °C, marca una necesidad de sobrecalentamiento por parte de los ocupantes, equivalente a 3.2 °C.

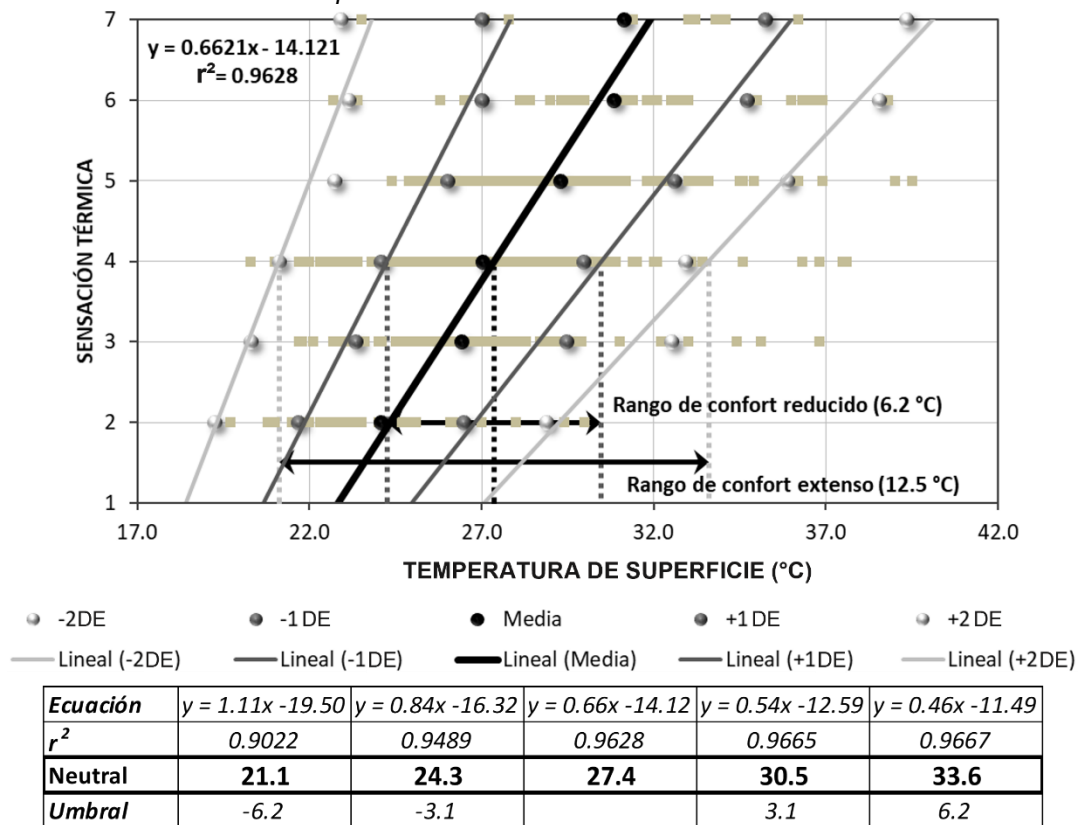
En este sentido, de acuerdo a los valores de preferencia térmica estimados anteriormente y conforme a los registros en campo durante el periodo de transición cálido-frío, de las 458 muestras, 444 valoraciones (98 %) se encontrarían en una preferencia térmica sin cambio entre 15.4 °C y 24.9 °C, mientras que ninguna observación (0 %), preferiría *un poco más de calor*, en contraparte a 11 valoraciones (3.0 %), que prefieren condiciones desde *un poco más fresco* a *más fresco*.

- Temperatura en superficie (Ts) – Sensación Térmica

La percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Ts durante el periodo de transición cálido-frío, se valoró de acuerdo a todos las valoraciones, equivalente a 480 muestras (190 mujeres, 290 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica por temperatura en superficie de 27.4 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9628, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 24.3 °C (-1 DE) y 30.5 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 6.2 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 21.1 °C (-2 DE) y 33.6 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 12.5 °C (Gráfico 85).

Gráfico 85.

Indicadores de sensación térmica por Ts.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (217) perciben una condición de *neutralidad* (categoría 4) principalmente, mientras

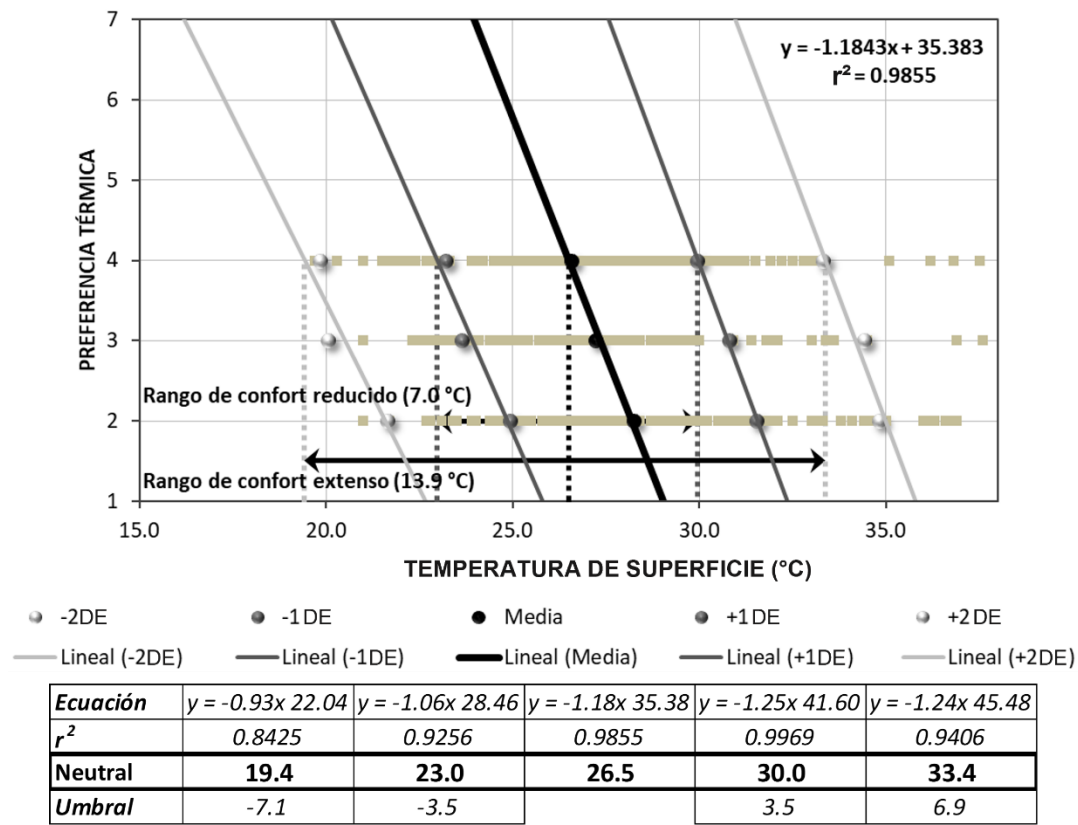
que las líneas de regresión expresan estimar *algo de frío* (categoría 3) a *mucho frío* (categoría 1) en condiciones de bajo calentamiento entre temperaturas de 18.5 °C a 21.1 °C, equivalentes a una oscilación de 2.6 °C, en contraparte a condiciones de sensación de sobrecalentamiento con mayores temperaturas, entre 33.6 °C a 39.9 °C, con un rango de amplitud de 6.3 °C.

Por lo tanto, de las 480 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de Ts, 447 valoraciones (93.0 %) se encontraron en los rangos de confort estimados entre 21.1 °C y 33.6 °C, mientras que 28 valoraciones (6.0 %) perciben *algo de calor a calor* en temperaturas que oscilan de 33.6 °C a 40.1 °C, y 6 muestras (1.0 %) se ubican en estimaciones de *algo de frío a frío* en temperaturas de 19.3 °C a 21.1 °C.

- Temperatura en superficie (Ts) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Ts, fue valorada de acuerdo a votos de confort superiores al 5.0 %, equivalente a 458 muestras (182 mujeres, 276 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra cuando la superficie se encuentra en 26.5 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9855, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 23.3 °C (-1 DE) y 30.0 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 7.0 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 19.4 °C (-2 DE) y 33.4 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 13.9 °C (Gráfico 86).

Gráfico 86.
Indicadores de preferencia térmica por Ts.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que del total de las valoraciones (458) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4) hacia *más fresco* (categoría 2) principalmente, adicionalmente las líneas de regresión señalan una tendencia a preferir una condición más fresca, cuando se encuentren en un rango reducido entre 33.4 °C y 35.8 °C, acorde a una oscilación de 2.4 °C, mientras en un rango extenso comprendido entre temperaturas de 16.1 °C a 19.4 °C, marca una necesidad de sobrecalentamiento por parte de los ocupantes, equivalente a una oscilación de 3.3 °C.

En este sentido, de acuerdo a los valores de preferencia térmica estimados anteriormente y conforme a los registros en campo durante el periodo de transición cálido-frío, de las 458 muestras, 433 valoraciones (98.0 %) se encontrarían en una preferencia térmica *sin cambio* entre 19.4 °C y 33.4 °C, mientras que ninguna observación (0.0 %), preferiría *un poco más de calor*, en contraparte a 11 valoraciones (2.0 %), que prefieren condiciones desde *un poco más fresco* a *más fresco*.

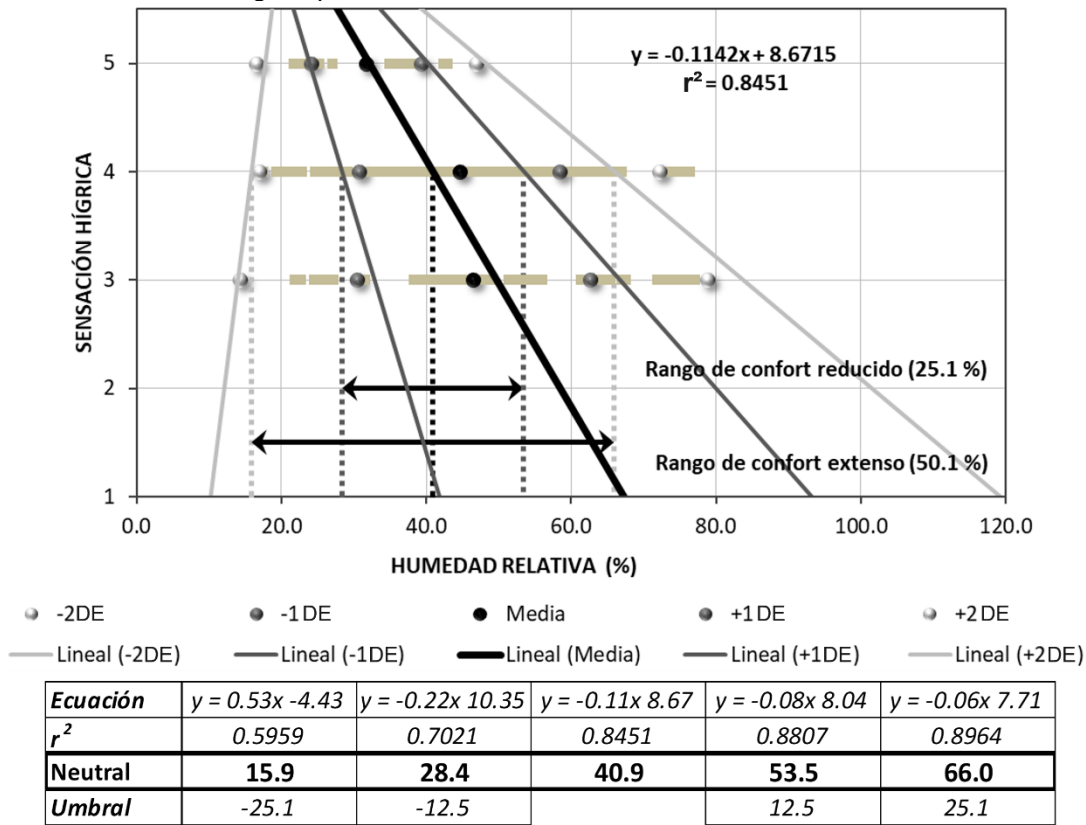
Indicadores Hígricos

La variable estimada para apreciar el indicador higrico, fue la humedad relativa (HR), acorde a la estimación y preferencia higrica de los ocupantes.

- Humedad relativa (HR) – Sensación higrica

Por otra parte, la percepción higrica de los ocupantes de acuerdo a la variable de HR, se valoró de acuerdo a la omisión de datos atípicos y votos de confort superiores al 5.0 %, equivalente a 362 muestras (145 mujeres, 217 hombres), se estimó una condición de neutralidad higrica en 40.9 %, conforme a un coeficiente de determinación de 0.8451, el cual demuestra un nivel de correlación alto, con un rango de confort higrico reducido entre los 28.4 % (-1 DE) y 53.5 % (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 25.1 %, mientras que, para un rango de confort higrico extendido oscila entre los 15.9 % (-2 DE) y 66.0 % (+2 DE), equivalente a una amplitud de 50.1 % (Gráfico 87).

Gráfico 87.
Indicadores de sensación higrica por HR.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Ahora bien, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (362) se encuentran entre una percepción de *neutralidad* (categoría 4) hacia *algo húmedo* (categoría 3), sin embargo las líneas de regresión señalan que, los ocupantes encuentran como condiciones de algo seco a muy seco, a partir de porcentajes de humedad relativa en el ambiente entre 13.0 % a 15.9 %, lo cual asume una oscilación higríca de 2.9 %, mientras que, cuando se presenta una humedad relativa ≥ 66.0 % estas son apreciadas como condiciones de algo de humedad a muy húmedo.

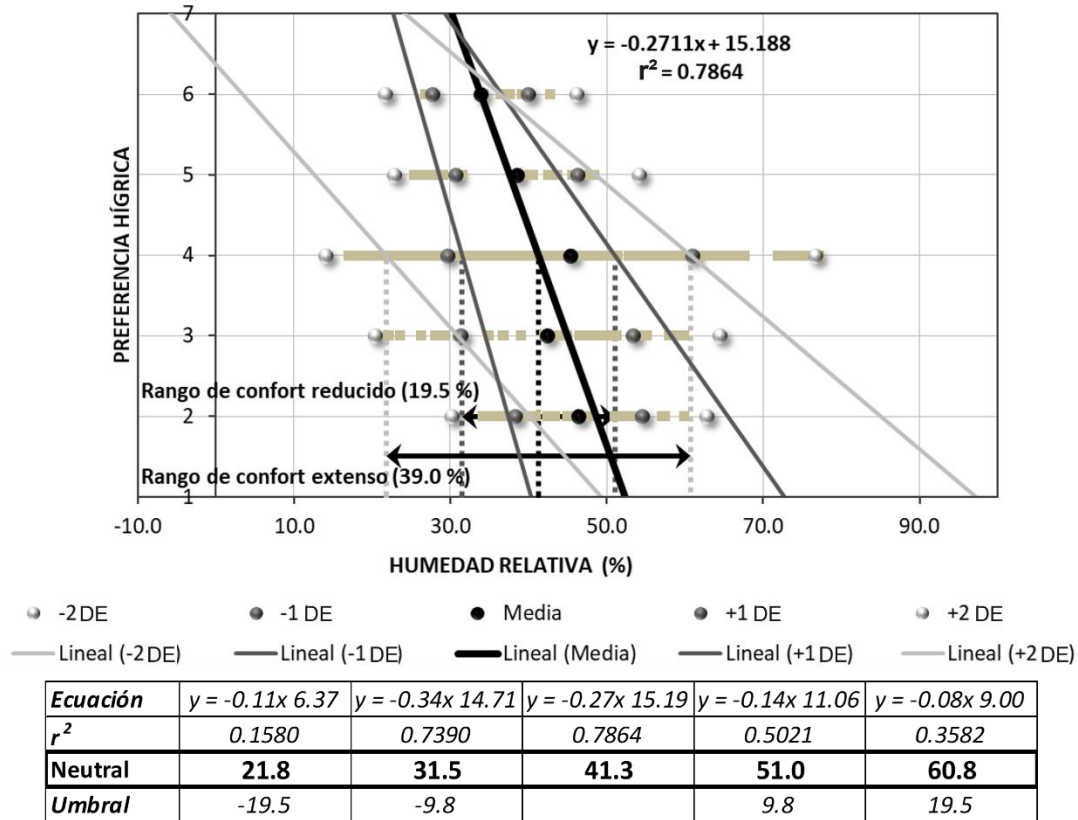
Por lo tanto, de las 362 muestras, conforme al registro de sensación higríca por la variable de HR, 332 valoraciones (92.0 %) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 15.9 % y 66.0 %, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort higríco, mientras que 30 estimaciones (8.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir algo de humedad a muy húmedo, en porcentajes de humedades de ≥ 66.0 %, y ninguna observación (0.0 %) consideraría condiciones algo secas, en parámetros de 0.0 % y 15.9 %.

- Humedad relativa (HR) – Preferencia higríca

Por otra parte, la preferencia higríca de los ocupantes de acuerdo a la variable de HR, sí es objetiva en relación a su magnitud higríca, esta fue valorada de acuerdo a la omisión de datos atípicos y votos de confort superiores al 5.0 %, equivalentes a 348 muestras (133 mujeres, 215 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia higríca neutra en 41.3 %, conforme a un coeficiente de determinación de 0.7864, el cual demuestra nivel de correlación medio, con un rango de preferencia higríca reducida entre los 31.5 % (-1 DE) y 51.0 % (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 19.5 %, mientras que, para un rango de preferencia higríca extendida oscila entre los 21.8 % (-2 DE) y 60.8 % (+2 DE), equivalente a una amplitud de 39.0 % (Gráfico 88).

Gráfico 88.

Indicadores de preferencia higríca por HR.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que del total de las valoraciones (235) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4) hacia *más húmedo* (categoría 2) principalmente, adicionalmente las líneas de regresión señalan una tendencia a preferir una condición de mayor humedad, cuando se encuentren en un rango entre 60.8 % y 97.0%, acorde a una oscilación de 36.2 %, mientras cuando se encuentren humedades ≤ 21.8 %, se preferirá una condición de un poco más seco a más seco, por parte de los ocupantes.

En este sentido, de acuerdo a los valores de preferencia térmica estimados anteriormente y conforme a los registros en campo durante el periodo de transición cálido-frío, de las 348 muestras, 287 valoraciones (82.0 %) se encontrarían en una preferencia térmica sin cambio entre 21.8 °C y 60.8 °C, mientras que 15 observaciones (4.0 %), preferiría un poco más de seco el ambiente, en contraparte a 46 valoraciones (14.0 %), que prefieren condiciones desde un poco más húmedo a más húmedo.

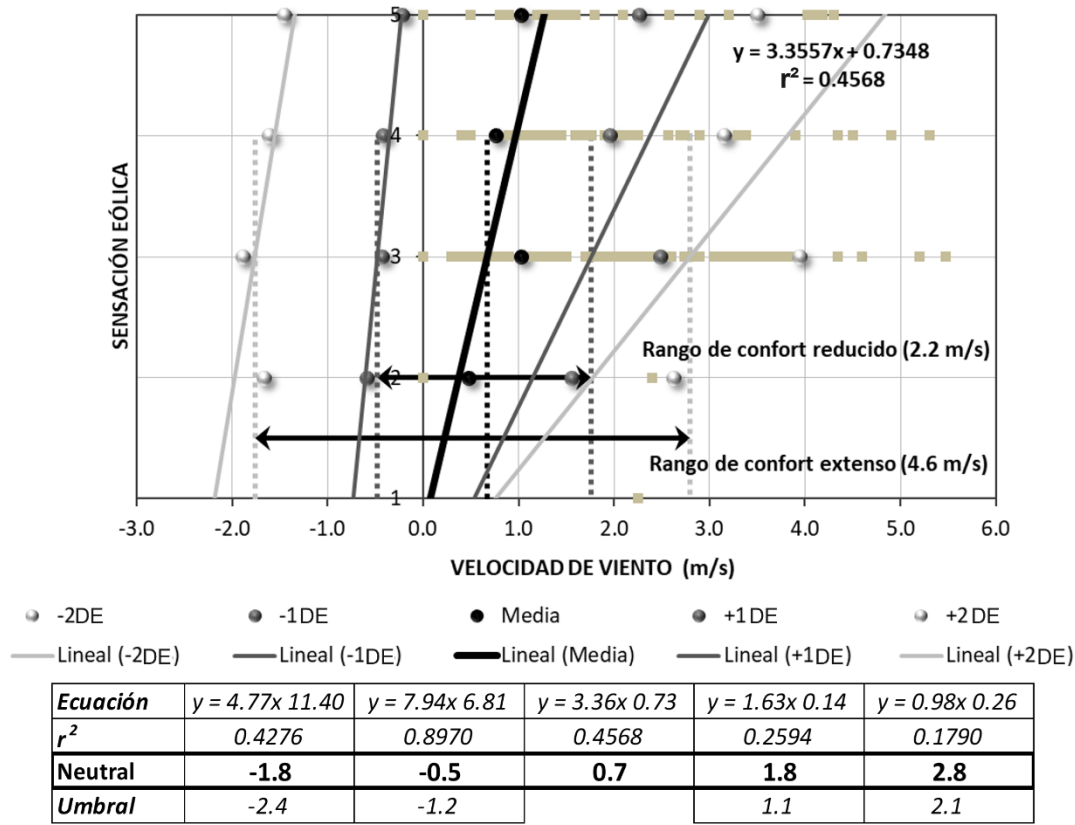
Indicadores Eólicos

La variable estimada para apreciar el indicador eólico, fue la velocidad del viento (Vv), acorde a la estimación y preferencia eólica de los ocupantes.

- Velocidad del viento (Vv) – Sensación Eólica

Por otra parte, la percepción eólica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Vv, se valoró de acuerdo a votos subjetivos mayores al 5.0 %, equivalentes a 469 muestras (177 mujeres, 292 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica de 1.5 m/s, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9999, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort eólico reducido entre los 0.1 m/s (-1 DE) a 2.9 m/s (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 2.7 m/s, mientras que, para un rango de confort eólico extendido oscila entre los 0.0 m/s (-2 DE) a 4.2 m/s (+2 DE), equivalente a una amplitud de 4.2 m/s (Gráfico 89).

Gráfico 89.
Indicadores de sensación eólica por Vv.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

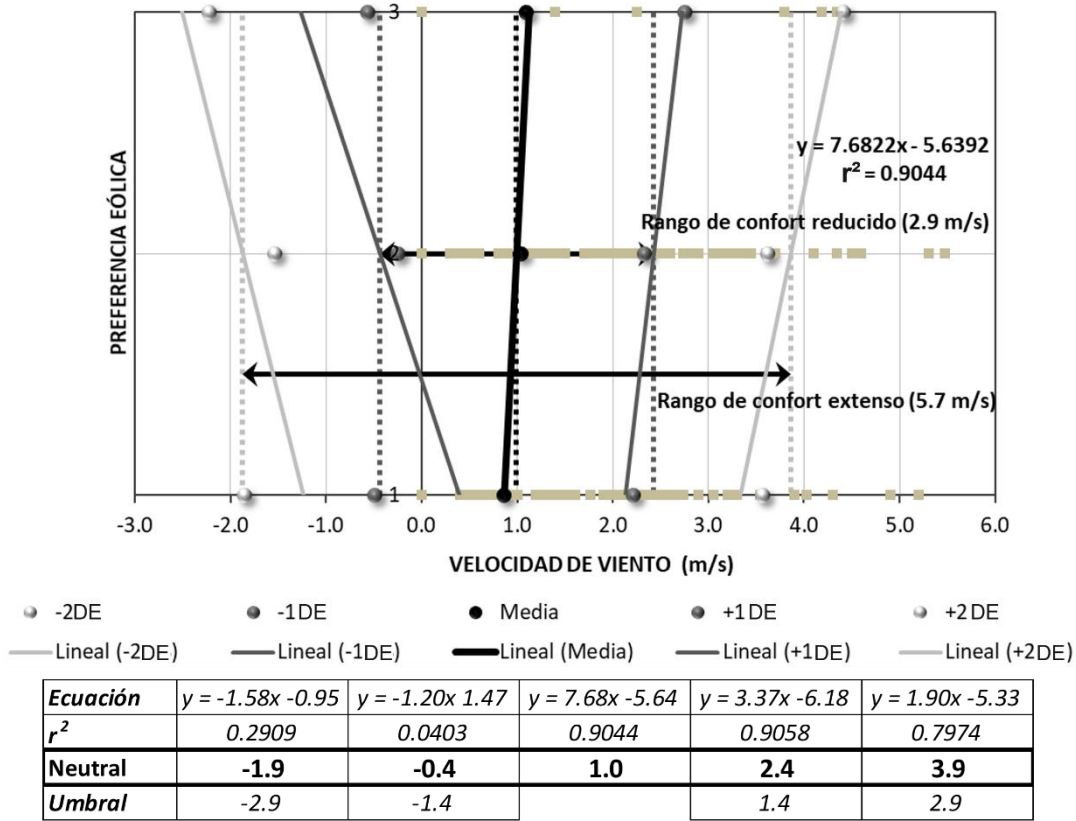
Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la totalidad de las valoraciones (469) se encuentran entre una percepción de viento *agradable* (categoría 3), hacia una estimación *sin viento* (categoría 5) y *poco viento* (categoría 4), sin embargo las líneas de regresión señalan una amplitud más significativa en condiciones de algo de viento y mucho viento que se ubican entre velocidades de vientos de 4.3 m/s a 5.3 m/s, equivalentes a una amplitud de 1.0 m/s, en contraparte a una indudable claridad de percepción de ausencia de viento por parte de los ocupantes, al apreciarse velocidades de 0.0 m/s a 3.2 m/s, con un rango de amplitud reducido de 3.2 m/s.

Por lo tanto, de las 469 muestras, conforme al registro de sensación eólica por la variable de Vv, 456 valoraciones (97.0 %) se encontraron entre los rangos de confort eólicos antes señalados de 0.0 m/s a 4.2 m/s, lo cual asume que la mayoría de los usuarios percibían un viento agradable, mientras que solo 15 estimaciones (3.0 %) encontrarían un viento algo fuerte a mucho viento en flujos > 4.2 m/s, y se descartan (0.0 %) las estimaciones hacia poco viento y sin viento.

- Velocidad de Viento (Vv) – Preferencia Eólica

Por otra parte, la preferencia eólica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Vv, fue valorada de acuerdo a la totalidad de los votos, equivalente a 477 muestras (179 mujeres, 298 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia eólica neutra en 1.3 m/s, conforme a un coeficiente de determinación de 0.8306, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 0.0 m/s (-1 DE) a 2.7 m/s (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 2.7 m/s, mientras que, para un rango de preferencia eólica extendida oscila entre los 0.0 m/s (-2 DE) y 4.1 m/s (+2 DE), (Gráfico 90).

Gráfico 90.
Indicadores de preferencia eólica por Vv.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (473) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 2) hacia *más viento* (categoría 1), adicionalmente las líneas de regresión señalan una divergencia entre las tres escalas de preferencia eólica, donde en parámetros entre 0.0 m/s y 3.4 m/s, el ocupante preferirá más viento, mientras que cuando los valores sean > 4.2 m/s, los ocupantes comenzarán a preferir menos viento.

En este sentido, de las 477 muestras, 463 de ellas (98.0 %) se encontraría en los rangos encontrados de confort eólico, entre los valores de 0.0 m/s y 4.1 m/s, en contraparte a 8 observaciones (1.0 %) que preferirían menos viento, e igualmente a 7 apreciaciones (1.0 %) que preferirían más viento.

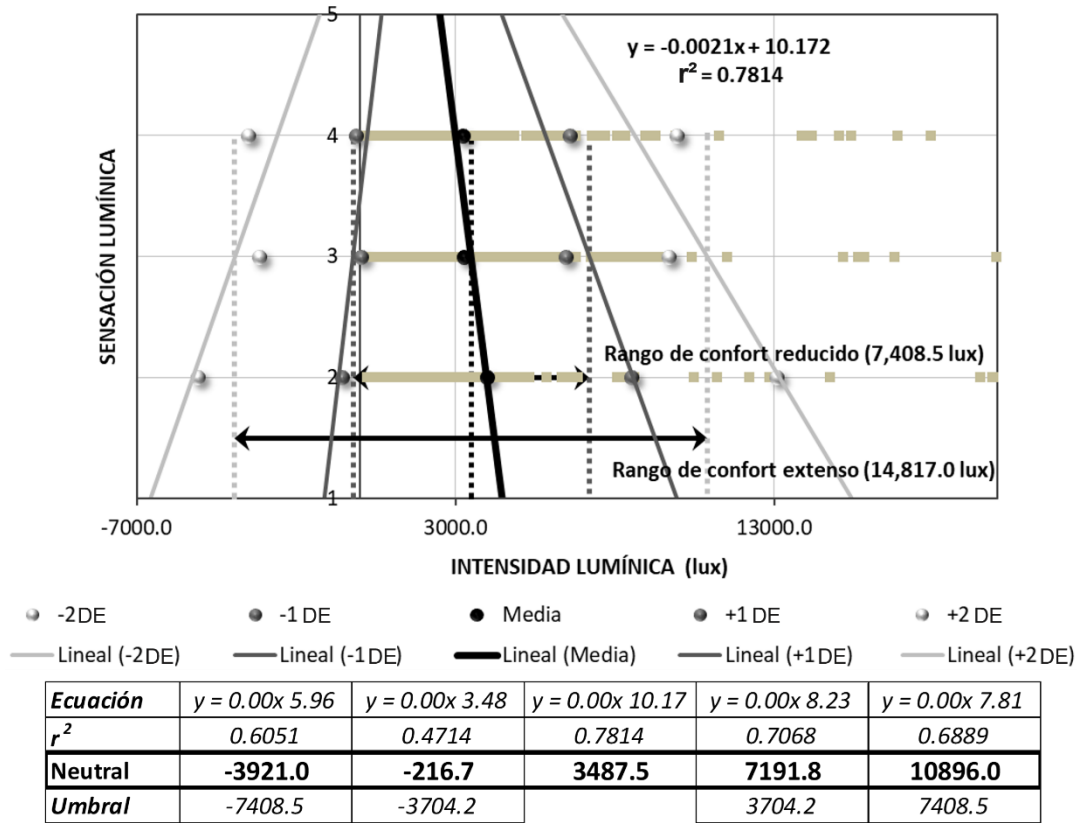
Indicadores Lumínicos

La variable estimada para apreciar el indicador lumínico, consistió a través de la intensidad lumínica (IL), acorde a la estimación y preferencia lumínica de los ocupantes.

- Intensidad lumínica (IL) – Percepción lumínica

Por otra parte, la percepción lumínica de los ocupantes de acuerdo a la variable de IL, se valoró de acuerdo a votos representativos mayores al 5.0 %, equivalentes a 462 muestras (184 mujeres, 278 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad lumínica en 3,487.5 lux, de acuerdo a un coeficiente de determinación de 0.7814, el cual demuestra un nivel de correlación fuerte, con un rango de confort lumínico reducido entre 0.0 lux (-1 DE) y 7,191.8 lux (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 7.191 lux, mientras que, para un rango de confort lumínico extendido oscila entre 0.0 lux (-2 DE) y 10,896 lux (+2 DE), equivalente a una amplitud de 10,896 lux (Gráfico 91).

Gráfico 91.
Indicadores de sensación lumínica por IL.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

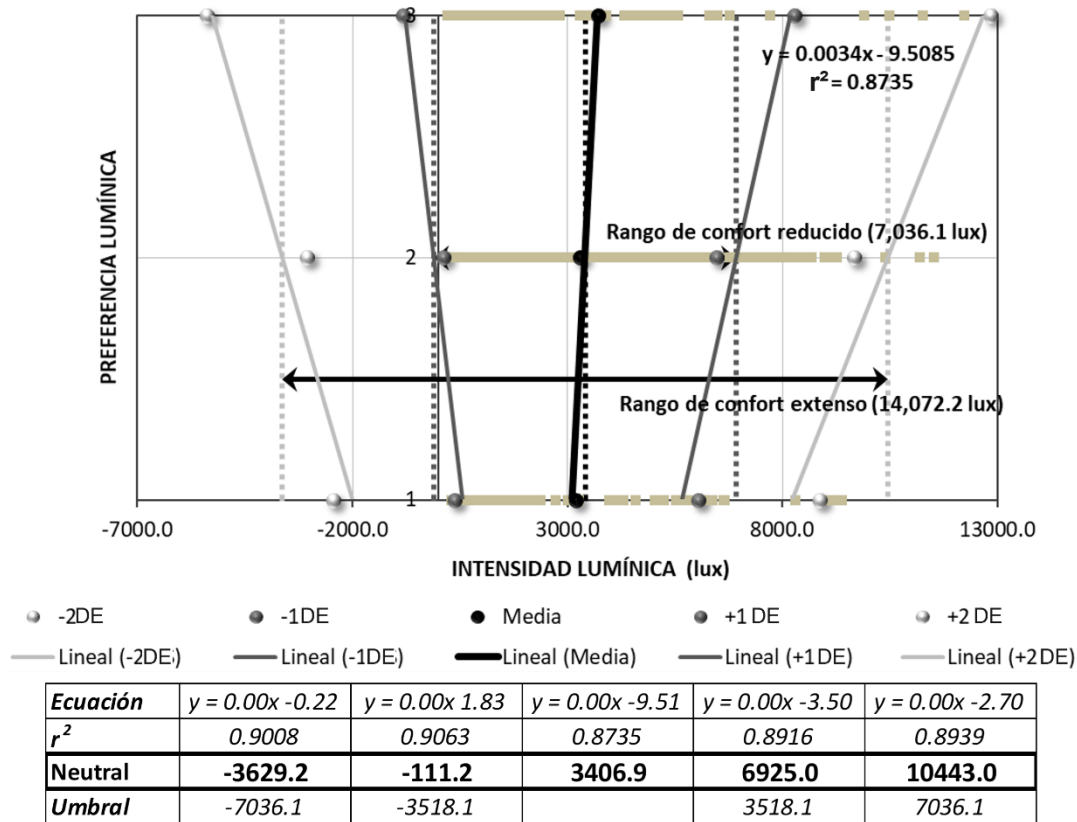
En consecuencia, la anterior gráfica identifica que la mayoría de las valoraciones (201) perciben una intensidad lumínica *regular* (categoría 3), a *buena* (categoría 4), donde las líneas de regresión señalan que los ocupantes encuentran como condiciones favorables a partir de 0.0 lux a 6,150 lux, mientras se considerada como una sensación lumínica *muy mala*, en valoraciones de 0.0 lux a 15,500 lux, lo cual infiere que los ocupantes consideran una sensación lumínica *muy mala*, acorde a altas magnitudes de intensidad lumínica, lo cual habla de mucha luz, resulta incómoda para los usuarios.

Por lo tanto, del total de las 462 muestras, conforme al registro de sensación lumínica por la variable de IL, 440 valoraciones (95.0 %) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 0.0 lux y 10,896.0 lux, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort lumínico, mientras que un resto de 22 estimaciones (5.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir un nivel de iluminación inadecuado o inaceptable, a partir de registros > 10,896.0 lux.

- Intensidad lumínica (IL) – Preferencia lumínica

Por otra parte, la preferencia lumínica de los ocupantes de acuerdo a la variable de IL, se valoró de acuerdo al total de los votos, equivalentes a 480 muestras (190 mujeres, 290 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia lumínica en 3,406.9 lux, de acuerdo a un coeficiente de determinación de 0.8735, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort lumínico reducido entre 0.0 lux (-1 DE) y 6,925.0 lux (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 6,925.0 lux, mientras que, para un rango de confort lumínico extendido oscila entre 0.0 lux (-2 DE) y 10,443.0 lux (+2 DE), equivalente a una amplitud de 10,443 lux (Gráfico 92).

Gráfico 92.
Indicadores de preferencia lumínica por IL.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

En consecuencia, la anterior gráfica identifica que la mayoría de las valoraciones (312) considera una preferencia lumínica *sin cambio* (categoría 2) hacia *menos luz* (103, categoría 3), por consiguiente las líneas de regresión señalan que los ocupantes prefieren condiciones de menor iluminación a partir de 10,443.0 lux a 12,850.0 lux, de acuerdo a un rango extendido, mientras que resulta ser considerada con una preferencia de *más luz* (categoría 1), en valoraciones de 0.0 lux a 8,200.0 lux, de acuerdo a un rango extendido, lo cual infiere que los ocupantes toleran una preferencia lumínica hasta 10,443.0 lux.

Por lo tanto, de las 480 muestras, conforme al registro de preferencia lumínica por la variable de IL, 457 valoraciones (99.0 %) se encontraron en los rangos de preferencia lumínica antes señalados entre 0.0 lux y 10,443.0 lux, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort lumínico, mientras que solo 5 apreciaciones (1.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir un nivel de iluminación inadecuado y preferirían una menor intensidad lumínica, a partir de registros 10,443.0 lux y 12,665.6 lux.

Indicadores Acústicos

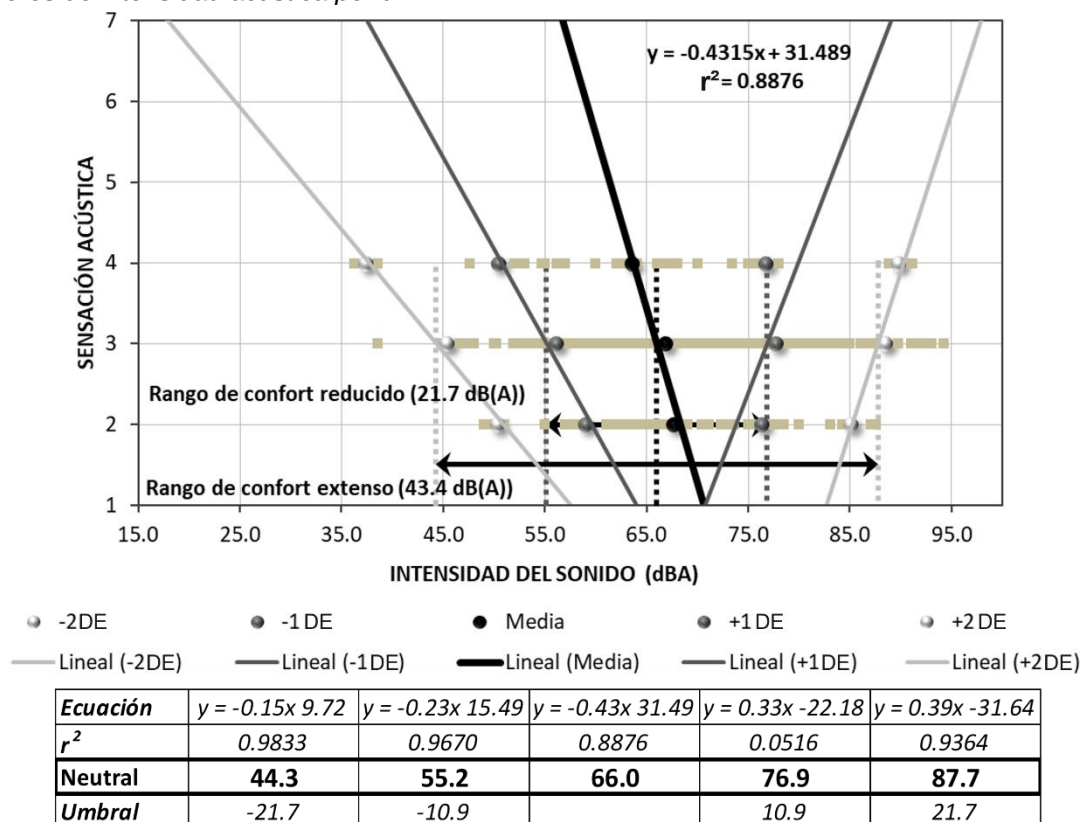
La variable estimada para apreciar el indicador acústico, fue la intensidad acústica (IA), acorde a la estimación y preferencia acústica de los ocupantes.

- Intensidad Acústica (IA) – Sensación acústica

Por otra parte, la percepción acústica de los ocupantes de acuerdo a la variable de IA, fue valorada de acuerdo a la omisión de los votos atípicos y votos subjetivos mayores al 5.0 %, equivalente a 384 muestras (146 mujeres, 238 hombres), quienes estimaron una condición neutra en 66.0 dBA, conforme a un coeficiente de determinación de 0.8876, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de sensación acústica reducida entre los 55.2 dBA (-1 DE) a 76.9 dBA (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 21.7 dBA, mientras que, para un rango de sensación acústica extenso oscila entre los 44.3 dBA (-2 DE) y 87.7 dBA (+2 DE), con una amplitud equivalente 43.4 dB (Gráfico 93).

Gráfico 93.

Indicadores de intensidad acústica por dBA.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

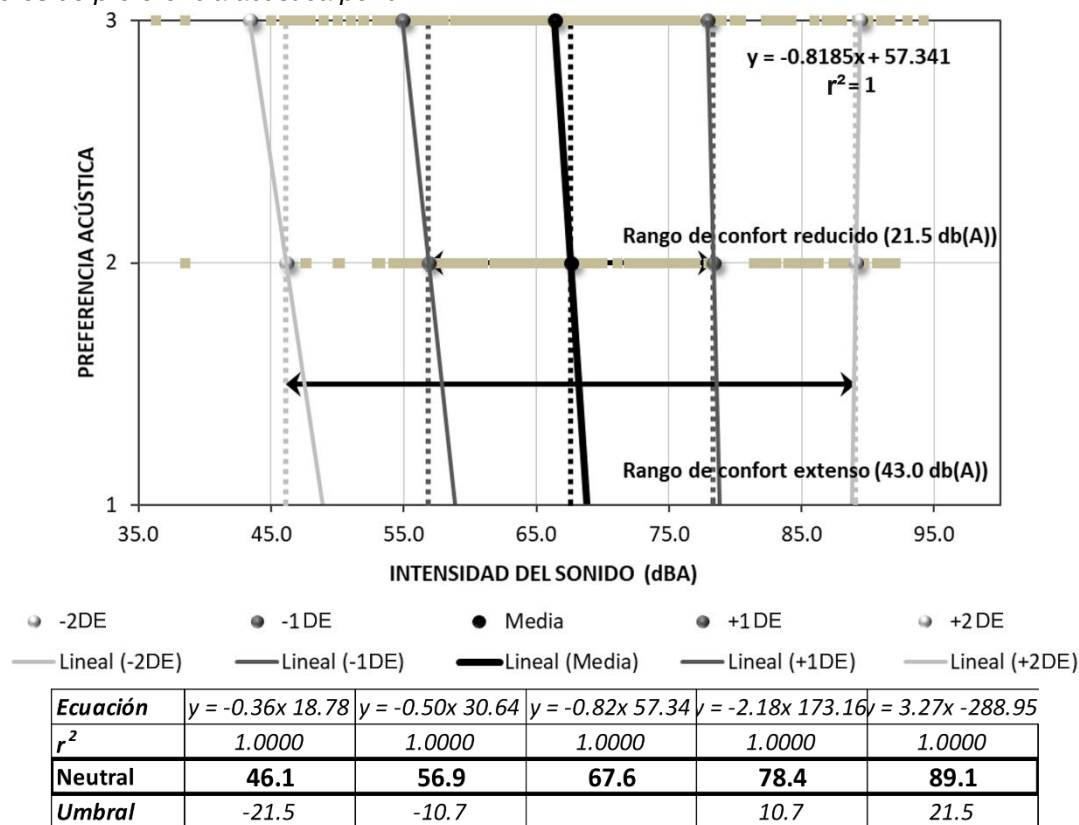
Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (297) se encuentran entre una percepción de *ruido aceptable* (categoría 3) hacia un nivel de *ruido fuerte* (categoría 2), por lo cual, las líneas de regresión señalan que los ocupantes encuentran una percepción sin ruido o débil entre una amplitud de 37.3 dBA (-2 DE) y 89.8 dBA (+2 DE), equivalente a un rango de tolerancia de 52.5 dBA, en contraparte a percibir condiciones de ruido muy alto, a partir de 50.3 dBA (-2 DE) y 85.0 dBA (+2 DE), aspecto que marca un nivel de amplitud de 34.7 dBA, menor al margen de sensación débil o sin ruido, criterio que permite asumir que al menos para la población observada, no resulta una afectación significativa, el nivel de ruido que se encuentran, al expresar un amplio margen de tolerancia acústica en el espacio público.

Por lo tanto, de las 384 muestras, conforme al registro de sensación acústica por la variable de IA, 361 valoraciones (95.0 %) se encontraron entre los rangos de confort antes señalados de 44.3 dBA y 87.7 dBA, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort acústico, mientras que 18 estimaciones (5.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir un ruido débil, entre niveles de 87.7 dBA y 92.8 dBA, y ninguna observación (0.0 %) se encontraría condiciones de ruido algo fuerte.

- Intensidad Acústica (IA) – Preferencia acústica

Por otra parte, la preferencia acústica de los ocupantes de acuerdo a la variable de dBA, fue valorada de acuerdo a la totalidad de los votos, equivalentes a 480 muestras (190 mujeres, 290 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia acústica neutra en 67.5 dBA, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9879, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia acústica reducida entre 56.2 dBA (-1 DE) y 78.8 dBA (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 22.6 dBA, mientras que, para un rango de preferencia acústica extendida oscila entre los 44.9 dBA (-2 DE) y 90.1 dBA (+2 DE), equivalente a una amplitud acústica de 45.2 dBA (Gráfico 94).

Gráfico 94.
Indicadores de preferencia acústica por dBA.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite identificar que la mayoría de las valoraciones (251) expresan una preferencia acústica entre votos desde *menos ruido* (categoría 3), principalmente, hacia *sin cambio* (216, categoría 2), donde el comportamiento de las líneas de regresión señala una tendencia próxima a equidistante, al resultar una preferencia acústica de menor ruido entre 43.8 dBA y 89.3 dBA, mientras que, por otra parte, la preferencia acústica será de mayor ruido al encontrarse entre 44.3 dBA y 80.7 dBA, será preferible un poco más ruido. Lo cual permite deducir, que los ocupantes mientras mantengan una condición mayor de ruido ambiental, considerarán la reducción de intensidad acústica, en contraparte a un ruido ambiental menor, su tendencia será procurar un aumento de ruido.

En este sentido, de las 480 muestras, 459 de ellas (96.0 %) se encontrarían en una condición de preferencia acústica sin cambio, al encontrarse en las condiciones de preferencia acústica anteriormente indicadas entre 44.9 dBA y 90.1 dBA, mientras que por otra parte 4

estimaciones (1.0 %) considerarían una preferencia de *menor ruido*, de acuerdo a valores de 36.3 dBA y 44.9 dBA, y 17 observaciones (4.0 %), preferirían *más ruido* en el ambiente.

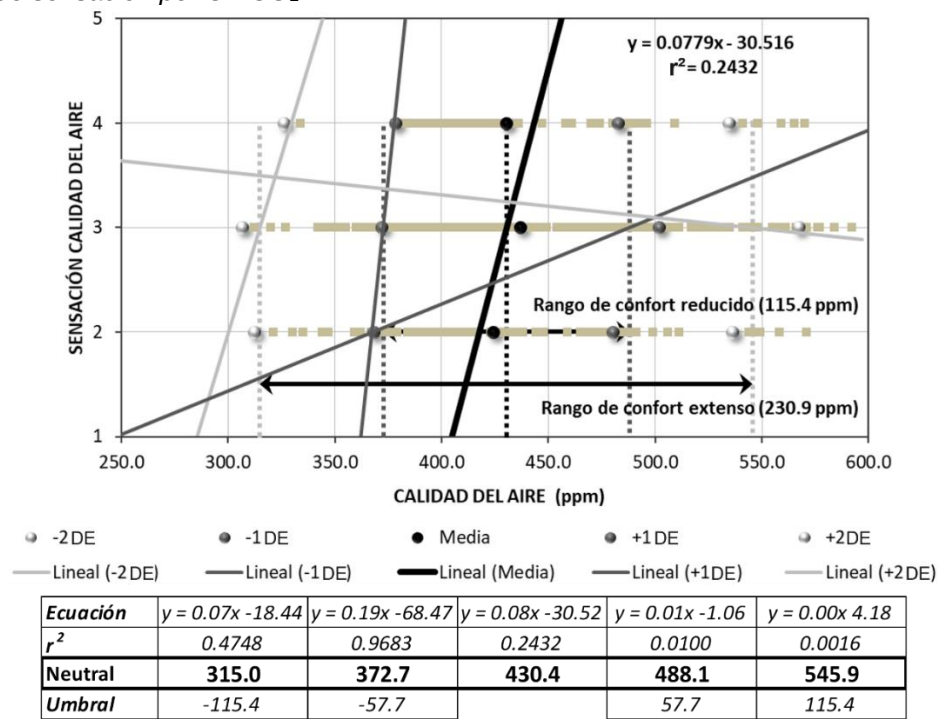
Indicadores de Calidad de Aire

La variable estimada para apreciar el indicador de calidad del aire, fue la calidad del aire por CO2 y PM2.5, acorde a la estimación y preferencia en la calidad del aire de los ocupantes.

- Calidad del Aire (CA) – Percepción de calidad del aire CO₂

La percepción de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA, se valoró de acuerdo a la omisión de datos atípicos, así como a los votos subjetivos mayores al 5.0 %, equivalente a 409 muestras (161 mujeres, 248 hombres), quienes estimaron una condición de calidad del aire neutra en 430.4 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 0.2432, el cual demuestra un bajo nivel de correlación, con un rango de confort en la sensación de calidad del aire reducido entre los 372.7 ppm (-1 DE) y 488.1 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 115.4 ppm, mientras que, para un rango de confort en la sensación de calidad del aire extendido oscila entre los 315.0 ppm (-2 DE) y 545.9 ppm (+2 DE), equivalente a una amplitud de 230.9 ppm (Gráfico 95).

Gráfico 95.
Indicadores de sensación por CA CO₂.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

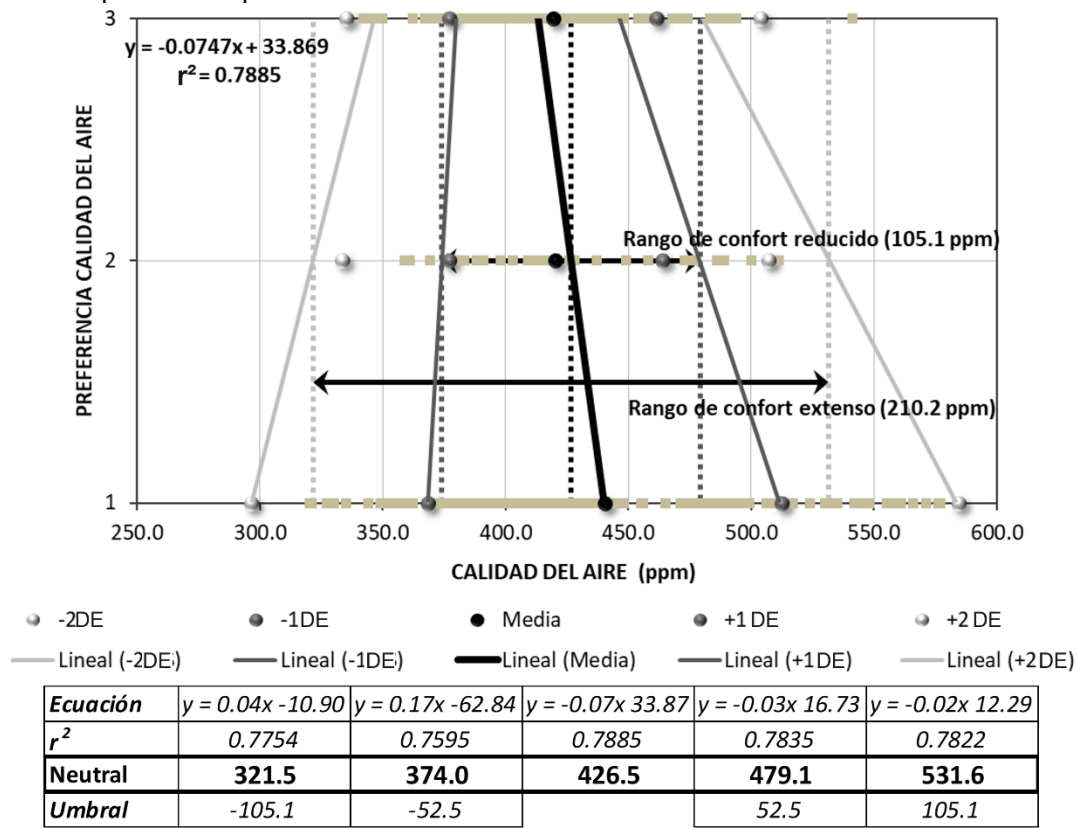
Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones se encuentran entre una percepción de calidad del aire *regular* (249, categoría 3) hacia *mala* (94, categoría 2), sin embargo las líneas de regresión señalan una nula correlación entre una percepción *buena* (categoría 4) o *mala* (categoría 2), puesto que ambas estimaciones se encuentran dentro de los rangos de estimación de confort entre 326.2 ppm (-2 DE) a 534.5 ppm (+2 DE), lo cual asume un mayor rango de adaptación por parte de los ocupantes en una amplitud de concentraciones de CO₂, equivalentes a una oscilación de 208.3 ppm, por consiguiente, se percibe como malas condiciones de concentración de gases entre registros de 312.2 ppm (-2 DE) a 536.0 ppm (+2 DE), con un rango de amplitud de 223.8 ppm.

En consecuencia, de las 409 muestras, conforme al registro de sensación por calidad del aire acorde a la variable de CA, el total de valoraciones (100.0 %) se encontraría en los rangos que estimaron los ocupantes como confort por calidad del aire entre 315.0 ppm y 545.9 ppm, mientras que solo 1 valoración (0.0 %) lo considerarían como *mala* entre 300.3 ppm y 315.0 ppm, mientras que ninguna de los registros (0.0 %) ubicarían alguna percepción de *buena* calidad del aire.

- Calidad del Aire (CA) – Preferencia de calidad del aire CO₂

La preferencia de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA CO₂, se valoró de acuerdo a 321 muestras (124 mujeres, 197 hombres), quienes estimaron preferir una condición de calidad del aire neutra en 426.5 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 0.7885, el cual demuestra un alto nivel de correlación, con un rango de preferencia de calidad del aire reducido entre 374.0 ppm (-1 DE) y 479.1 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 105.1 ppm, mientras que, para un rango de preferencia en la calidad del aire extendido oscila entre los 321.5 ppm (-2 DE) y 531.6 ppm (+2 DE), equivalente a una amplitud de 210.2 ppm (Gráfico 96).

Gráfico 96.
Indicadores de preferencia por CA CO₂.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

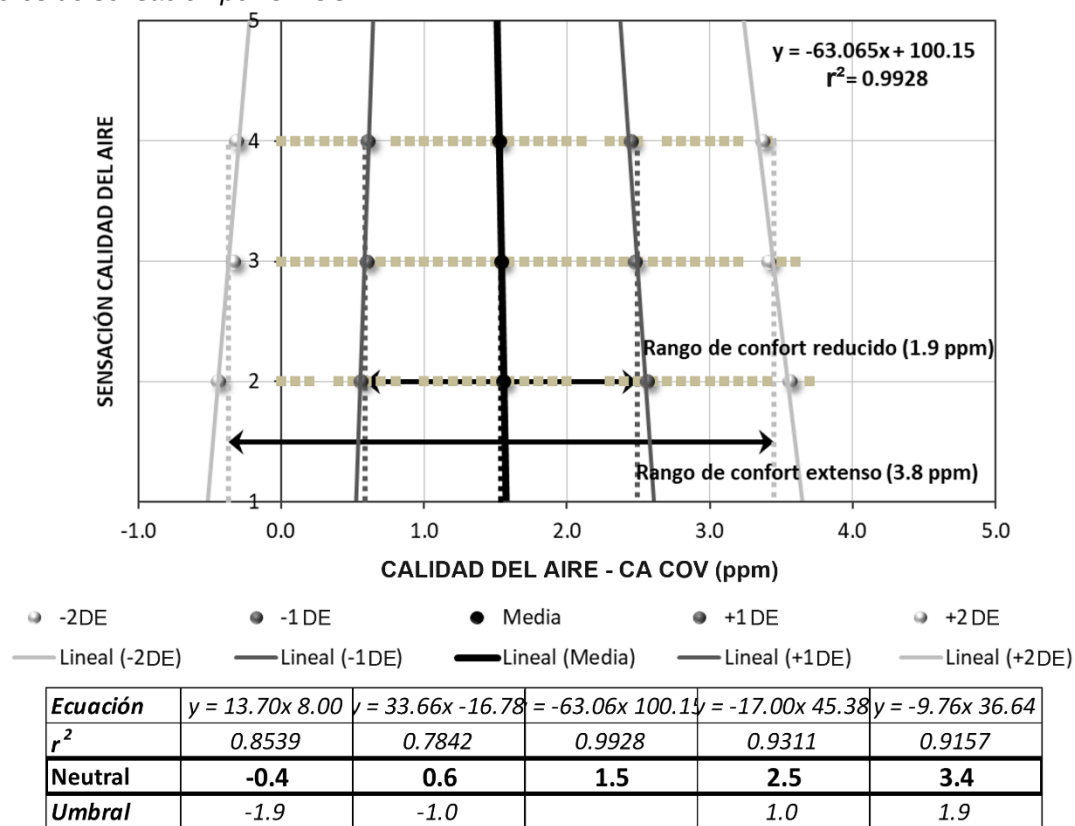
Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (190) se encuentran una preferencia *sin cambios* (categoría 1) hacia una amplitud en *mucho mejores* condiciones de calidad del aire (93, categoría 3), sin embargo, las líneas de regresión señalan una convergencia en preferir mucho mejores estimaciones de calidad del aire entre los rangos de 334.8 ppm a 503.5 ppm, equivalentes a una oscilación de 168.7 ppm.

Por lo tanto, de las 321 muestras, conforme al registro de preferencia por calidad del aire acorde a la variable de CA CO₂, 299 valoraciones (93.0 %) se encontraron en la preferencia de mejores condiciones por calidad del aire estimados entre 321.5 ppm y 531.6 ppm, mientras que 22 valoraciones (7.0 %) considerarían preferir sin cambio en las condiciones de calidad de aire entre 296.6 ppm y 321.5 ppm, mientras que nadie se encontraría con una estimación preferencia de calidad del aire mucho mejor (0.0 %).

Calidad del Aire (CA) – Percepción de calidad del aire COV

La percepción de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA COV, se valoró de acuerdo a votos subjetivos mayores al 5.0 % (4.8 %), equivalente a 457 muestras (180 mujeres, 277 hombres), quienes estimaron una condición de calidad del aire neutra en 1.5 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9928, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort en la sensación de CA COV reducido entre los 0.6 ppm (-1 DE) y 2.5 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 1.9 ppm, mientras que, para un rango de confort en la sensación de calidad del aire extendido oscila entre 0.0 ppm (-2 DE) y 3.4 ppm (+2 DE), equivalente a una amplitud de 3.4 ppm (Gráfico 97).

Gráfico 97.
Indicadores de sensación por CA COV.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

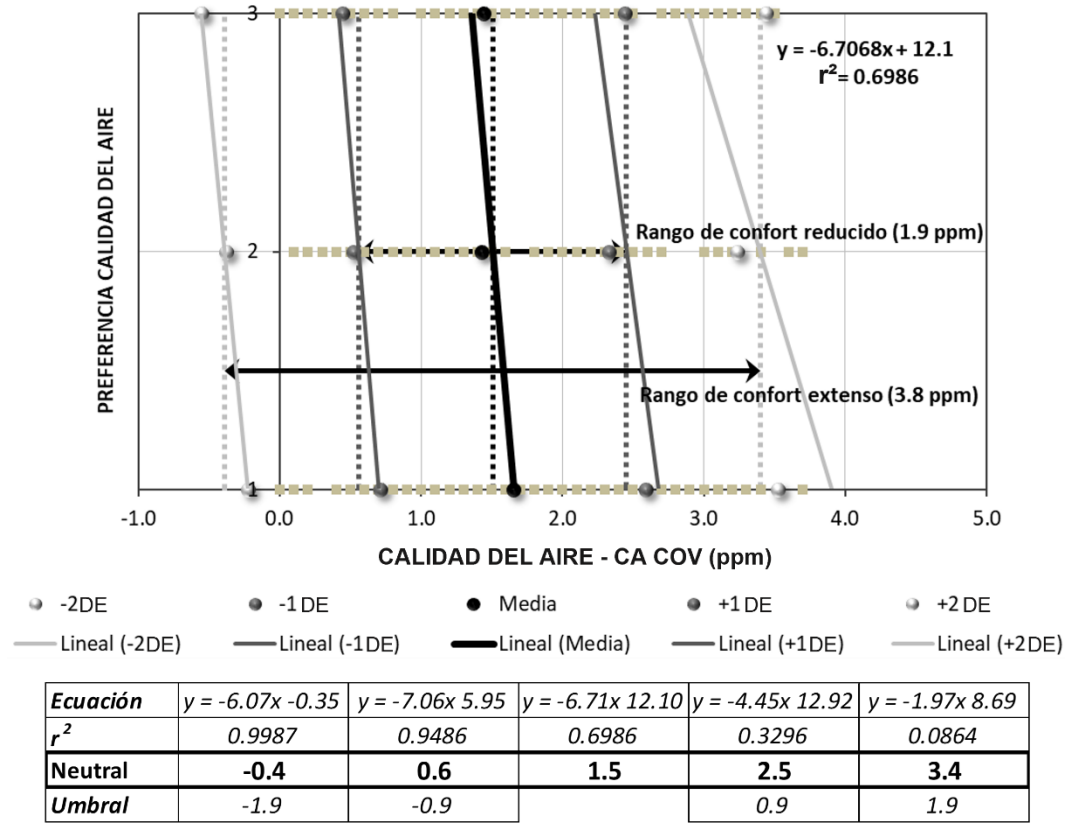
Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (249) se encuentran entre una percepción de *calidad del aire regular* (categoría 2), sin embargo las líneas de regresión señalan una ligera amplitud en una percepción de una CA COV en *malas* condiciones (114, categoría 2) que se ubican entre 0.0 ppm hasta 3.7 ppm, lo cual asume un mayor rango de adaptación por parte de los ocupantes en una amplitud de concentraciones de COV, equivalentes a una oscilación de 3.7 ppm, en contraparte al apreciar con claridad buenas (94, categoría 4) condiciones de concentración de COV entre registros de 0.0 ppm a 3.3 ppm, con un rango de amplitud reducido equivalente a 0.4 ppm.

Por lo tanto, de las 457 muestras, conforme al registro de sensación por CA COV, 254 valoraciones (99.3 %) se encontraron en los rangos que estimaron los ocupantes como confort por calidad del aire entre 0.0 ppm y 3.4 ppm, mientras que únicamente 3 valoraciones (0.7 %) lo considerarían como mala, en valores > 3.4 ppm, en contraparte a ninguno de los registros (0.0 %) ubicarían alguna percepción de buena calidad del aire.

- Calidad del Aire (CA) – Preferencia de calidad del aire COV

La preferencia de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA COV, se valoró de acuerdo a 480 muestras (190 mujeres, 290 hombres), quienes estimaron preferir una condición de calidad del aire neutra en 1.5 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 0.6986, el cual demuestra un nivel de correlación moderado, con un rango de preferencia de CA COV reducido entre 0.6 ppm (-1 DE) y 2.5 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 1.9 ppm, mientras que, para un rango de preferencia en la calidad del aire extendido oscila entre los 0.0 ppm (-2 DE) y 3.4 ppm (+2 DE), (Gráfico 98).

Gráfico 98.
Indicadores de preferencia por CA COV.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (222) presentan una amplitud a la preferencia *sin cambios* (categoría 1), entre valores de 0.6 ppm hasta 3.9 ppm, adicionalmente las líneas de regresión señalan una convergencia en *mucho mejores* (165) condiciones de CA COV (categoría 3), en valores de 0.0 ppm y 2.8 ppm, lo cual asume un mayor rango de adaptación por parte de los ocupantes en altas concentraciones de CA COV, equivalentes a 3.9 ppm.

Indicadores de Habitabilidad – Periodo de Frío

En segunda instancia, se visualizan los indicadores ambientales durante el periodo de frío (durante los meses de enero y febrero 2024), con el orden de aparición por indicadores térmicos, hídricos, eólicos, lumínicos, acústicos y calidad del aire. Cabe señalar que el presente apartado, es consecuente a (pág. 240).

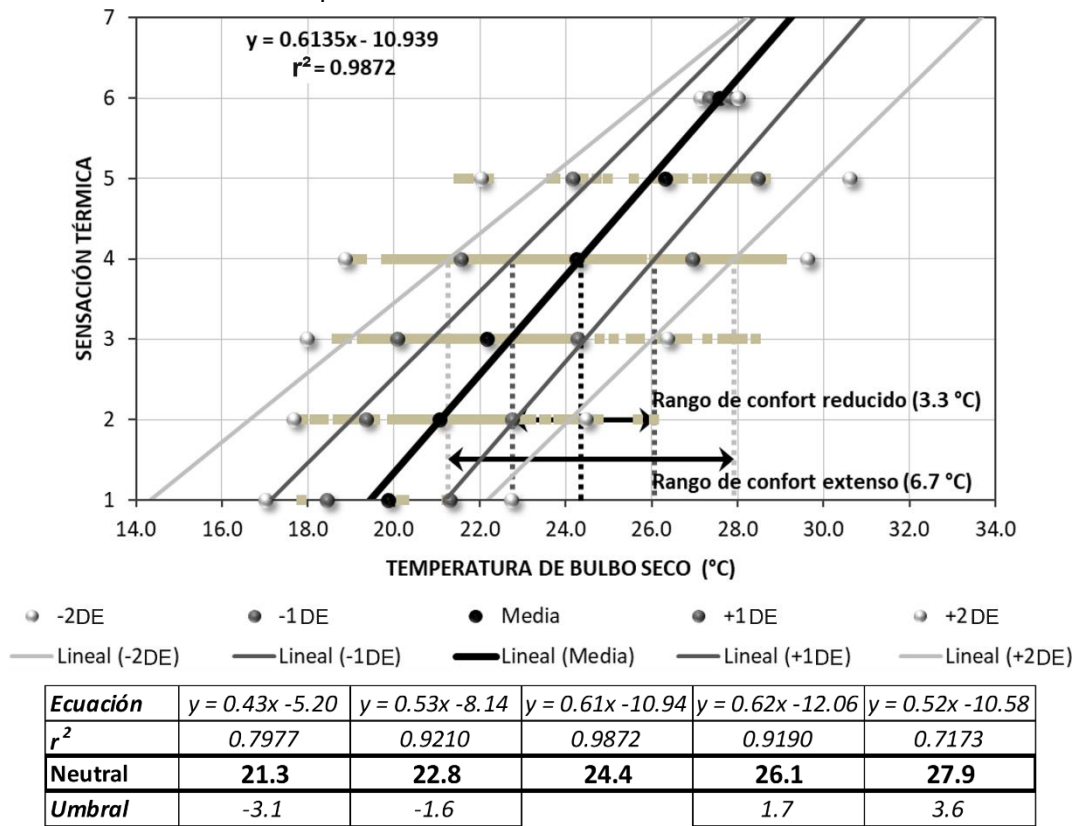
Indicadores Térmicos

Las variables estimadas para los diversos indicadores señalados de confort térmico, fueron relacionadas conforme a la estimación y preferencia térmica de los ocupantes, las cuales son: Temperatura del Bulbo Seco (TBS), Temperatura del Globo Gris (TGg), Temperatura del Bulbo Húmedo (TBH), y Temperatura de Superficie (Tsr).

- Temperatura del Bulbo Seco (TBS) – Sensación Térmica

La percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBS durante el periodo de frío, se valoró de acuerdo a la totalidad de muestras 511 (203 mujeres, 308 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica de 24.4 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9872, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 22.8 °C (-1 DE) y 26.1 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 3.3 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 21.3 °C (-2 DE) y 27.9 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 6.7 °C (Gráfico 99).

Gráfico 99.
Indicadores de sensación térmica por TBS.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (511) se encuentran entre una percepción de *neutralidad* (categoría 4) hacia *el frío* (categoría 2) principalmente, confirmado por la cantidad de registros ubicados en las líneas de regresión que señalan una tendencia equidistante en condiciones de bajo-calentamiento entre temperaturas de 17.1 °C a los 21.3 °C, lo cual asume un rango de estrecho por parte de los ocupantes en condiciones frías, equivalentes a una oscilación de 4.2 °C, en contraparte a condiciones de mayor temperatura las cuales asumen una mayor claridad de percepción de calidez por parte de los ocupantes, al apreciarse entre temperaturas de 27.9 °C a 30.9 °C, con un rango de amplitud reducido de 3.0 °C.

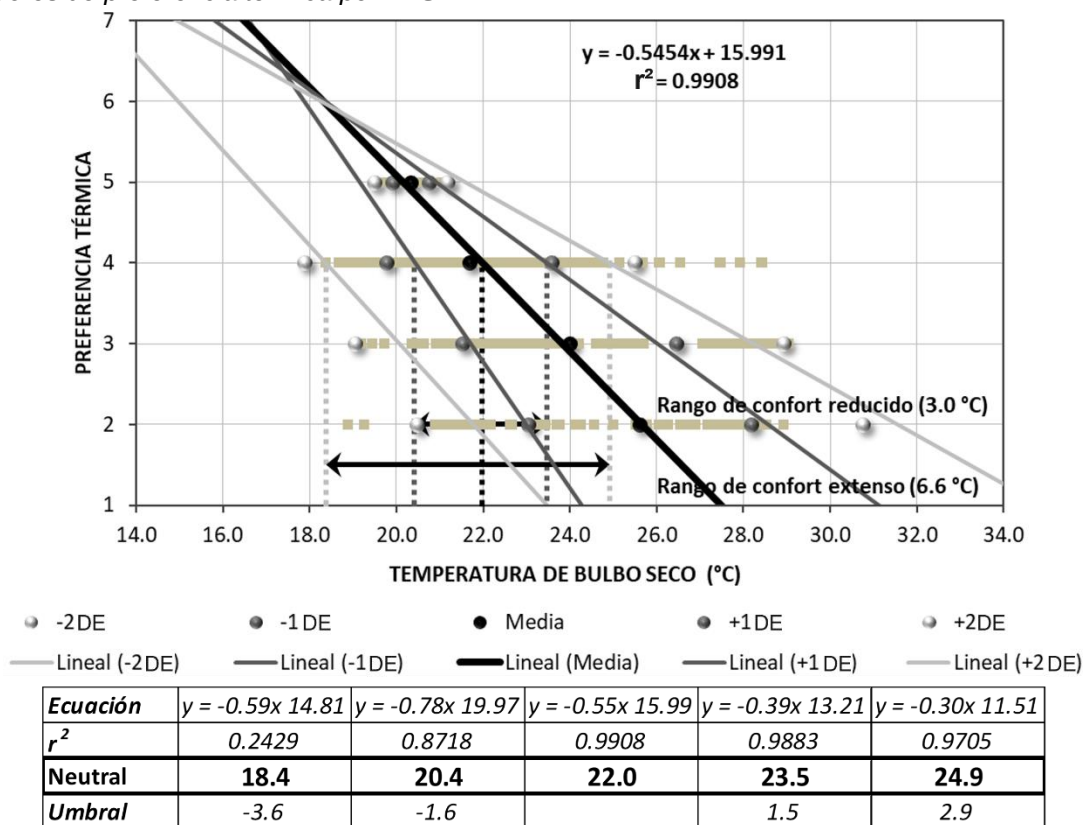
Por lo tanto, de las 511 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de TBS, 298 valoraciones (58.0 %) se encontraron en los rangos de confort estimados entre 21.3 °C y 27.9 °C, al resultar solo 39 valoraciones (8.0 %) perciben algo de calor a calor en temperaturas que oscilan de 27.9 °C a 29.8 °C, mientras que 174 muestras (35.0 %) se ubican en estimaciones de algo de frío a frío en temperaturas de 16.6 °C a 21.3 °C.

- Temperatura del Bulbo Seco (TBS) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBS, fue valorada de acuerdo a la omisión de datos atípicos (17.0 %), equivalente a 424 muestras (170 mujeres, 254 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra en 22.0 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9908, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 20.4 °C (-1 DE) y 23.5 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 3.1 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 18.4 °C (-2 DE) y 24.9 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 6.6 °C (Gráfico 100).

Gráfico 100.

Indicadores de preferencia térmica por TBS.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (209) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4) hacia *más fresco* (categoría 2) principalmente, adicionalmente las líneas de regresión señalan una convergencia a una preferencia de más calor, en un rango entre 16.4 °C y 18.4 °C, acorde a una oscilación de 2.0 °C, mientras se prefiere mayor frescura en un rango comprendido entre temperaturas de 24.9 °C a 28.6 °C, lo cual marca un espectro de preferencia por adaptación térmica de los ocupantes de 3.7 °C.

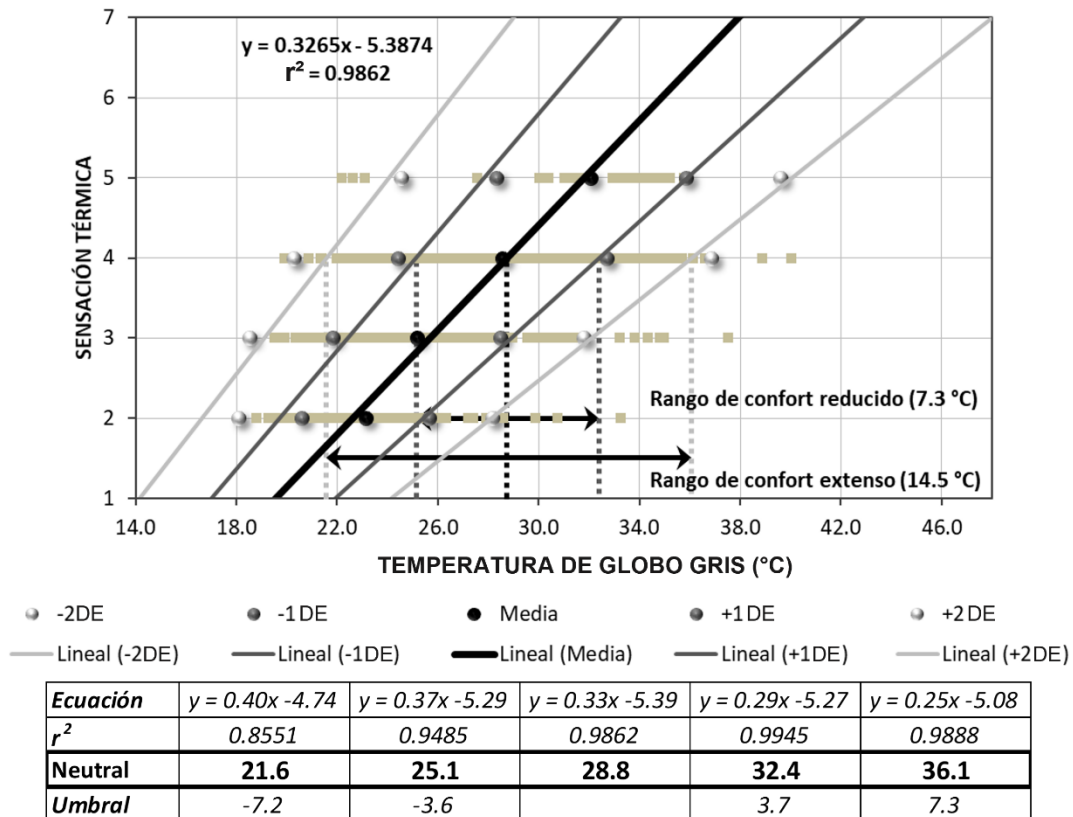
En este sentido, de acuerdo a los valores de preferencia térmica estimados anteriormente y conforme a los registros en campo durante el periodo frío, de las 424 muestras, 315 valoraciones (74.0 %) se encontrarían en una preferencia térmica sin cambio entre 18.4 °C y 24.9 °C, mientras que solo 2 observaciones (1.0 %), preferirían un poco más de calor, en contraparte a 107 valoraciones (25.0 %), que prefieren condiciones desde un poco más fresco a más fresco.

- Temperatura de Globo Gris (TGg) – Sensación Térmica

Por otra parte, la percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TGg durante el periodo de frío, se valoró de acuerdo a la omisión de datos atípicos (5.1 %) y votos subjetivos mayores al 5.0 %, equivalentes a 480 muestras (189 mujeres, 291 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica de 28.8 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9862, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 25.1 °C (-1 DE) y 32.4 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 7.3 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 21.6 °C (-2 DE) y 36.1 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 14.5 °C (Gráfico 101).

Gráfico 101.

Indicadores de sensación térmica por TGg.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

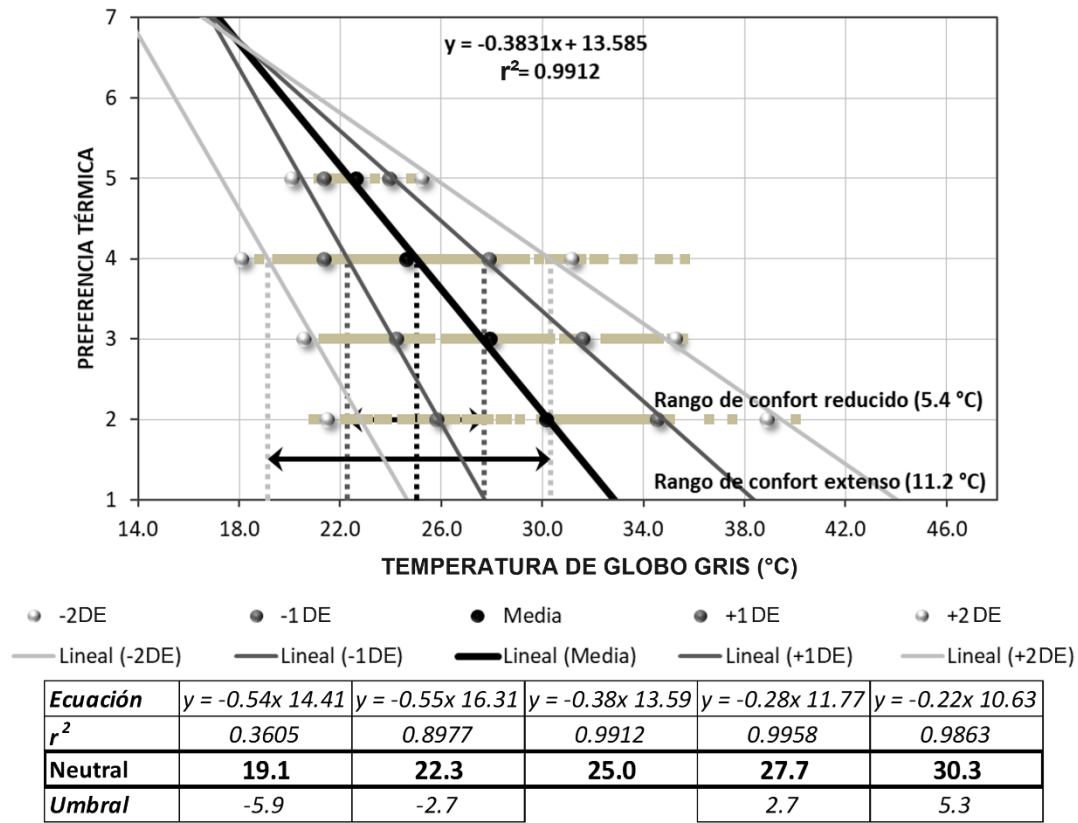
Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que una parte de las valoraciones (206) se encuentran entre una percepción de *neutralidad* (categoría 4) hacia el *frío* (245, categoría 7) principalmente, sin embargo las líneas de regresión señalan una amplitud más significativa en condiciones de sobrecalentamiento que se ubican para temperaturas entre 32.4 °C a 39.6 °C, lo cual asume un mayor rango de adaptación por parte de los ocupantes en condiciones cálidas, equivalentes a una oscilación de 7.2 °C, en contraparte a condiciones de menor temperaturas las cuales asumen una mayor claridad de percepción de frescura por parte de los ocupantes, al encontrarse entre temperaturas de 16.6 °C a 21.6 °C, con un rango de amplitud reducido de 5.0 °C.

Por lo tanto, de las 480 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de TGg, 428 valoraciones (89.0 %) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 21.6 °C y 36.1 °C, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort térmico, mientras que solo 5 estimaciones (1%) se encontrarían en condiciones de percibir algo de calor en temperaturas que oscilan de 36.1 °C a 40.1 °C, y destacan 47 observaciones (10.0 %) comprenden estimaciones hacia algo de frío a frío en temperaturas de 16.6 °C a 21.6 °C.

- Temperatura de Globo Gris (TGg) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TGg, fue valorada de acuerdo a la omisión de datos atípicos (17.0 %, 87 opiniones) equivalente a 424 muestras (170 mujeres, 254 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra en 25.0 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9912, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 22.3 °C (-1 DE) y 27.7 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 5.4 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 19.1 °C (-2 DE) y 30.3 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 11.2 °C (Gráfico 102).

Gráfico 102.
Indicadores de preferencia térmica por TGg.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que la totalidad de las valoraciones (424) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4) hacia *más fresco* (categoría 2) principalmente, adicionalmente las líneas de regresión señalan un comportamiento convergente hacia la categoría de preferir *un poco más calor* (5, con 8 opiniones), prácticamente nula, aspecto que se presenta cuando las temperaturas se encuentran entre los 16.9 °C y 19.1 °C, por otra parte, cuando las temperaturas se encuentran entre 30.3 °C y 38.9 °C, una buena porción de los ocupantes prefieren una condición *más fresca* (categoría 2, 207 opiniones).

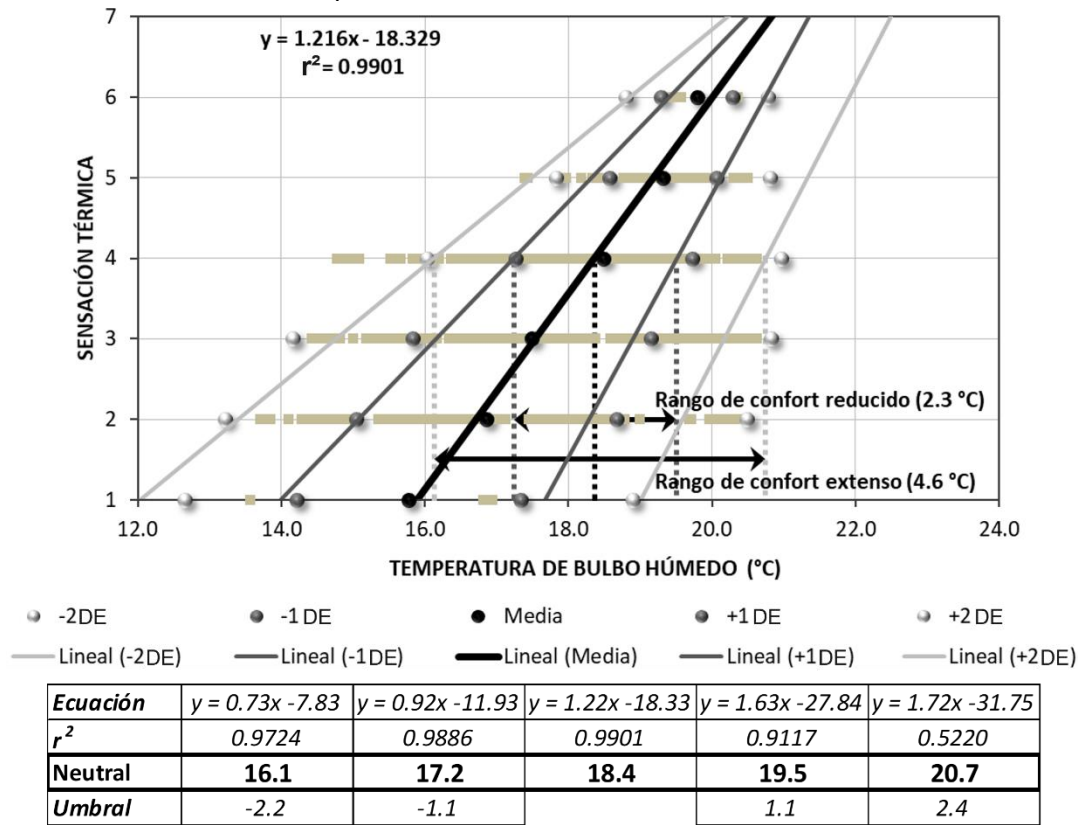
En este sentido, de las 424 muestras, 328 (78.0 %) de ellas expresaron preferir una condición sin cambio, en contraparte a solo 1 valoración (0.0 %) que preferiría una sensación un poco más cálida. Ahora bien, una vez ubicado el rango de neutralidad respecto a la

preferencia térmica entre 19.1 °C y 30.3 °C, resulta significativo señalar que 328 de las apreciaciones (78.0 %), se encontrarían dentro de este rango, mientras que 94 observaciones (22.0 %), preferirían un poco más fresco el ambiente.

- Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH) – Sensación Térmica

Por otra parte, la percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBH durante el periodo frío, se valoró de acuerdo la totalidad de 511 muestras (203 mujeres, 308 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica en 18.4 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9901, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 17.2 °C (-1 DE) y 19.5 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 2.3 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 16.1 °C (-2 DE) y 20.7 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 4.6 °C (Gráfico 103).

Gráfico 103.
Indicadores de sensación térmica por TBH.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

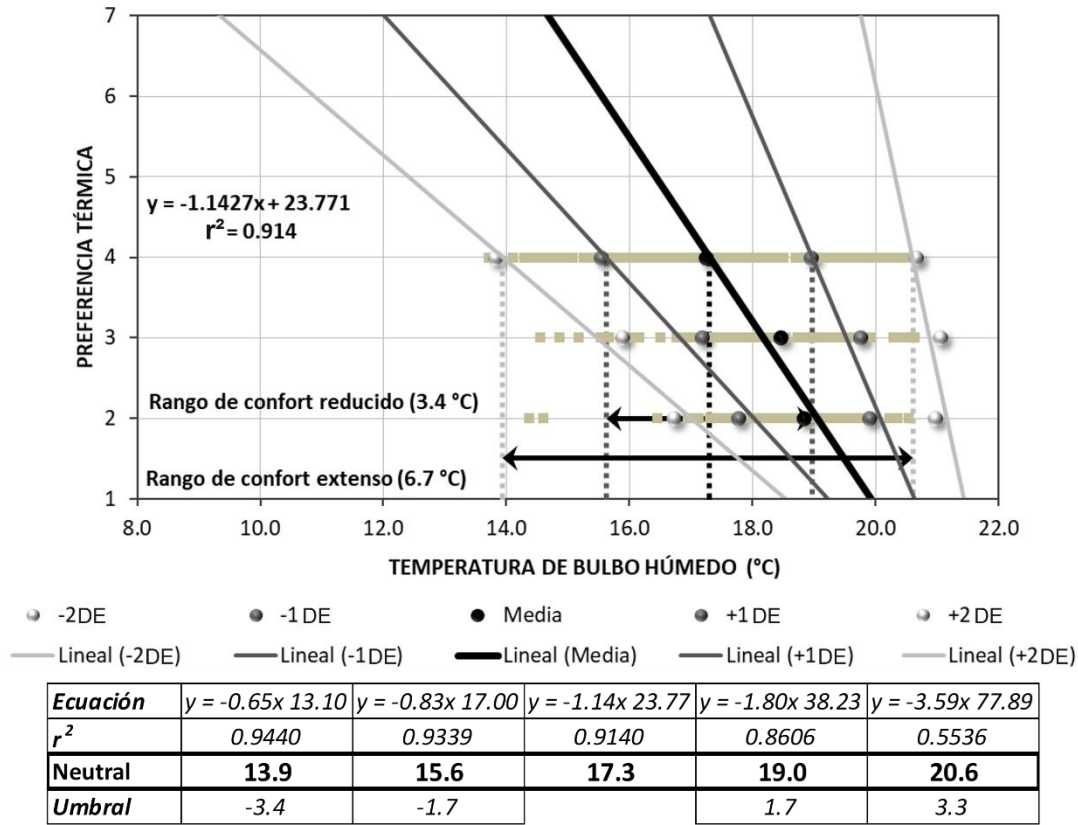
Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (263) perciben una condición de *algo de frío* (categoría 3) a *mucho frío* (categoría 1), cuando las temperaturas se encuentran entre 12.7 °C y 16.2 °C, mientras que por otra parte, 208 estimaciones consideran encontrarse en *confort* (categoría 4), entre temperaturas de 16.2 °C y 20.7 °C, en contraparte cuando se presentan temperaturas entre 20.7 °C y 22.5 °C, los ocupantes perciben *algo de calor* (categoría 5) a *calor* (categoría 6), criterio que presenta un rango de amplitud de 1.8 °C.

Por lo tanto, de las 511 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de TBH, 422 valoraciones (83.0 %) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 16.1 °C y 20.7 °C, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort térmico, mientras que 89 estimaciones (18.0 %) percibirían una condición de algo de frío a frío, por lo que cabe destacar que ninguna valoración se encontraría en condición de percibir alguna condición de calor, mayor a 20.7 °C.

- Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBH, fue valorada de acuerdo a la omisión de datos atípicos (17.0 %) y votos subjetivos superiores al 5.0 %, equivalente a 416 muestras (166 mujeres, 250 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra en 17.3 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9140, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 15.6 °C (-1 DE) y 19.0 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 3.4 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 13.9 °C (-2 DE) y 20.6 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 6.7 °C (Gráfico 104).

Gráfico 104.
Indicadores de preferencia térmica por TBH.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que la mitad de las valoraciones (209) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4) hacia *más fresco* (207, categoría 2) principalmente, de acuerdo a temperaturas de 13.8 °C y 20.6 °C, por otra parte las líneas de regresión señalan una convergencia respecto a la opinión de preferir una condición de mayor frescura, cuando se encuentran entre temperaturas de 17.2 °C y 21.0 °C, acorde a una oscilación de 2.8 °C. Criterios que evidencian, que los ocupantes, se encuentran en una preferencia de confort térmico la mayor parte del periodo de frío.

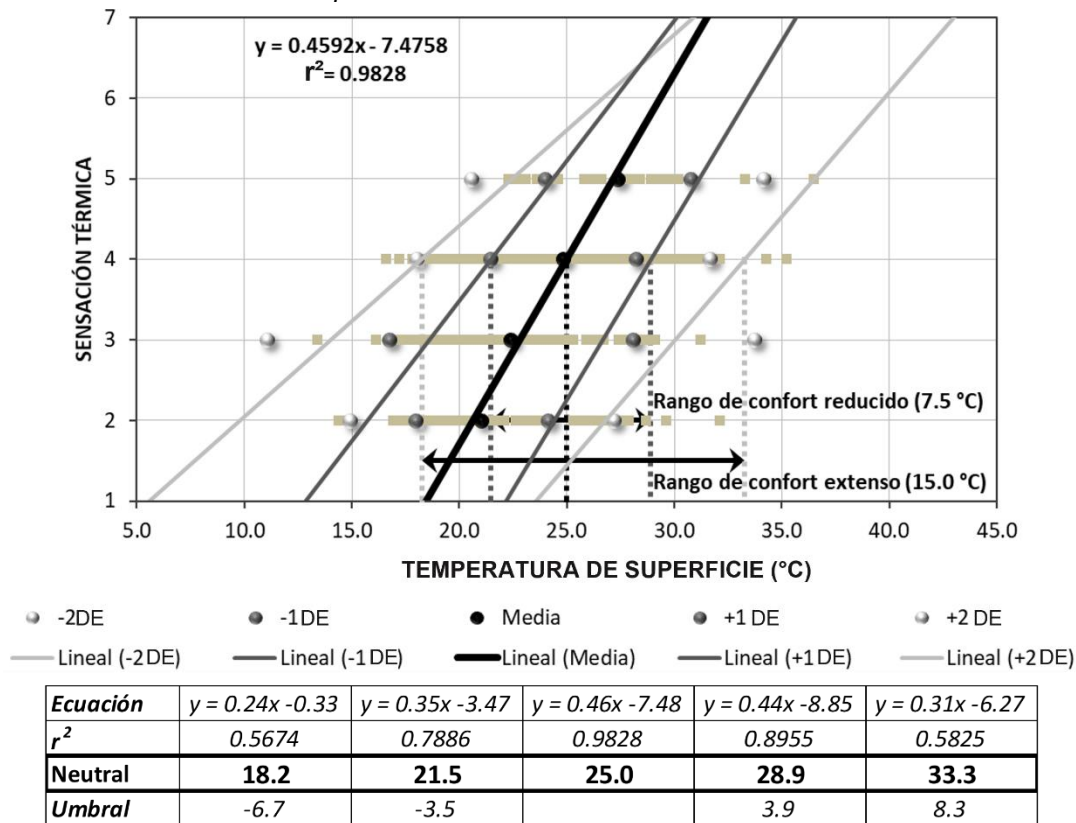
En este sentido, de las 416 muestras, 412 de ellas (99.0 %) expresaron preferir una condición sin cambio, por lo tanto, se encontrarían dentro de este rango de neutralidad respecto de preferencia térmica entre 13.9 °C y 20.6 °C, en contraparte a una descartable representación de 2 valoraciones (0.0 %) que prefieren una mayor sensación de frescura, al igual de 2 observaciones (0.0 %), que preferirían un poco más de calor.

- Temperatura en superficie (Ts) – Sensación Térmica

La percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Ts durante el periodo frío, se valoró de acuerdo a votos de confort superiores al 5.0 %, equivalente a 504 muestras (200 mujeres, 304 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica por temperatura en superficie de 25.0 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9828, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 21.5 °C (-1 DE) y 28.9 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 7.5 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 18.2 °C (-2 DE) y 33.3 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 15.0 °C (Gráfico 105).

Gráfico 105.

Indicadores de sensación térmica por Ts.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mitad de las valoraciones (208) se encuentran entre una percepción de *neutralidad* (categoría 4) hacia el *frío*

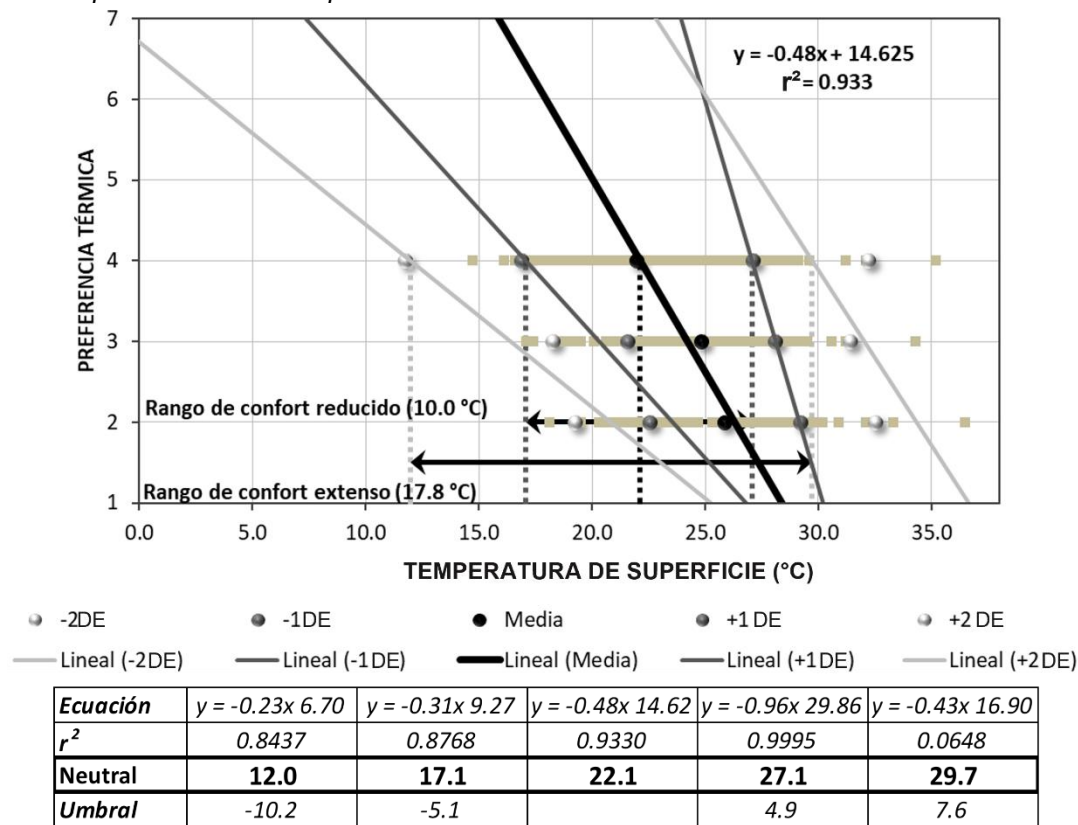
principalmente (259), mientras que las líneas de regresión expresan un comportamiento prácticamente equidistante, con una valoración de confort entre temperaturas de 18.2 °C a 33.3 °C, equivalente a una oscilación de 15.1 °C, en contraparte a una percepción de bajo calentamiento, cuando las temperaturas de la superficie se encuentran entre 5.6 °C a 18.2 °C, con un rango de amplitud de 12.6 °C, mientras que los ocupantes consideran una percepción cálida, cuando las temperaturas en la superficie, se encuentran entre 33.3 °C y 43.0 °C, criterio que representa una amplitud de 10.0 °C.

Por lo tanto, de las 504 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de Ts, 462 valoraciones (91.0 %) se encontraron en los rangos de confort estimados entre 18.2 °C y 33.3 °C, mientras que solo 7 valoraciones (1.0 %) se encontrarían percibiendo algo de calor a mucho calor en temperaturas que oscilan de 33.3 °C a 43.0 °C, y 40 valoraciones (8.0 %) estarían considerando algo de frío en temperaturas de 5.6 °C a 18.2 °C.

- Temperatura en superficie (Ts) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Ts, fue valorada de acuerdo la omisión de datos atípicos (17.0 %) y votos subjetivos superiores al 5% (1.6 %), equivalente a 416 muestras (166 mujeres, 250 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra cuando la superficie se encuentra en 22.1 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9330, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 17.1 °C (-1 DE) y 27.1 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 10.0 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 12.0 °C (-2 DE) y 29.7 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 17.8 °C (Gráfico 106).

Gráfico 106.
Indicadores de preferencia térmica por Ts.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

De tal manera que, la anterior gráfica permite interpretar la parcialidad de las valoraciones (209) perciben entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4) hacia *más fresco* (207, categoría 2), adicionalmente las líneas de regresión señalan una convergencia al preferir algo de más fresco, entre 29.7 °C y 36.6 °C, acorde a una oscilación de 6.9 °C, mientras por otra parte, los ocupantes expresan preferir temperaturas de 12.0 °C a 29.7 °C para encontrarse en condiciones de confort térmico, lo cual marca un espectro de preferencia por adaptación térmica de los ocupantes de 17.7 °C.

Por lo tanto, de las 416 muestras, y al haber identificado un rango de confort térmico previamente entre temperaturas de 12.0 °C a 29.7 °C, 401 de las valoraciones (97.0 %) registradas se encuentran en una condición sin cambio, en contraparte a una mínima proporción de 14 estimaciones (3.0 %) que prefieren una condición de un poco más fresco a mucho más fresco, mientras que ninguna observación (0.0 %), preferiría algo de calor.

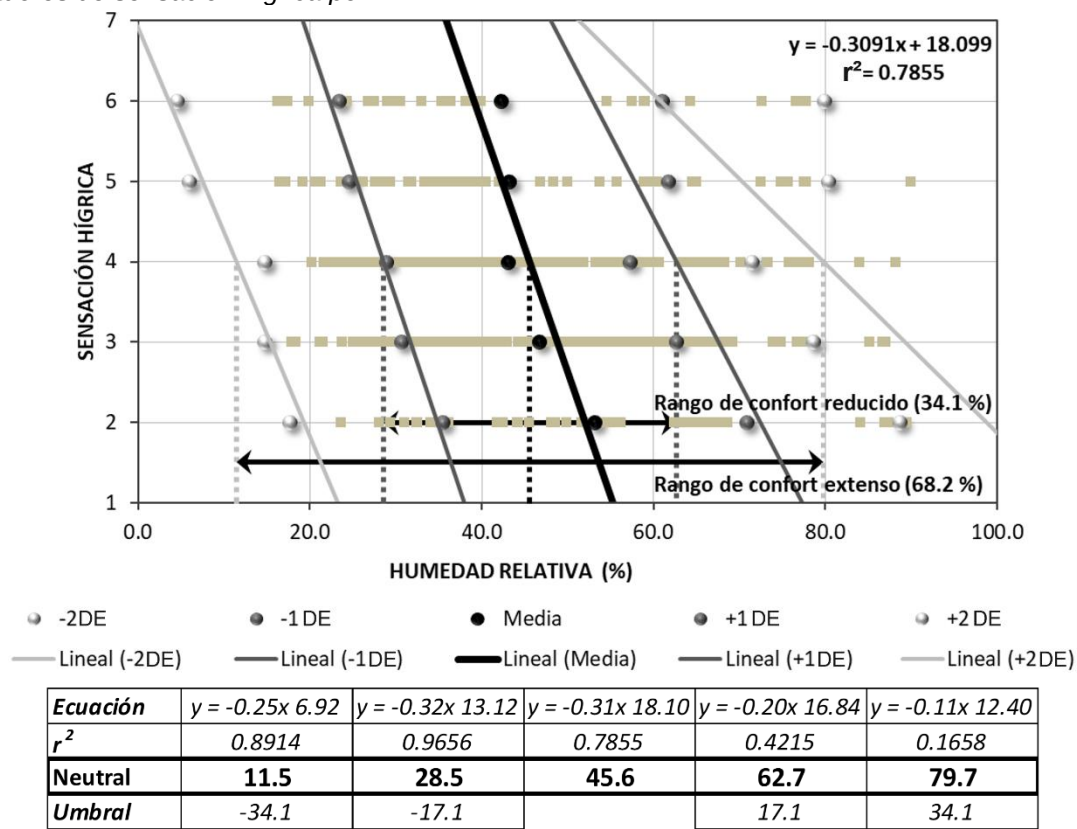
Indicadores Hígricos

La variable estimada para apreciar el indicador higrico, fue la humedad relativa (HR), igualmente acorde a la estimación y preferencia higrica de los ocupantes.

- Humedad relativa (HR) – Sensación higrica

Por otra parte, la percepción higrica de los ocupantes de acuerdo a la variable de HR durante el periodo frío, se valoró de acuerdo a votos subjetivos mayores al 5.0 % (1.0 %), equivalentes a 506 muestras (198 mujeres, 308 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad higrica en 45.6 %, conforme a un coeficiente de determinación de 0.7855, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort higrico reducido entre 28.5 % (-1 DE) y 62.7 % (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 34.1 %, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre 11.5 % (-2 DE) y 79.7 % (+2 DE), equivalente a una amplitud de 68.2 % (Gráfico 107).

Gráfico 107.
Indicadores de sensación higrica por HR.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

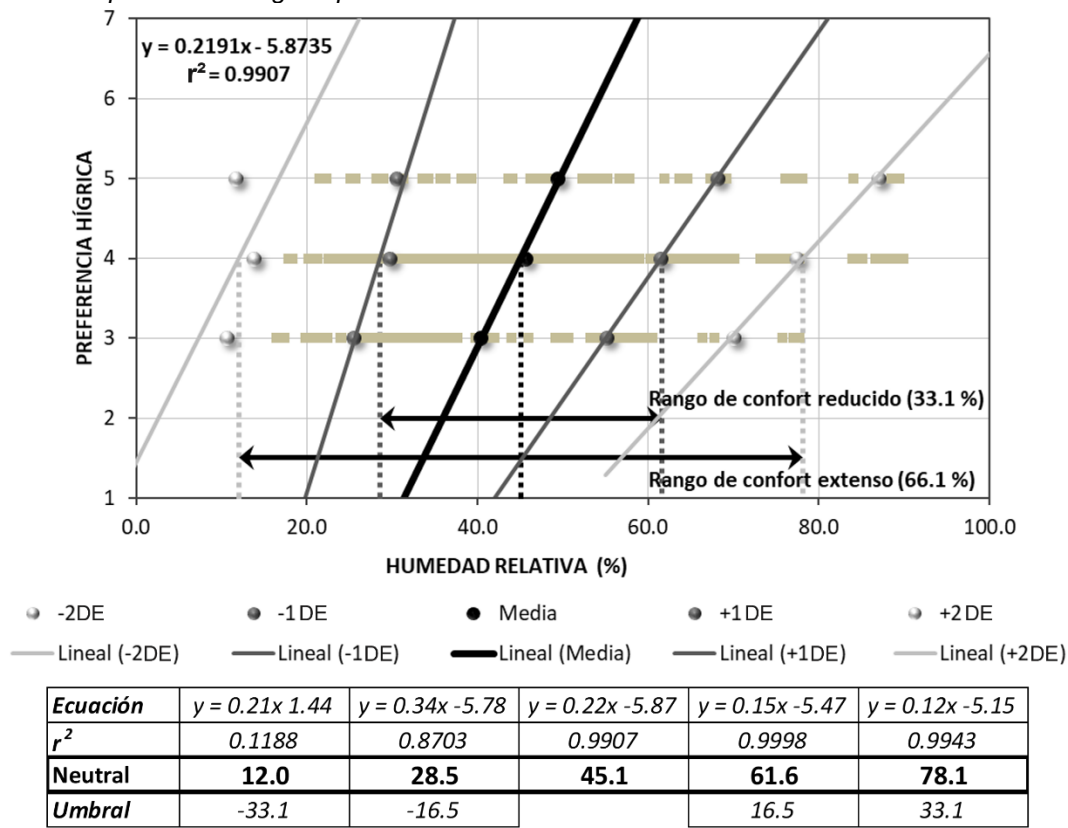
A partir de la anterior gráfica, se interpreta que una mayoría de las valoraciones (238) se encuentran entre una percepción de *neutralidad* (categoría 4) hacia *algo húmedo* (179, categoría 2), sin embargo las líneas de regresión señalan efectivamente que los ocupantes encuentran como condiciones de algo seco a muy seco, a partir de porcentajes de humedad relativa en el ambiente entre 3.6 % a 11.5 %, lo cual infiere una estimación higríca objetiva, por consecuencia, cuando se presenta una HR entre 79.7 % y 98.7 % estas son apreciadas como condiciones de *algo de humedad a muy húmedo* (categoría 3 a 1), condición efectiva de la variable en el aire ambiente.

Por lo tanto, de las 506 muestras, conforme al registro de sensación higríca por la variable de HR, 495 valoraciones (98.0 %) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 11.5 % y 79.7 %, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort higríco, mientras que únicamente 11 estimaciones (2.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir algo de humedad, en porcentajes de humedades de 79.7 % y 98.7 %, al destacarse que ninguna observación (0.0 %) consideraría condiciones algo secas, puesto que no se presentaron registros de una humedad relativa menor a 11.5 %.

- Humedad relativa (HR) – Preferencia higríca

Por otra parte, la preferencia higríca de los ocupantes de acuerdo a la variable de HR, sí es objetiva en relación a su magnitud higríca, esta fue valorada de acuerdo a la omisión de datos atípicos, aunado a la consideración de los votos subjetivos mayores al 5.0 %, equivalente a un total de 445 muestras (179 mujeres, 266 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia higríca neutra en 45.1 %, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9907, el cual demuestra un alto nivel de correlación, con un rango de preferencia higríca reducida entre los 28.5 % (-1 DE) y 61.6 % (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 33.1 %, mientras que, para un rango de preferencia higríca extendida oscila entre los 12.0 % (-2 DE) y 78.1 % (+2 DE), equivalente a una amplitud de 66.1 % (Gráfico 108).

Gráfico 108.
Indicadores de preferencia higríca por HR.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite identificar que la mayoría de las valoraciones perciben una condición de *neutralidad* (300, categoría 4), entre 12.0 % y 78.1 % mientras que la preferencia higríca será *más seca* (50, categoría 5), cuando la HR se encuentre entre 78.1 % y 99.0 %, por lo cual resulta coherente al presentarse mayor humedad en el aire ambiente, los ocupantes preferirán una HR más seca, mientras que se presenta una preferencia hacia *un poco más húmedo*, cuando la HR se encuentre en niveles bajos entre 2.6 % y 12.0 %.

En este sentido, de las 445 muestras, 433 de ellas (97.0 %) se encontrarían en una condición de preferencia higríca sin cambio, al encontrarse en las condiciones de preferencia térmica anteriormente señaladas entre 12.0 % y 78.1 %, mientras que por otra parte 12 estimaciones (3.0 %) considerarían en los mismos términos, un poco más seco el ambiente, entre valores de 78.1 % y 99.9 %, mientras que destaca la nula (0.0 %) preferencia de *un poco más de HR*, a partir de los registros en el sitio de estudio.

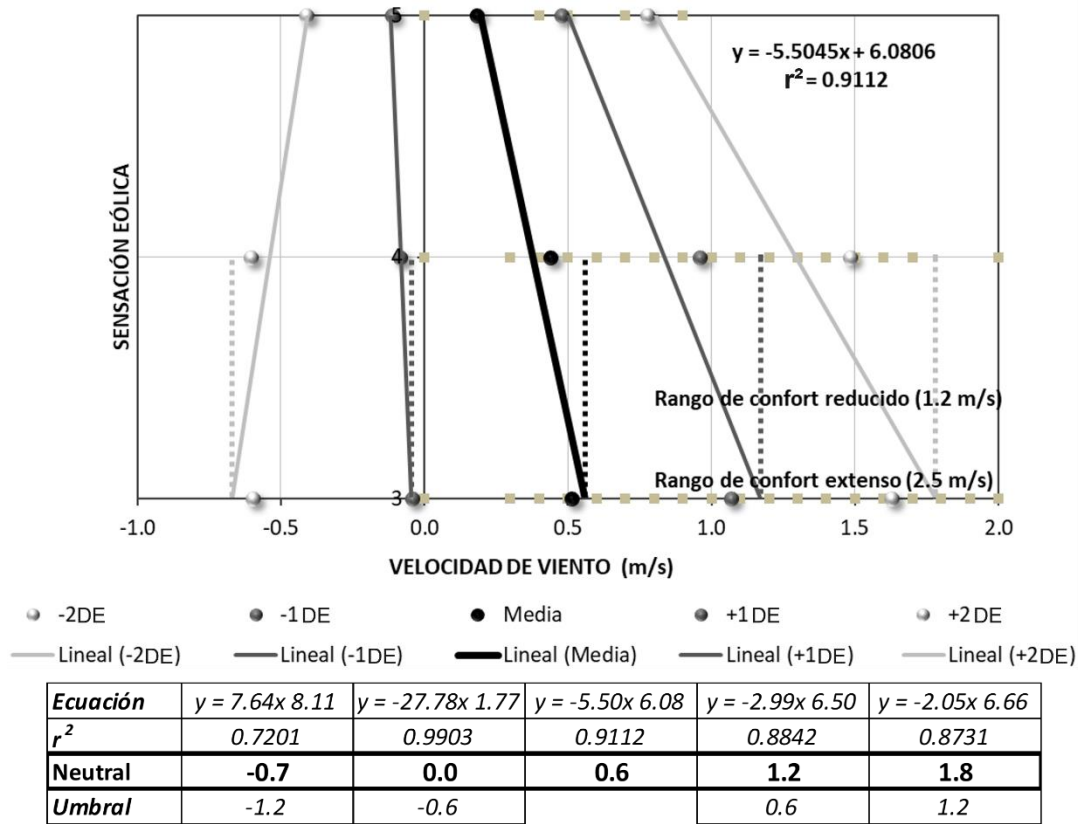
Indicadores Eólicos

La variable estimada para apreciar el indicador eólico, fue la velocidad del viento (Vv), acorde a la estimación y preferencia eólica de los ocupantes.

- Velocidad del viento (Vv) – Sensación Eólica

Por otra parte, la percepción eólica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Vv durante el periodo frío, se valoró de acuerdo a la omisión de datos atípicos (11.0 %) y el resto de los votos subjetivos, equivalentes a 455 muestras (178 mujeres, 277 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica en 0.6 m/s, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9112, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort eólico reducido entre los 0.0 m/s (-1 DE) a 1.2 m/s (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 1.2 m/s, mientras que, para un rango de confort eólico extendido oscila entre los 0.0 m/s (-2 DE) a 1.8 m/s (+2 DE), equivalente a una amplitud de 1.8 m/s (Gráfico 109).

Gráfico 109.
Indicadores de sensación eólica por Vv.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

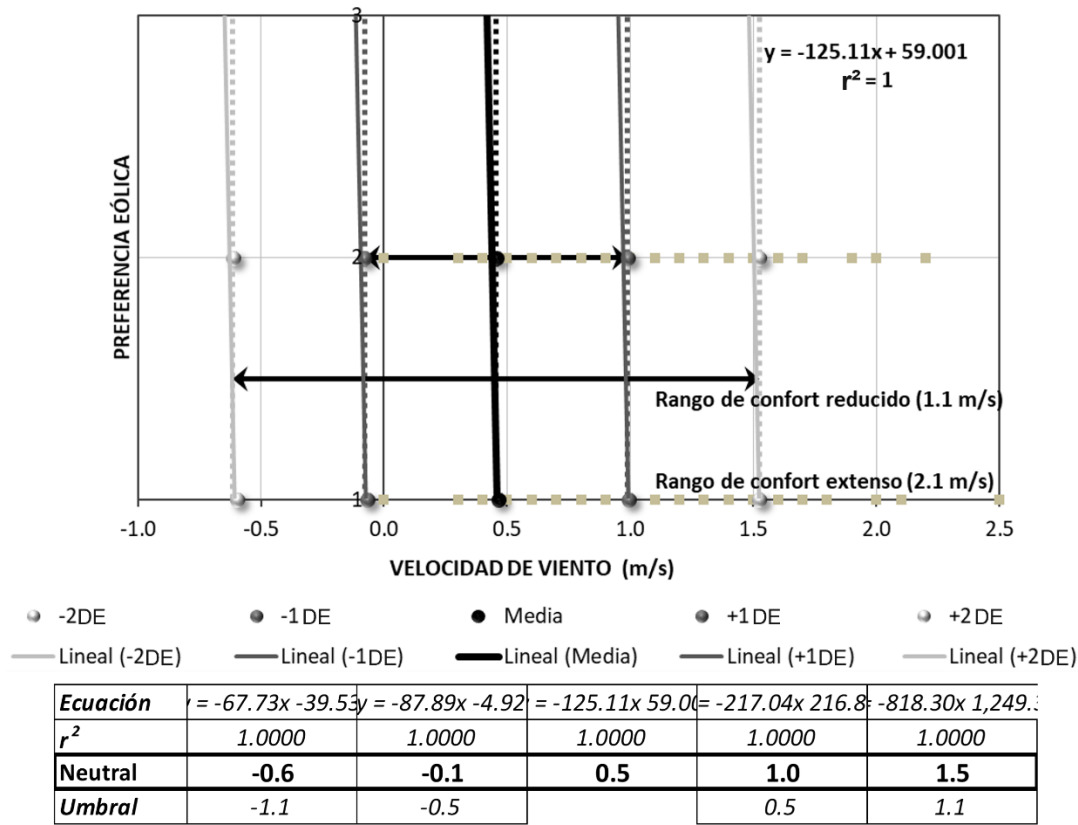
Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (278) se encuentran entre una percepción de viento *agradable* (categoría 3), hacia una estimación de *poco viento* (154, categoría 4), y *sin viento* (23, categoría 5), sin embargo las líneas de regresión señalan una amplitud más significativa en condiciones de viento *agradable*, entre velocidades de vientos de 0.0 m/s a 1.2 m/s, equivalente a una amplitud de 1.2 m/s, en contraparte a una indudable claridad de percepción de *ausencia de viento* por parte de los ocupantes, al apreciarse velocidades de 0.0 m/s a 0.7 m/s, con un rango de amplitud reducido de 0.7 m/s, y apreciarán *un poco de viento*, en velocidades de 0.0 m/s a 1.3 m/s.

Por lo tanto, de las 455 muestras, conforme al registro de sensación eólica por la variable de Vv, prácticamente en su totalidad 447 valoraciones (98.0 %) se encontraron entre los rangos de confort eólicos antes señalados de 0.0 m/s a 1.8 m/s, lo cual asume que la mayoría de los usuarios percibían viento agradable, mientras que solo 8 estimaciones (2.0 %) encontrarían un viento algo fuerte a mucho viento en flujos > 1.8 m/s, y se descartan (0.0 %) las estimaciones hacia poco viento y sin viento.

- Velocidad de Viento (Vv) – Preferencia Eólica

Por otra parte, la preferencia eólica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Vv, fue valorada de acuerdo a la omisión de datos atípicos (9.4 %) y votos subjetivos mayores al 5.0 % (1.0 %), equivalente a 458 muestras (180 mujeres, 278 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia eólica neutra en 0.5 m/s, conforme a un coeficiente de determinación de 1.00, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 0.0 m/s (-1 DE) a 1.0 m/s (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 1.0 m/s, mientras que, para un rango de preferencia eólica extendida oscila entre los 0.0 m/s (-2 DE) y 1.5 m/s (+2 DE), (Gráfico 110).

Gráfico 110.
Indicadores de preferencia eólica por Vv.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que parcialmente las valoraciones (241) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 2) hacia *más viento* (categoría 1), adicionalmente las líneas de regresión señalan un comportamiento equidistante entre las tres escalas de preferencia eólica, donde en parámetros entre 1.0 m/s y 1.5 m/s, el ocupante preferirá *más viento*, mientras que cuando los valores sean de 0.0 m/s a 1.0 m/s, los ocupantes comenzarán a preferir *menos viento*.

En este sentido, de las 458 muestras, 440 de ellas (97.0 %) se encontraría en los rangos encontrados de confort eólico, entre los valores de 0.0 m/s y 1.5 m/s, en contraparte a 18 observaciones (3.0 %) que preferirían más viento, al destacar que ninguna valoración consideraría menos viento, con un nulo (0.0 %) que preferiría menos viento.

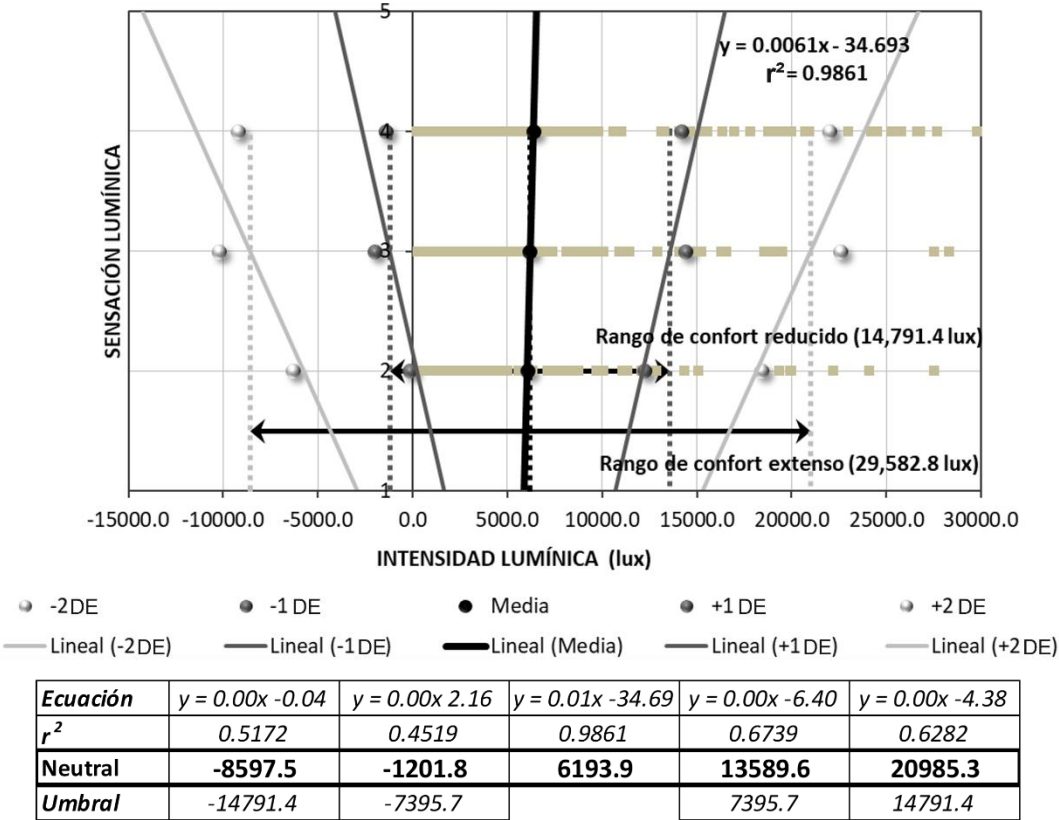
Indicadores Lumínicos

La variable estimada para apreciar el indicador lumínico, consistió a través de la intensidad lumínica (IL), acorde a la estimación y preferencia lumínica de los ocupantes.

- Intensidad lumínica (IL) – Percepción lumínica

Por otra parte, la percepción lumínica de los ocupantes de acuerdo a la variable de IL durante el periodo de frío, se valoró de acuerdo a los votos subjetivos mayores al 5.0 % (0.8%), equivalentes a 507 muestras (202 mujeres, 305 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad lumínica en 6,193.9 lux, de acuerdo a un coeficiente de determinación de 0.9861, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort lumínico reducido entre 0.0 lux (-1 DE) y 13,589.6 lux (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 13,589.6 lux, mientras que, para un rango de confort lumínico extendido oscila entre 0.0 lux (-2 DE) y 20,985.3 lux (+2 DE), equivalente a una amplitud de 20,985.3 lux (Gráfico 111).

Gráfico 111.
Indicadores de sensación lumínica por IL.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

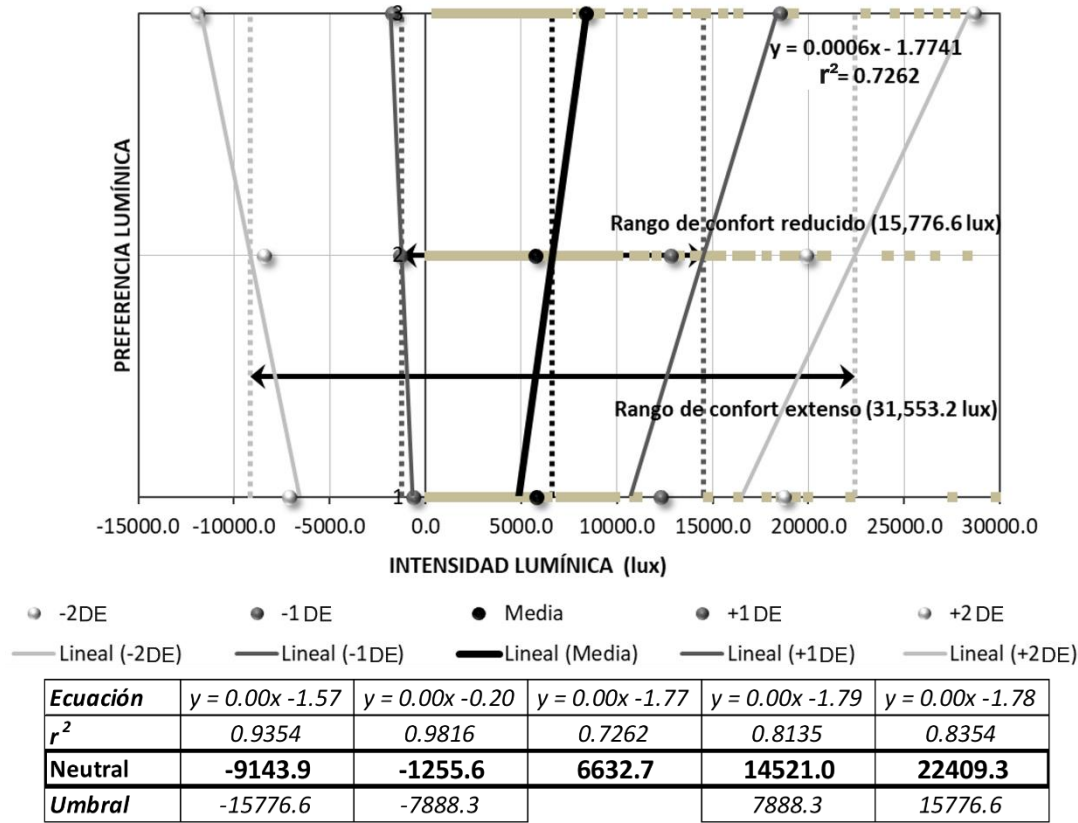
En consecuencia, la anterior gráfica identifica que la mayoría de las valoraciones (251) señalan que los ocupantes encuentran como condiciones con buen nivel de iluminación (categoría 4) de 0.0 lux a 23,829.9 lux, de acuerdo a un rango extendido, mientras que resulta ser considerada como una sensación lumínica *regular* (categoría 3), en valoraciones de 0.0 lux a 20,985.3 lux, de acuerdo a un rango extendido, lo cual asume efectivamente que los ocupantes conforme baja la intensidad lumínica, disminuye la percepción de cantidad de iluminación, y por lo tanto continuará en detrimento de percepción para los usuarios, con una *mala sensación lumínica* (categoría 2), cuando disminuya la IL entre 0.0 lux y 15,296.1 lux.

En conclusión, del total de las 486 muestras, conforme al registro de sensación lumínica por la variable de IL, 478 valoraciones (99.0 %) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 0.0 lux y 20,985.3 lux, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort lumínico, mientras que solo 8 estimaciones (1.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir un nivel de iluminación buena a excelente, a partir de registros > 20,985.3 lux.

- Intensidad lumínica (IL) – Preferencia lumínica

Por otra parte, la preferencia lumínica de los ocupantes de acuerdo a la variable de IL, se valoró a la totalidad de los votos equivalente a 511 muestras (203 mujeres, 308 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia lumínica en 6,632.7 lux, de acuerdo a un coeficiente de determinación de 0.7262, el cual demuestra un alto nivel de correlación, con un rango de confort lumínico reducido entre 0.0 lux (-1 DE) y 14,521.0 lux (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 14,521.0 lux, mientras que, para un rango extendido oscila entre 0.0 lux (-2 DE) y 22,409.3 lux (+2 DE), equivalente a una amplitud de 22,409.3 lux (Gráfico 112).

Gráfico 112.
Indicadores de preferencia lumínica por IL.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

En consecuencia, la anterior gráfica identifica una mayoría de las valoraciones (292) de preferencia lumínica, *sin cambio* (categoría 2), cuando la intensidad lumínica se encuentre entre 0.0 lux y 22,409.3 lux, por otra parte, las preferencias se dividen parcialmente, respecto a una preferencia de *más luz* (categoría 1), con 119 votos entre valores de 0.0 lux y 16,483.7 lux, mientras que se preferirá *menos luz* (categoría 3), con 100 votos, cuando las condiciones se encuentren entre 22,409.3 lux y 28,334.9 lux.

Por lo tanto, de las 511 muestras, conforme al registro de preferencia lumínica por la variable de IL, 483 valoraciones (98.0 %) se encontraron en los rangos de preferencia lumínica antes señalados *sin cambio*, entre 0.0 lux y 22,409.3 lux, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort lumínico, mientras que solo 12 apreciaciones (2.0 %) se encontrarían en condiciones de preferir un nivel de iluminación con menor intensidad lumínica, a partir de registros > 22,409.3 lux, al destacar que ninguna preferencia consideraría mayor iluminación.

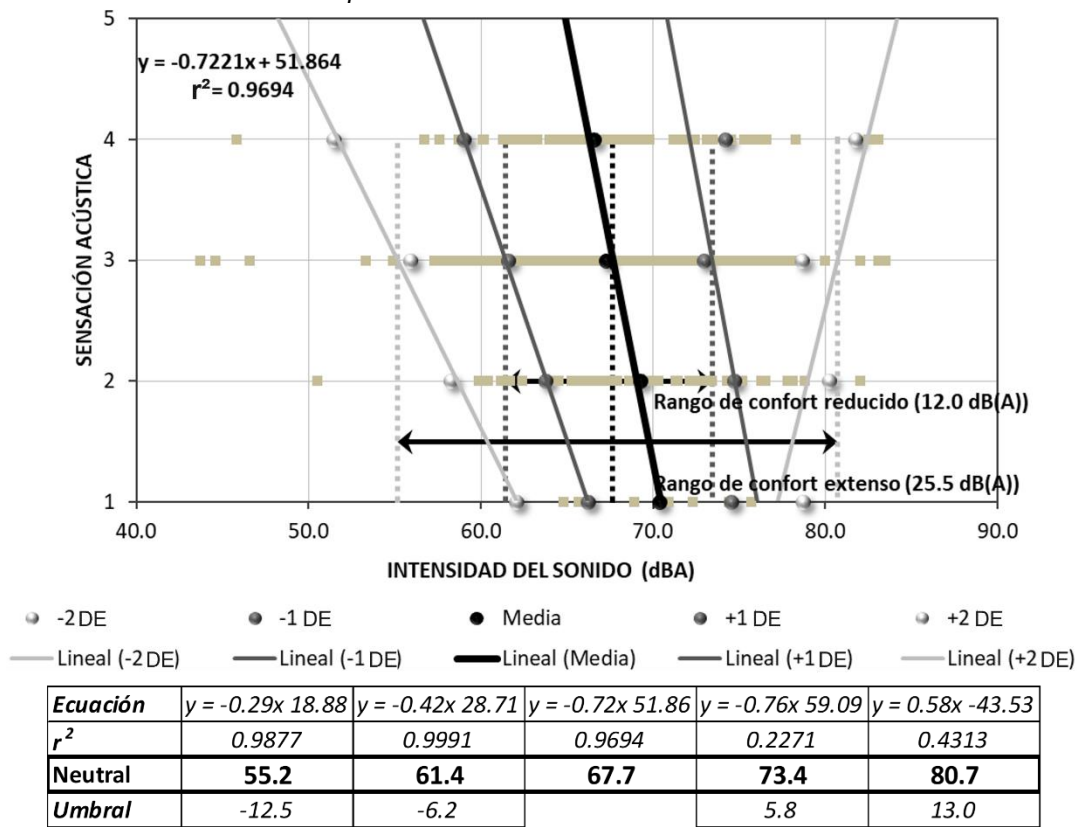
Indicadores Acústicos

La variable estimada para apreciar el indicador acústico, fue la intensidad acústica (IA), acorde a la estimación y preferencia acústica de los ocupantes.

- Intensidad Acústica (IA) – Sensación acústica

Por otra parte, la percepción acústica de los ocupantes de acuerdo a la variable de IA, fue valorada de acuerdo a la omisión de votos atípicos (16.8 %), equivalente a 425 muestras (172 mujeres, 253 hombres), quienes estimaron una condición neutra en 67.7 dBA, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9694, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de sensación acústica reducida entre los 61.4 dBA (-1 DE) a 73.4 dBA (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 12.0 dBA, mientras que, para un rango de sensación acústica extenso oscila entre los 55.2 dBA (-2 DE) y 80.7 dBA (+2 DE), con una amplitud equivalente 25.5 dBA (Gráfico 113).

Gráfico 113.
Indicadores de intensidad acústica por dBA.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (273) se encuentran entre una percepción de *ruido aceptable* (categoría 3) hacia una parcialidad en los niveles de *ruido débil* (categoría 4), con 79 votos las líneas de regresión presentan una amplitud al encontrarse entre 51.2 dBA y 74.1 dBA, mientras que por otra parte los ocupantes perciben una intensidad acústica *fuerte* (categoría 2) a *muy fuerte* (categoría 1), con 73 estimaciones, al encontrarse un comportamiento de las líneas de tendencia convergente entre 62.1 dBA y 78.7 dBA, criterios que permiten asumir una condición coherente entre las estimaciones de los ocupantes, cuanto mayor es la IA, más fuerte resulta su percepción y viceversa, cuanto reduce la cantidad de ruido en el espacio, se percibirá una IA débil.

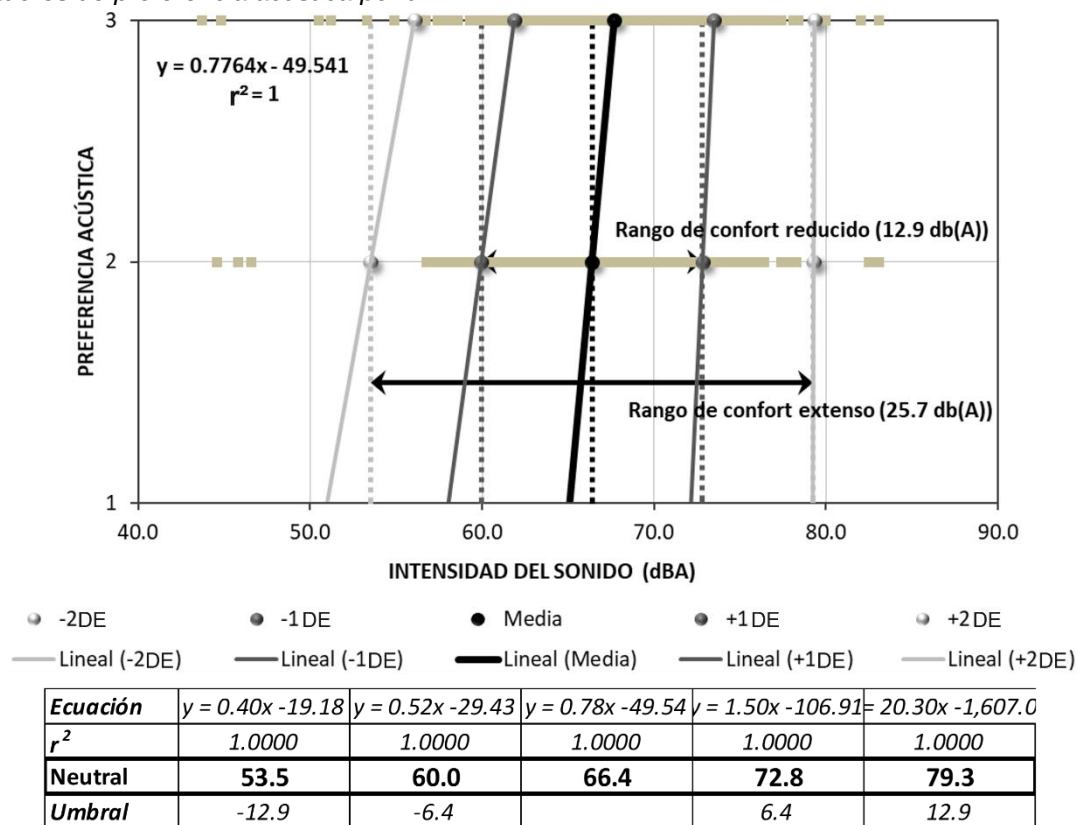
Por lo tanto, de las 425 muestras, conforme al registro de sensación acústica por la variable de IA, 410 valoraciones (98.0 %) se encuentran entre los rangos de confort antes señalados de 55.2 dBA y 80.7 dBA, lo cual asume que la mayoría de los usuarios percibieron condiciones de confort acústico, mientras que solo 7 estimaciones (2.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir un *ruido débil*, a *sin ruido* entre niveles de 80.7 dBA y 84.1 dBA, criterio que destaca aún en altos valores de ruido, los ocupantes aun así lo consideran sin mucho ruido, lo que permite asumir que se encuentran cómodos aún con altas valoraciones acústicas en que se encuentra el espacio público, en contraparte y para efectos de ratificar el anterior planteamiento, ninguna de las estimaciones consideran un nivel de *ruido algo fuerte*.

- Intensidad Acústica (IA) – Preferencia acústica

Por otra parte, la preferencia acústica de los ocupantes fue valorada de acuerdo a omitir datos atípicos (9.2 %), equivalentes a 464 muestras (182 mujeres, 282 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia acústica neutra en 66.4 dBA, conforme a un coeficiente de determinación de 1.00, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia acústica reducida entre 60.0 dBA (-1 DE) y 72.8 dBA (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 12.9 dBA, mientras que, para un rango de preferencia acústica extendida oscila entre los 53.5 dBA (-2 DE) y 79.3 dBA (+2 DE), equivalente a una amplitud acústica de 25.7 dBA (Gráfico 114).

Gráfico 114.

Indicadores de preferencia acústica por dBA.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite identificar que la mayoría de las valoraciones (265) expresan una preferencia acústica entre votos desde *menos ruido* (categoría 3), cuando las líneas de regresión se encuentran entre 79.3 dBA, mientras que se prefiere *sin cambio* (categoría 2), con 199 votos, donde el comportamiento de las líneas de regresión, expresan un comportamiento equidistante, entre 53.5 dBA y 79.3 dBA. Lo cual permite deducir que, a niveles superiores de IA, los ocupantes preferirán menor ruido.

En conclusión, del total de las 464 muestras, 449 de ellas (99.0 %) se encontrarían en una condición de preferencia acústica sin cambio, al encontrarse en las condiciones de preferencia acústica anteriormente indicadas entre 53.5 dBA y 79.3 dBA, mientras que solo 2 observaciones (0.0 %), preferirían más ruido en el ambiente.

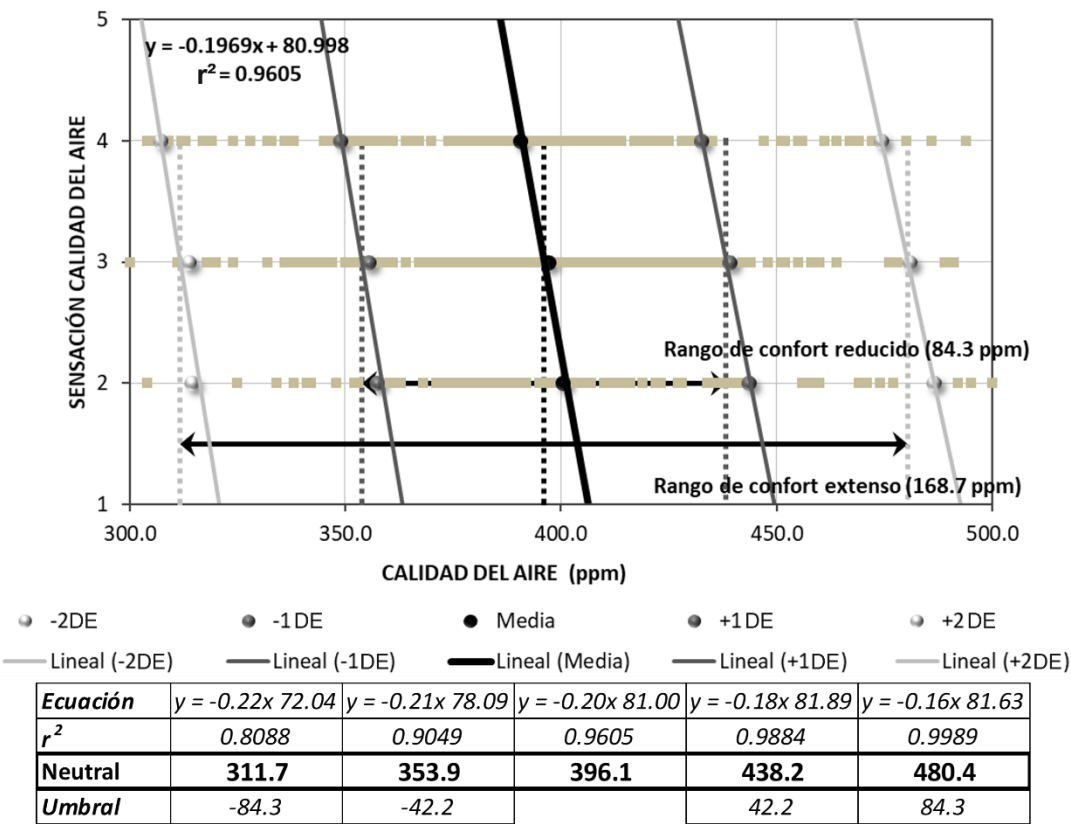
Indicadores de Calidad de Aire

La variable estimada para apreciar el indicador de calidad del aire, fue la calidad del aire por CO2 y COV, acorde a la estimación y preferencia en la calidad del aire de los ocupantes.

- Calidad del Aire (CA) – Percepción de calidad del aire CA CO2

La percepción de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA durante el periodo frío, se valoró de acuerdo a los votos subjetivos mayores al 5.0 % (1.4 %), equivalente a 504 muestras (198 mujeres, 306 hombres), quienes estimaron una condición de calidad del aire neutra en 396.1 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9605, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort en la sensación de calidad del aire reducido entre los 353.9 ppm (-1 DE) y 438.2 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 84.3 ppm, mientras que, para un rango de confort en la sensación de calidad del aire extendido oscila entre los 311.7 ppm (-2 DE) y 480.4 ppm (+2 DE), equivalente a una amplitud de 168.7 ppm (Gráfico 115).

Gráfico 115.
Indicadores de sensación por CA CO2.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

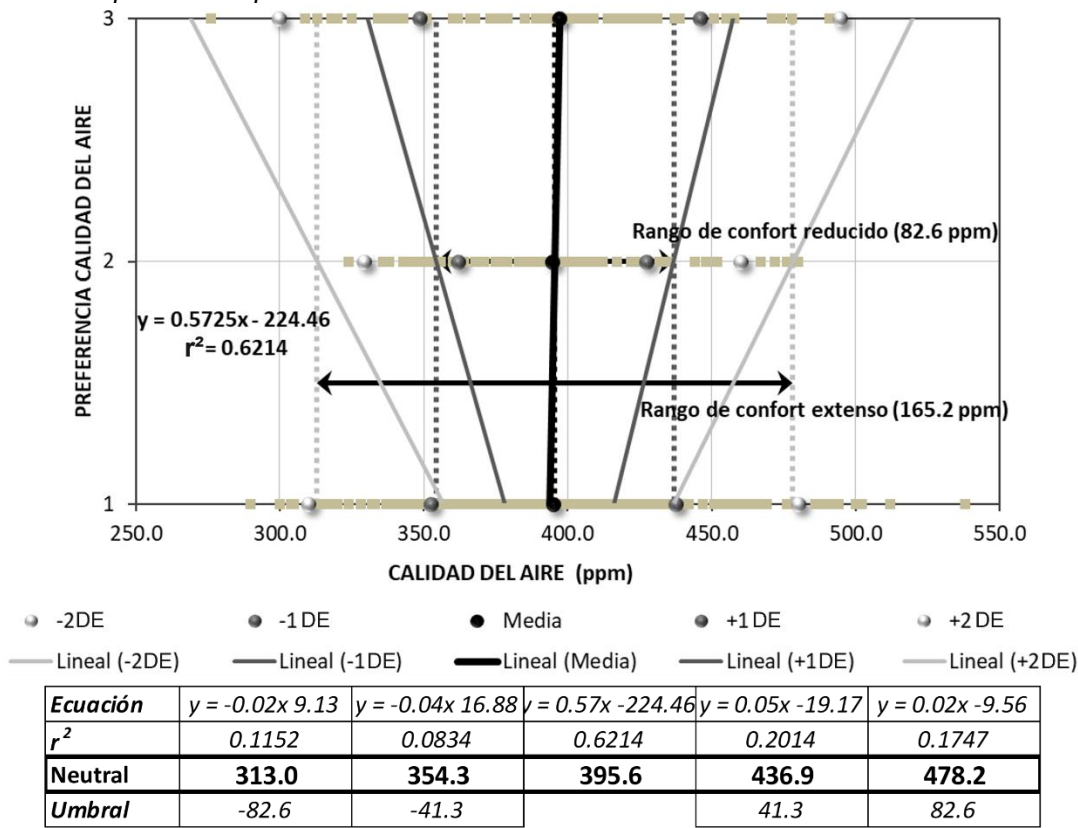
Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (230) se perciben una calidad del aire *regular* (categoría 3), al encontrarse en condiciones entre 311.7 ppm a 480.4 ppm, posteriormente se percibe una calidad del aire en *buena* condición (categoría 4) con 185 votos, entre parámetros de 307.2 ppm y 311.7 ppm, mientras que solo una minoría (89 estimaciones), percibe una *mala* calidad del aire (categoría 2), entre valoraciones de 480.4 ppm y 486.5 ppm, por lo tanto, resulta coherente cuando se encuentran registros bajos de dióxido de carbono en el aire ambiente, los ocupantes efectivamente aprecian una buena calidad del aire, en contraparte, cuando los parámetros son altos, se percibirá una mala calidad del aire ambiente, en el espacio público.

Por lo tanto, de las 504 muestras, conforme al registro de sensación por calidad del aire acorde a la variable de CA, 479 valoraciones (98.0 %) se encontraron en los rangos que estimaron los ocupantes como confort por calidad del aire entre 311.7 ppm y 480.4 ppm, mientras que solo 6 valoraciones (1.0 %) lo considerarían como buena a muy buena entre 302.7 ppm y 311.7 ppm, y solo 4 registros (1.0 %) ubicarían una percepción de mala calidad del aire, entre condiciones de 480.4 ppm y 492.6 ppm.

- Calidad del Aire (CA) – Preferencia de calidad del aire CO₂

La preferencia de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA durante el periodo frío, se valoró de acuerdo al total de 511 muestras (203 mujeres, 308 hombres), quienes estimaron preferir una condición de calidad del aire neutra en 395.6 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 0.6214, el cual demuestra un nivel de correlación medio, con un rango de preferencia de calidad del aire reducido entre 354.3 ppm (-1 DE) y 436.9 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 82.6 ppm, mientras que, para un rango de preferencia en la calidad del aire extendido oscila entre los 313.0 ppm (-2 DE) y 478.2 ppm (+2 DE), equivalente a una amplitud de 165.2 ppm (Gráfico 116).

Gráfico 116.
Indicadores de preferencia por CA CO₂.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (346), muestran un comportamiento de las líneas de regresión convergentes en una preferencia *sin cambios* (categoría 1), en condiciones de 436.8 ppm a 478.2 ppm, hacia una amplitud de preferencia en *mucho mejores* condiciones de calidad del aire (categoría 3), cuyo espectro abarca parámetros de 478.2 ppm a 519.6 ppm, mientras que se prefiere una *mejor* calidad del aire (categoría 2), con 89 votos, cuando se presentan valores entre 313.0 ppm y 478.2 ppm.

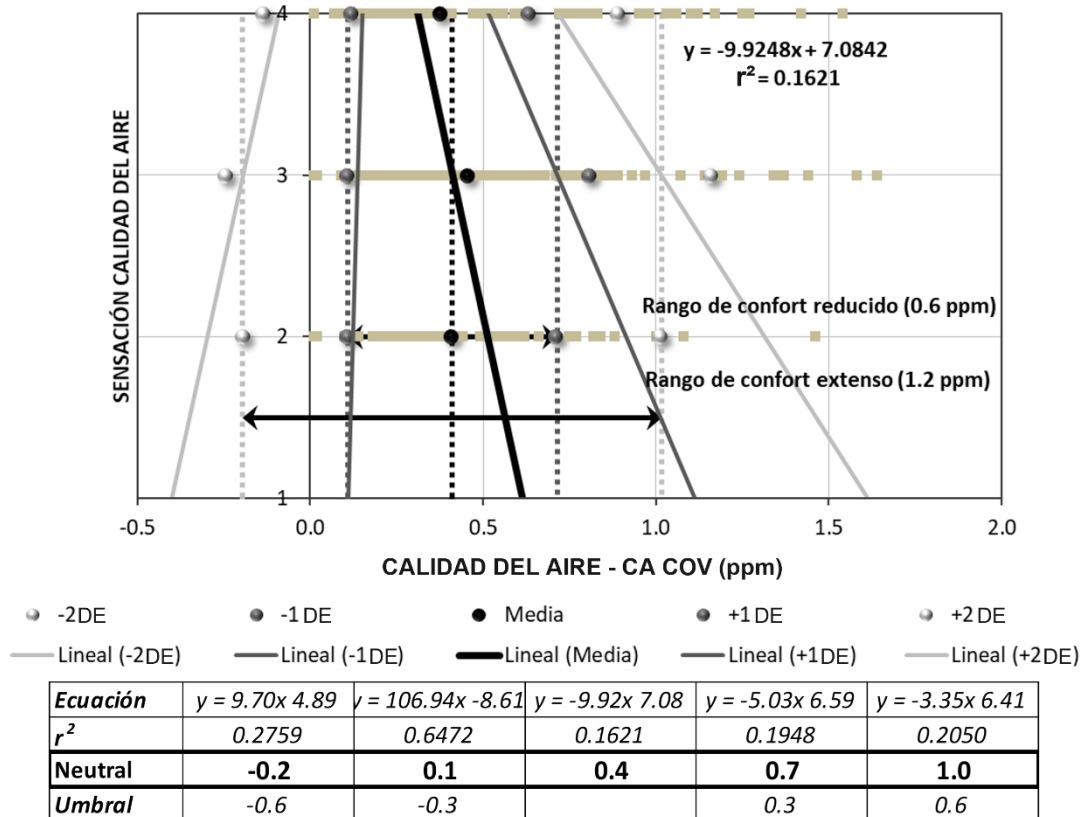
Por lo tanto, de las 511 muestras, conforme al registro de preferencia por calidad del aire acorde a la variable de CA CO₂, 484 valoraciones (95.0 %) se encontraron en los rangos de confort por calidad del aire preferentemente entre 313.0 ppm y 478.2 ppm, mientras que 11 valoraciones (2.0 %) considerarían preferir mucho mejores condiciones de calidad de aire > 478.2 ppm, mientras que 16 estimación preferiría encontrarse sin cambios (3.0 %).

- Calidad del Aire (CA) – Percepción de calidad del aire COV

La percepción de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA durante el periodo frío, se valoró de acuerdo a votos subjetivos mayores al 5.0 % (1.4%), equivalente a 504 muestras (198 mujeres, 306 hombres), quienes estimaron una condición de calidad del aire neutra en 0.4 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 0.1621, el cual demuestra un escaso nivel de correlación, con un rango de confort en la sensación de calidad del aire reducido entre los 0.1 ppm (-1 DE) y 0.7 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 0.6 ppm, mientras que, para un rango de confort en la sensación de calidad del aire extendido oscila entre los 0.0 ppm (-2 DE) y 1.0 ppm (+2 DE), equivalente a una amplitud de 1.0 ppm (Gráfico 117).

Gráfico 117.

Indicadores de sensación por CA COV.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

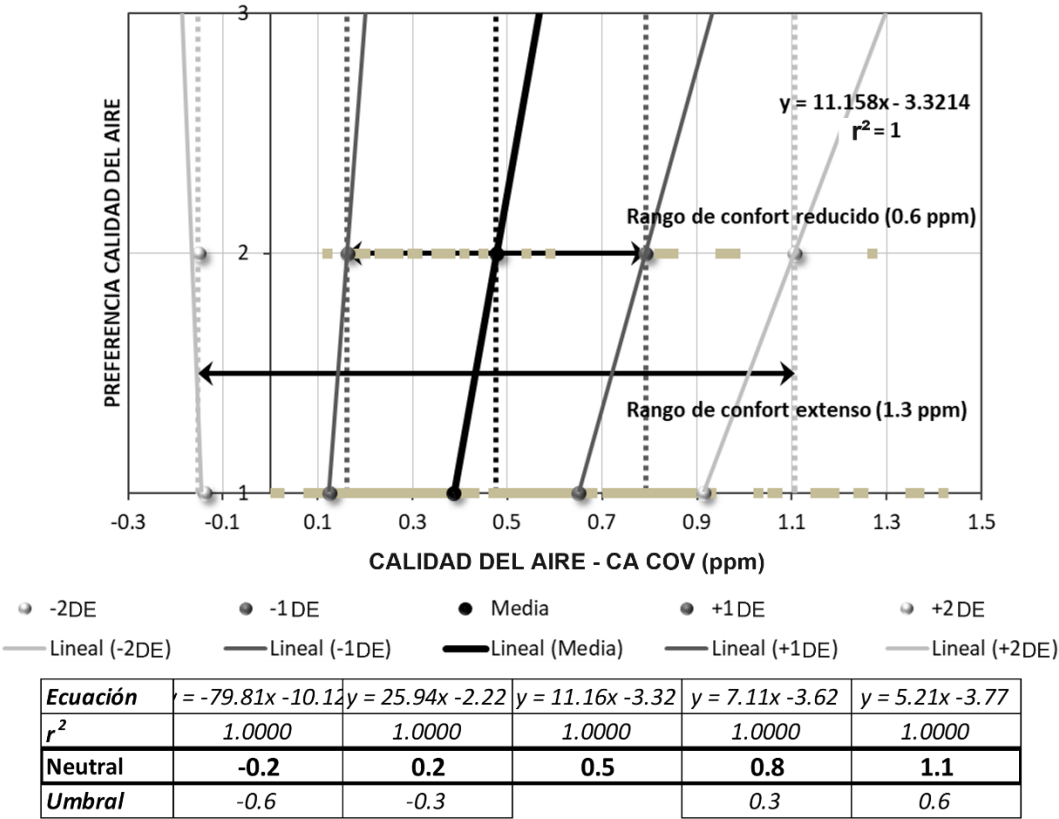
Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (230) se encuentran entre una percepción de calidad del aire *regular* (categoría 2), cuando los registros se encuentran entre 0.0 ppm a 1.0 ppm, sin embargo las líneas de regresión señalan una amplitud más significativa en una percepción de una calidad del aire en *malas condiciones* (categoría 1), cuando los parámetros se ubican entre 0.0 ppm a 1.2 ppm, en contraparte a una estimación de una *buena* (categoría 4) calidad del aire, al resultar las líneas de regresión convergentes entre valores de 0.0 ppm a 0.7 ppm.

Por lo tanto, de las 504 muestras, conforme al registro de sensación por CA acorde a la variable de COV, 476 valoraciones (94.0 %) se encontraron en los rangos que estimaron los ocupantes como confort por calidad del aire entre 0.0 ppm y 1.0 ppm, mientras que 23 valoraciones (5.0 %) lo considerarían como buena calidad del aire, entre 0.0 ppm y 0.7 ppm, en contraparte a solo 5 votos (1.0 %), que se encontrarían en registros que ubican una percepción de mala calidad del aire de 0.0 ppm y 1.2 ppm.

- Calidad del Aire (CA) – Preferencia de calidad del aire COV

La preferencia de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA COV durante el periodo frío, se valoró de acuerdo a la omisión de datos atípicos (25.0 %) y votos subjetivos mayores al 5.0 % (3.1 %), equivalente a 367 muestras (142 mujeres, 225 hombres), quienes estimaron preferir una condición de calidad del aire neutra en 0.5 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 1.0, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia de calidad del aire reducido entre 0.2 ppm (-1 DE) y 0.8 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 0.6 ppm, mientras que, para un rango de preferencia en la calidad del aire extendido oscila entre los 0.0 ppm (-2 DE) y 1.1 ppm (+2 DE), equivalente a una amplitud de 1.3 ppm (Gráfico 118).

Gráfico 118.
Indicadores de preferencia por CA COV.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (338) se encuentran prácticamente distribuidas de forma convergentes a una preferencia *sin cambios* (categoría 1), cuando los parámetros se encuentran entre 0.0 ppm a 0.9 ppm, hacia una amplitud en *mejores* condiciones de calidad del aire (29, categoría 2), en un ligero aumento de concentraciones de COV, equivalentes a una oscilación entre 0.0 ppm a 1.1 ppm.

Por lo tanto, de las 367 muestras, conforme al registro de preferencia por calidad del aire acorde a la variable de CA COV, 355 valoraciones (98.0 %) se encontraron en los rangos de preferencia de mejores condiciones por calidad del aire, estimados entre 0.0 ppm a 1.1 ppm, mientras que solo 7 valoraciones (2.0 %) considerarían preferir mucho mejores condiciones de calidad de aire > 1.1 ppm, mientras que ninguna estimación preferiría encontrarse sin cambios (0.0 %). Por lo tanto, todos los usuarios preferirían mejores condiciones en la calidad del aire.

Indicadores de Habitabilidad – Periodo de Transición Frío – Cálido

En última instancia, se visualizan los indicadores ambientales durante el periodo de transición frío-cálido (durante todo el mes de abril 2024), con el orden de aparición por indicadores térmicos, hídricos, eólicos, lumínicos, acústicos y calidad del aire. Cabe señalar que el presente apartado, es consecuente al apartado Indicadores de Habitabilidad Periodo Transición Frío - Cálido (pág.:242).

Indicadores Térmicos

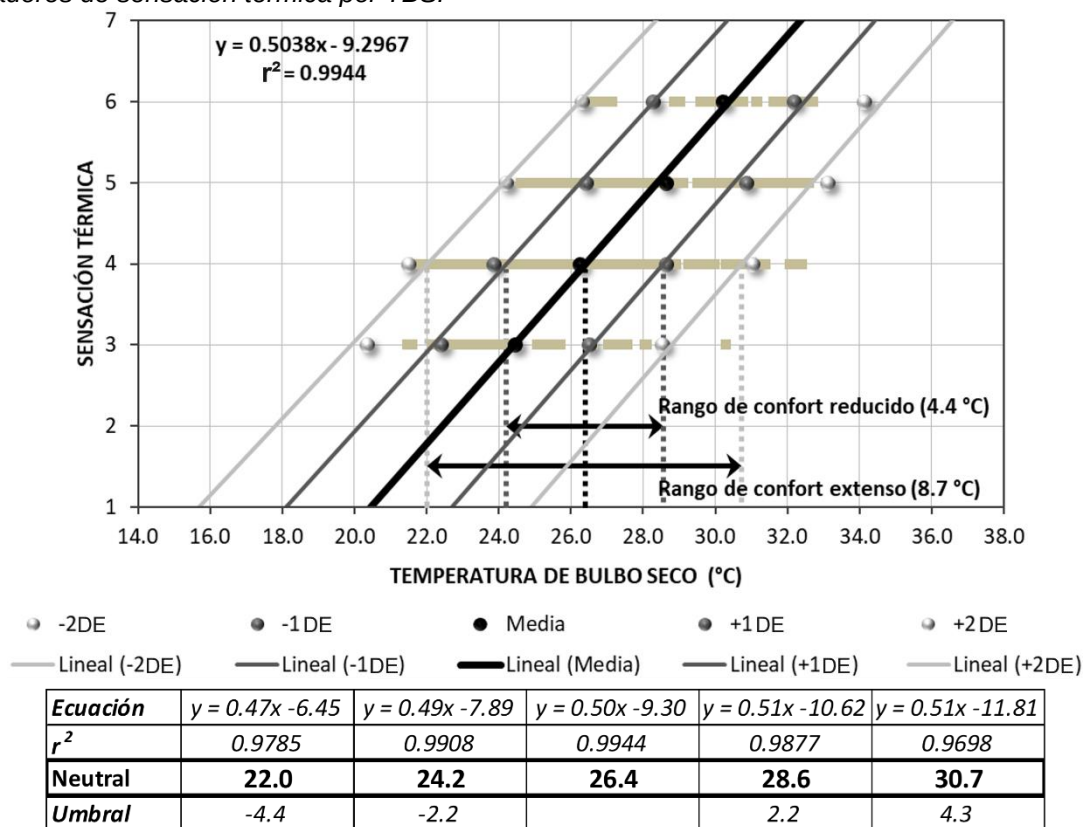
Las variables estimadas para los diversos indicadores señalados de confort térmico, fueron relacionadas conforme a la estimación y preferencia térmica de los ocupantes, las cuales son: Temperatura del Bulbo Seco (TBS), Temperatura del Globo Gris (TGg), Temperatura del Bulbo Húmedo (TBH), y Temperatura de Superficie (Ts).

- Temperatura del Bulbo Seco (TBS) – Sensación Térmica

La percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBS durante el periodo de transición frío-cálido, se valoró de acuerdo a la totalidad de muestras 479 (191 mujeres, 288 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica de 26.4 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9944, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 24.2 °C (-1 DE) y 28.6 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 4.4 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 22.0 °C (-2 DE) y 30.7 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 8.7 °C (Gráfico 119).

Gráfico 119.

Indicadores de sensación térmica por TBS.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (252) se encuentran entre una percepción de *neutralidad* (categoría 4) hacia *algo de calor* (categoría 5 y 6) principalmente, confirmado por la cantidad de registros ubicados en las líneas de regresión que señalan una tendencia equidistante en condiciones de bajo-calentamiento entre temperaturas de 15.7 °C a los 22.0 °C, lo cual asume un rango holgado por parte de los ocupantes en condiciones frías, equivalentes a una oscilación de 6.7 °C, en contraparte a condiciones de mayor temperatura las cuales asumen una mayor claridad de percepción de calidez por parte de los ocupantes, al apreciarse entre temperaturas de 30.7 °C a 36.6 °C, con un rango de amplitud reducido de 5.9 °C.

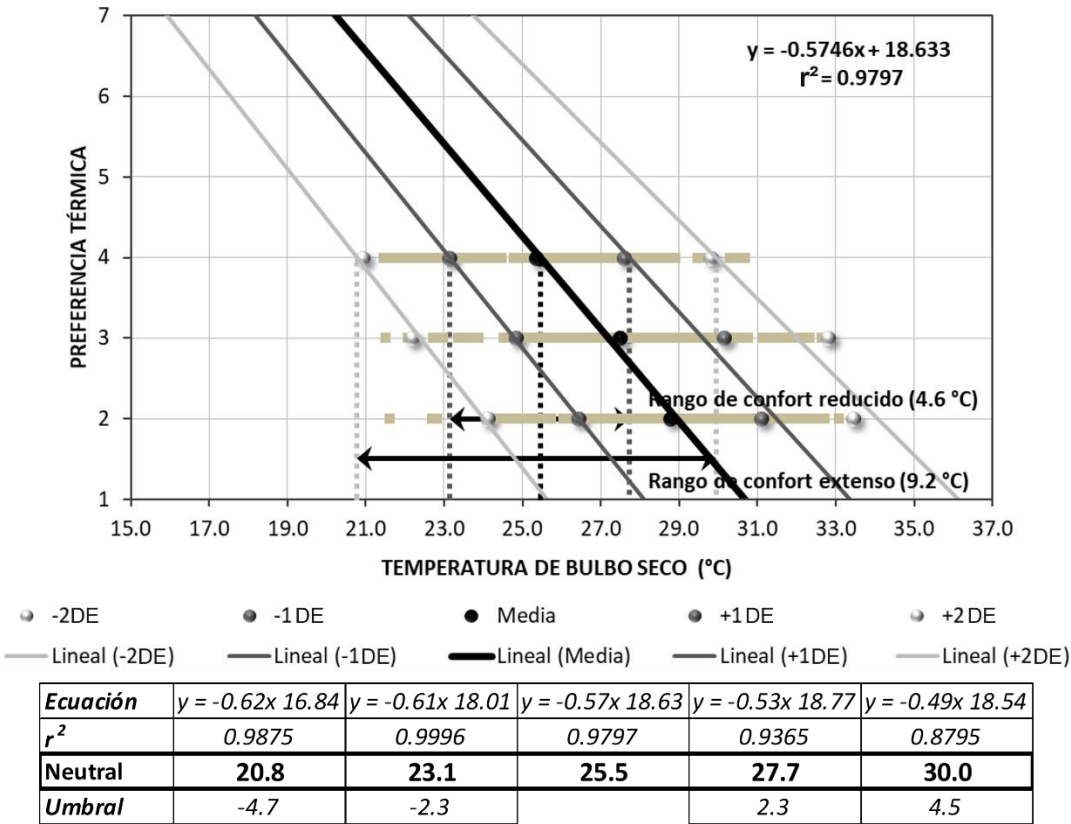
Por lo tanto, de las 479 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de TBS, 410 valoraciones (86.0 %) se encontraron en los rangos de confort estimados entre 22.0 °C y 30.7

°C, al resultar 12 valoraciones (12.0 %) perciben algo de calor a calor en temperaturas que oscilan de 30.7 °C a 34.6 °C, mientras que solo 8 muestras (2.0 %) estiman condiciones de algo de frío, entre temperaturas de 19.9 °C a 22.0 °C.

- Temperatura del Bulbo Seco (TBS) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBS, fue valorada de acuerdo a la omisión de datos atípicos (16.0 %), y votos subjetivos mayores al 5.0 %, equivalente a 474 muestras (192 mujeres, 282 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra en 25.5 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9797, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 23.1 °C (-1 DE) y 27.7 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 4.6 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 20.8 °C (-2 DE) y 30.0 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 9.2 °C (Gráfico 120).

Gráfico 120.
Indicadores de preferencia térmica por TBS.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (311) se encuentran entre una preferencia de *un poco más fresco* (categoría 3) hacia *más fresco* (categoría 2) principalmente, adicionalmente las líneas de regresión señalan un comportamiento equidistante, al preferir mayor calidez, cuando las temperaturas se encuentren por debajo de 20.8 °C, mientras se preferirán mayor frescura en un rango comprendido entre temperaturas de 27.6 °C a 36.1 °C, lo cual marca un espectro de preferencia de 8.5 °C, en los valores más altos de temperatura.

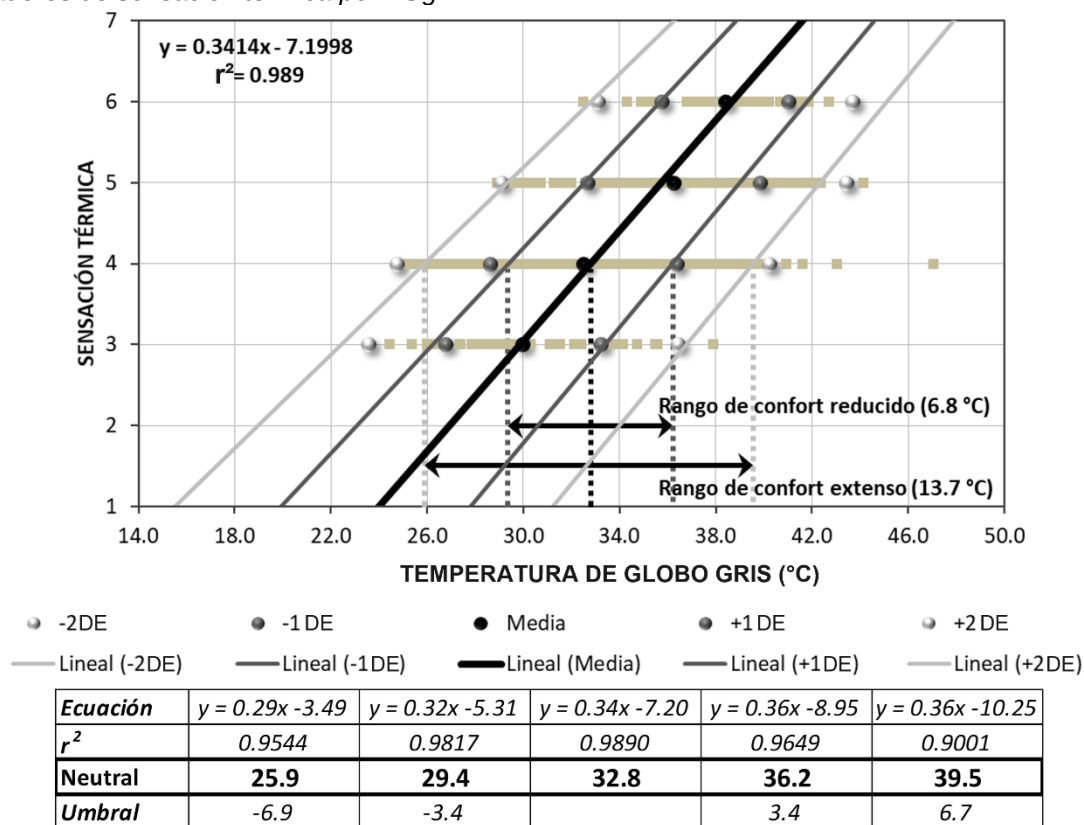
De tal manera que, de acuerdo a los valores de preferencia térmica estimados anteriormente y conforme a los registros en campo durante el periodo de transición frío-cálido, de las 474 muestras, 380 valoraciones (80.0 %) encontrarían en una preferencia térmica sin cambio entre 20.8 °C y 30.0 °C, mientras que 94 observaciones (19.0 %), preferirían mayor frescura en el ambiente térmico, debido a que ninguna valoración (0.0 %), preferirá alguna condición de calidez.

- Temperatura de Globo Gris (TGg) – Sensación Térmica

Por otra parte, la percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TGg durante el periodo cálido, se valoró de acuerdo a la omisión de datos atípicos (13.8 %) y votos subjetivos mayores al 5.0 % (1.8 %), equivalentes a 479 muestras (191 mujeres, 288 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica de 32.8 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9890, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 29.4 °C (-1 DE) y 36.2 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 6.8 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 25.9 °C (-2 DE) y 39.5 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 13.7 °C (Gráfico 121).

Gráfico 121.

Indicadores de sensación térmica por TGg.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (252) se encuentran entre una percepción de *neutralidad* (categoría 4) hacia la consideración de *calor* (185, categoría 6), sin embargo, las líneas de regresión expresan una tendencia más significativa en condiciones de sobrecalentamiento que se ubican para temperaturas entre 39.5 °C y 47.9 °C, equivalentes a una oscilación de 8.4 °C, en contraparte a condiciones de menor temperaturas entre 15.5 °C a 25.9 °C, con un rango de amplitud mayor al cálido, por 10.4 °C.

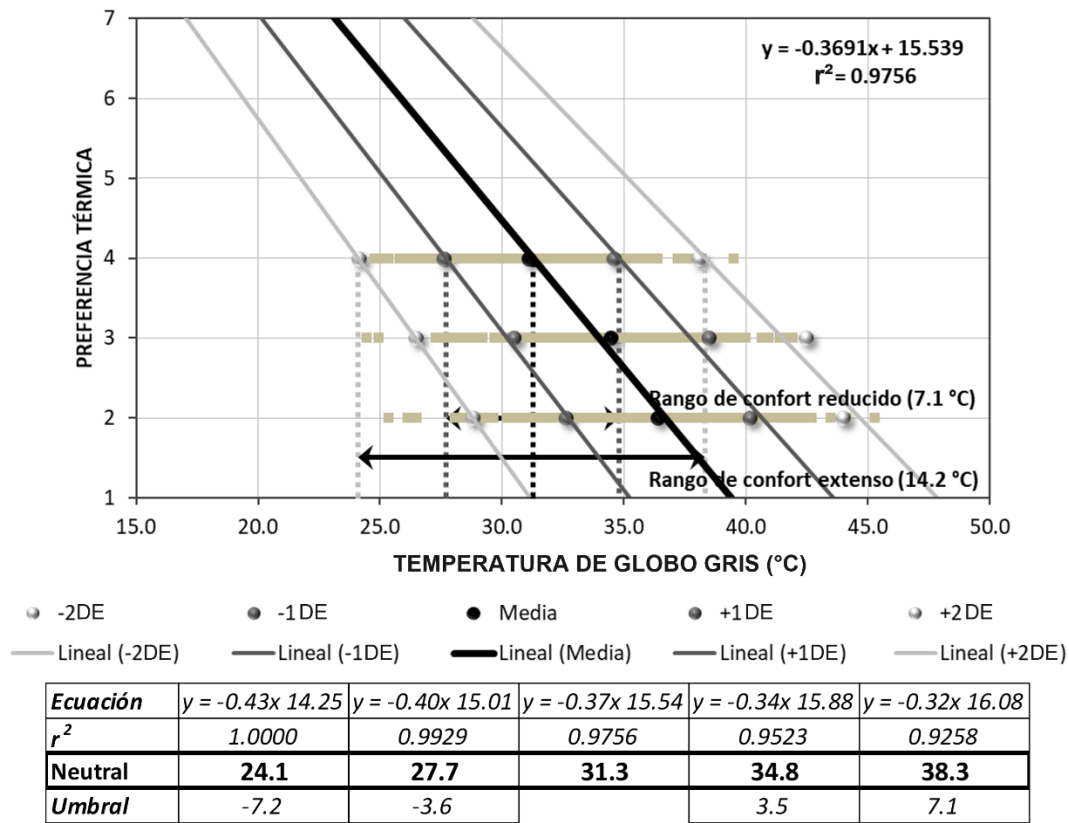
Por lo tanto, de las 479 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de TGg, 412 valoraciones (86.0 %) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 25.9 °C y 39.5 °C, lo cual asume que la mayoría de los usuarios encontraban condiciones de confort térmico, mientras que 54 estimaciones (11.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir algo de calor en temperaturas que oscilan de 39.5 °C a 47.9 °C, y

destaca que solo 13 observaciones (3.0 %) comprenden estimaciones de algo de frío en temperaturas de 22.4 °C a 25.9 °C, con una oscilación mínima de 3.4 °C.

- Temperatura de Globo Gris (TGg) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TGg, fue valorada de acuerdo a la omisión de datos atípicos (16.0 %, 91 opiniones) y votos subjetivos mayores al 5.0 %, equivalente a 474 muestras (192 mujeres, 282 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra en 25.0 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9756, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 27.7 °C (-1 DE) y 34.8 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 7.1 °C, mientras para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 24.1 °C (-2 DE) y 38.3 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 14.2 °C (Gráfico 122).

Gráfico 122.
Indicadores de preferencia térmica por TGg.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

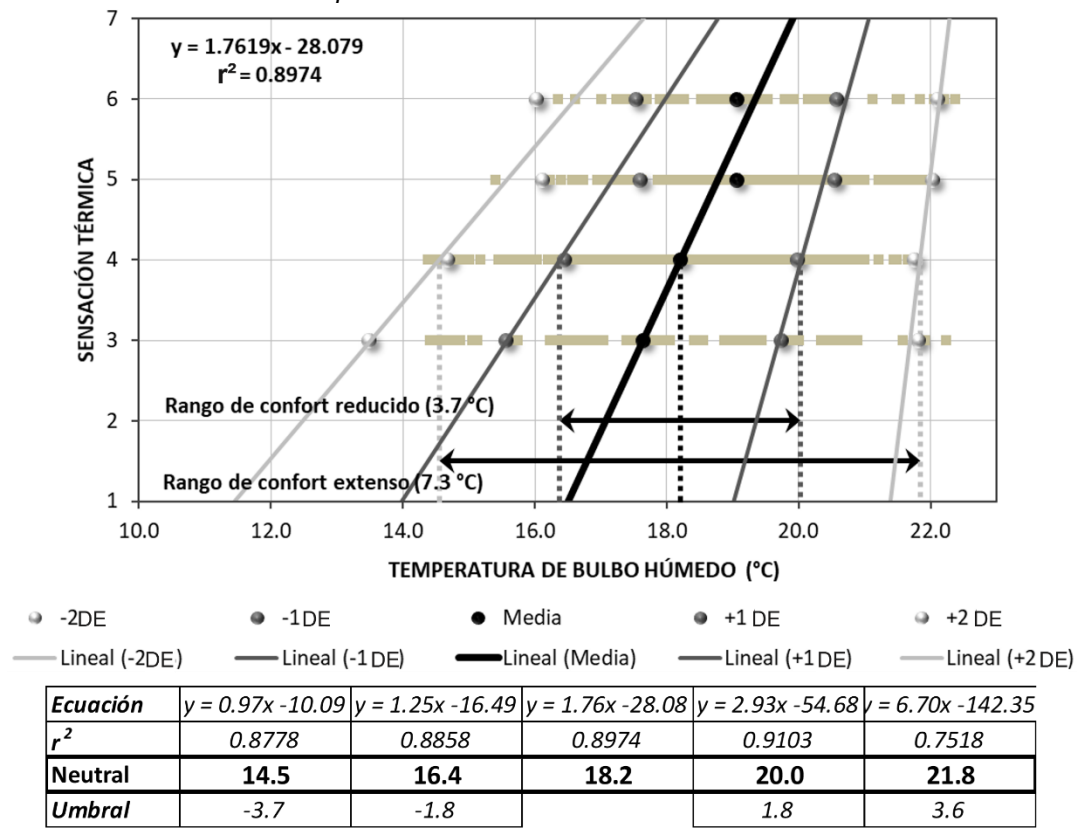
Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que la totalidad de las valoraciones (163) encuentran una preferencia *sin cambio* (categoría 4) hacia *más fresco* (categoría 2) principalmente, adicionalmente las líneas de regresión señalan un comportamiento convergente hacia la categoría de preferir *más fresca* (5, con 311 opiniones), criterio que se presenta cuando las temperaturas se encuentran entre los 38.1 °C y 44.0 °C, mientras que ubique la preferencia hacia una mayor calidez, cuando las temperaturas se encuentran en valores < 24.1 °C, más sin embargo no se presenta ninguna opinión al respecto.

Por lo tanto, de las 474 muestras, 381 (80.0 %) de ellas expresaron preferir una condición sin cambio, entre 24.1 °C y 38.3 °C en contraparte a ninguna valoración (0.0 %) preferiría una sensación un poco más cálida, mientras destacan 93 observaciones (20.0 %), al preferir condiciones más frescas en el ambiente.

- Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH) – Sensación Térmica

Por otra parte, la percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBH, se valoró de acuerdo a votos de confort superiores al 535 muestras (213 mujeres, 322 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica en 18.2 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.8974, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 16.4 °C (-1 DE) y 20.0 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 3.7 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 14.5 °C (-2 DE) y 21.8 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 7.3 °C (Gráfico 123).

Gráfico 123.
Indicadores de sensación térmica por TBH.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (259) perciben una condición de *ni calor, ni frío* (categoría 4) a *calor* (categoría 6), cuando las temperaturas se encuentran entre 14.5 °C y 21.8 °C, mientras que por otra parte, 210 estimaciones consideran encontrarse en *sobre calentamiento* (categoría 5 y 6), entre temperaturas de 21.8 °C y 22.3 °C, en contraparte cuando se presentan temperaturas entre 11.5 °C y 14.5 °C, los ocupantes percibirán *frescura* (categoría 1,2 y 3), criterio que presenta un rango de amplitud reducido de 3.0 °C.

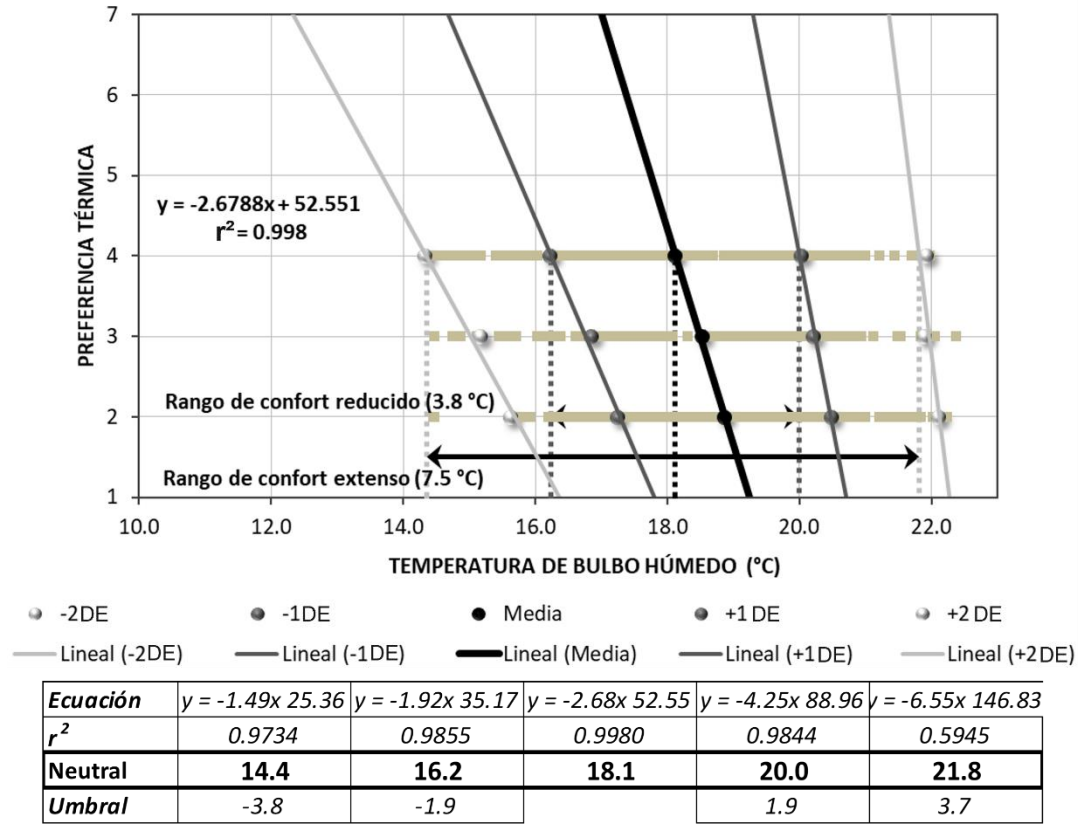
Por lo tanto, de las 535 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de TBH, 515 valoraciones (96.0 %) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 14.5 °C y 21.8 °C, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort térmico, mientras que solo 10 estimaciones (2.0 %) percibirían una condición de algo de frío, así como 10 valoraciones (2.0 %) encontrarían percibir alguna

condición de calor, mayor a 21.8 °C, lo cual representa una equidad en la distribución de los votos fuera de los rangos de confort térmico, criterio que fortalece el principio de transición.

- Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de TBH, fue valorada de acuerdo a votos subjetivos mayores al 5.0 % (4.0 %), equivalente a 542 muestras (213 mujeres, 329 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra en 18.1 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9980, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 16.2 °C (-1 DE) y 20.0 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 3.8 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 14.4 °C (-2 DE) y 21.8 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 7.5 °C (Gráfico 124).

Gráfico 124.
Indicadores de preferencia térmica por TBH.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que una minoría de las valoraciones (199) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4) hacia *más fresco* (343, categoría 2) principalmente, de acuerdo a temperaturas de 14.4 °C y 21.8 °C, por otra parte las líneas de regresión señalan una convergencia respecto a la opinión de preferir una condición de mayor frescura, cuando se encuentran entre temperaturas de 21.8 °C y 22.3 °C, acorde a una oscilación mínima de solo 0.5 °C. Criterios que evidencian, que los ocupantes comienzan a preferir mayor frescura durante el periodo de transición frío-cálido.

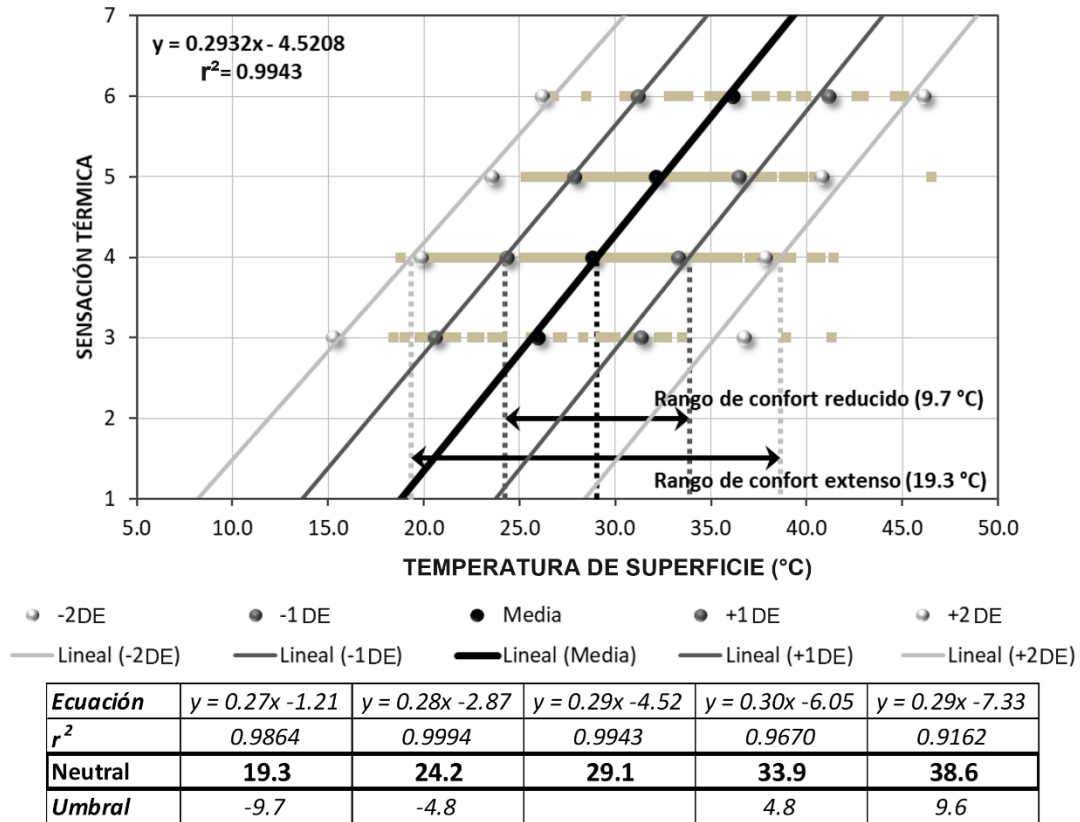
Por lo cual, de las 542 muestras, 531 de ellas (98.0 %) expresaron preferir una condición sin cambio, por lo tanto, se encontrarían dentro de este rango de neutralidad respecto de preferencia térmica entre 14.4 °C y 21.8 °C, en contraparte a una descartable representación de 2 valoraciones (0.0 %) que prefieren una mayor sensación de calor, por el contrario, a 9 observaciones (2.0 %), que preferirían una mayor frescura, cuando las temperaturas superan los 21.8 °C, por la variable de TBH.

- Temperatura en superficie (Ts) – Sensación Térmica

La percepción térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Ts, se valoró de acuerdo a la omisión de datos atípicos (13.8 %) y votos de confort superiores al 5 % (1.8 %), equivalente a 479 muestras (191 mujeres, 288 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad térmica por temperatura en superficie de 29.1 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9943, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort térmico reducido entre los 24.2 °C (-1 DE) y 33.9 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 9.7 °C, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre los 19.3 °C (-2 DE) y 38.6 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 19.3 °C (Gráfico 125).

Gráfico 125.

Indicadores de sensación térmica por Ts.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (252) se encuentran entre una percepción de *neutralidad* (categoría 4) hacia una percepción de *calor* principalmente (185, categoría 6), mientras que las líneas de regresión expresan un comportamiento prácticamente equidistante, con una tendencia en estimar sobre calentamiento en temperaturas de 38.6 °C a 48.9 °C, equivalente a una oscilación de 10.3 °C, en contraparte a una percepción de bajo calentamiento, cuando las temperaturas de la superficie se encuentran entre 8.2 °C a 19.3 °C, con un rango de amplitud de 11.1 °C.

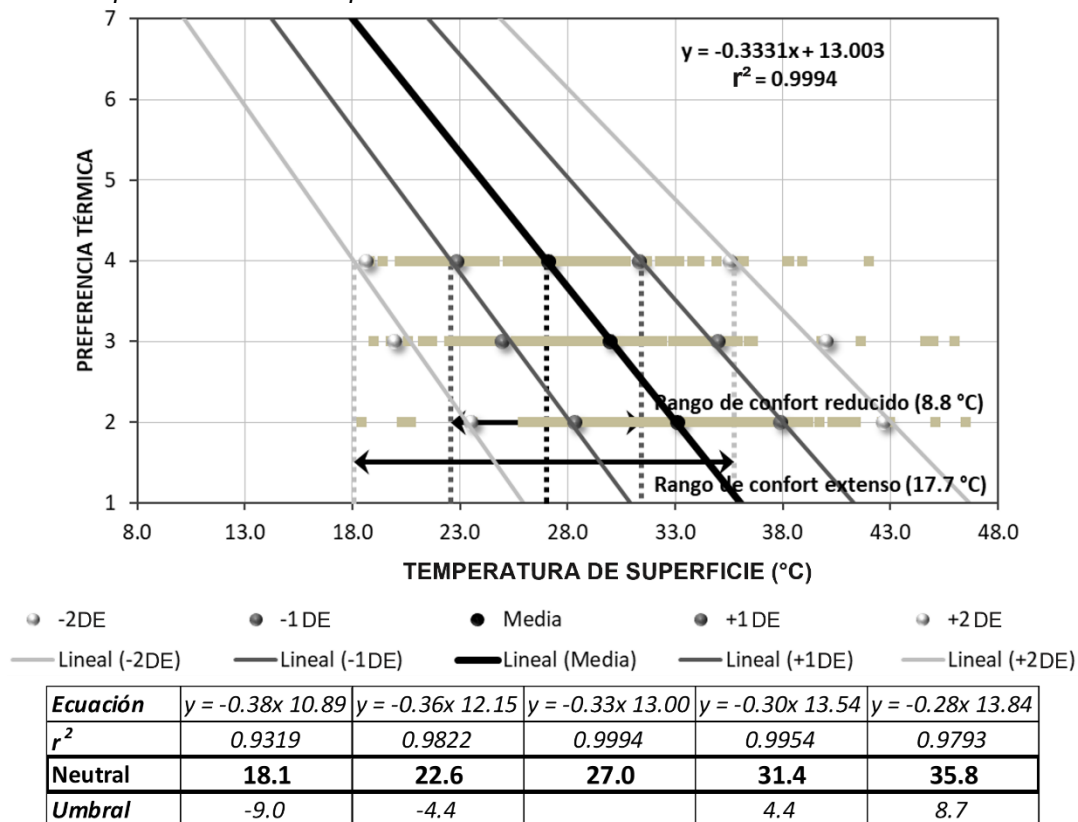
Por lo tanto, de las 479 muestras, conforme al registro de sensación térmica por la variable de Ts, 452 valoraciones (94.0 %) se encontraron entre los rangos de confort estimados de 19.3 °C y 38.6 °C, mientras que solo 3 valoraciones (1.0 %) se encontrarían percibiendo algo de frío en temperaturas que oscilan de 15.6 °C a 19.3 °C, por el contrario, a 24 valoraciones (5.0 %) estarían considerando algo de calor a mucho calor en temperaturas de 38.6 °C a 48.9 °C.

- Temperatura en superficie (Ts) – Preferencia Térmica

Por otra parte, la preferencia térmica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Ts, fue valorada de acuerdo la omisión de datos atípicos (16.0 %) y votos subjetivos superiores al 5% (0.4 %), equivalente a 474 muestras (192 mujeres, 282 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia térmica neutra cuando la superficie se encuentra en 27.0 °C, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9994, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 22.6 °C (-1 DE) y 31.4 °C (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 8.8 °C, mientras que, para un rango de preferencia térmica extendida oscila entre los 18.1 °C (-2 DE) y 35.8 °C (+2 DE), equivalente a una amplitud de 17.7 °C (Gráfico 126).

Gráfico 126.

Indicadores de preferencia térmica por Ts.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

De tal manera que, la anterior gráfica permite interpretar una minoría de las valoraciones (163) perciben entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 4), por el contrario a una predominante preferencia *más fresca* (311, categoría 2), por lo cual, las líneas de regresión expresan una tendencia al preferir mayor frescura, entre 35.8 °C a 46.7 °C, acorde a una oscilación de 10.9 °C, mientras por otra parte, los ocupantes expresarán preferir calor, en temperaturas de 10.2 °C a 18.1 °C, al marcar una amplitud menor a la anterior por 7.9 °C.

Por lo tanto, de las 474 muestras, y al haber identificado un rango de confort térmico previamente entre temperaturas de 18.1 °C y 35.8 °C, 415 de las valoraciones (88.0 %) registradas se encuentran en una condición sin cambio, en contraparte a una considerable proporción de 57 estimaciones (12.0 %) que prefieren una condición de un poco más fresco a mucho más fresco, mientras que solo 2 observaciones (0.0 %), preferirían algo de calor.

Indicadores Hígricos

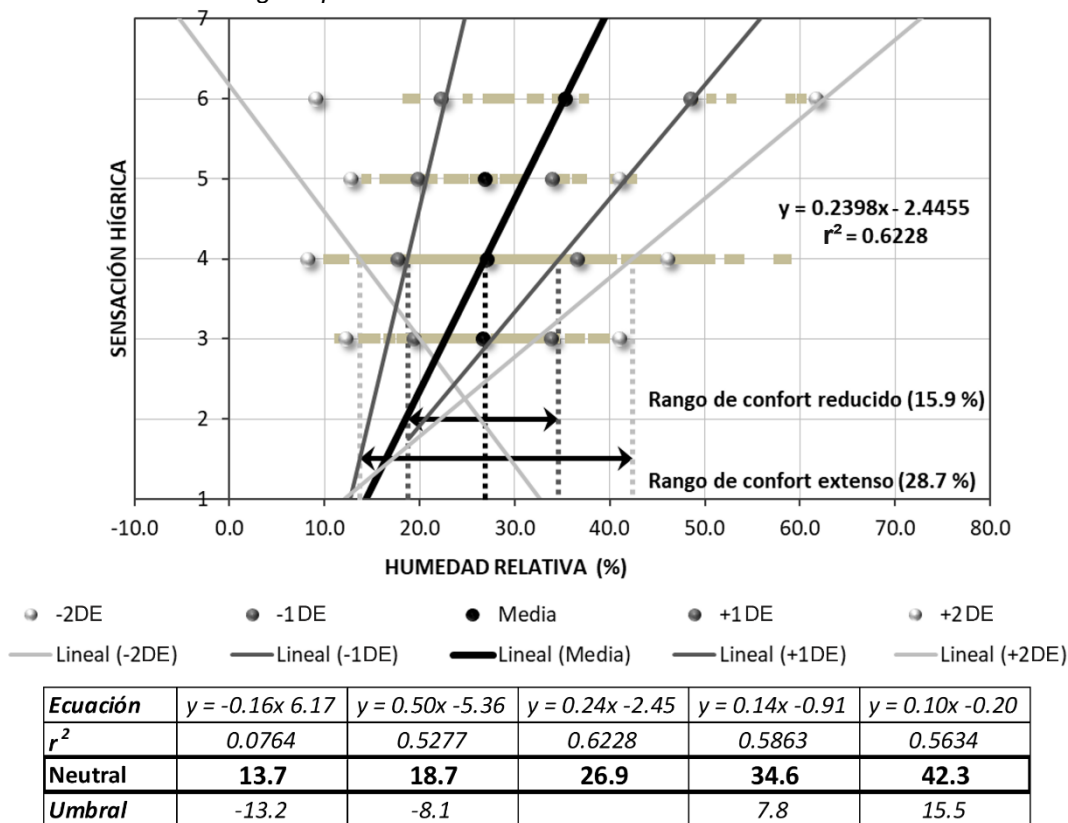
La variable estimada para apreciar el indicador hídrico, fue la humedad relativa (HR), igualmente acorde a la estimación y preferencia hídrica de los ocupantes.

- Humedad relativa (HR) – Sensación hídrica

Por otra parte, la percepción hídrica de los ocupantes de acuerdo a la variable de HR, se valoró de acuerdo a la omisión de los datos atípicos (17.3 %) y todos los votos de apreciación subjetiva, equivalentes a 392 muestras (153 mujeres, 239 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad hídrica en 26.9 %, conforme a un coeficiente de determinación de 0.6228, el cual demuestra un nivel de correlación moderado, con un rango de confort hídrico reducido entre 18.7 % (-1 DE) y 34.6 % (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 15.9 %, mientras que, para un rango de confort térmico extendido oscila entre 13.7 % (-2 DE) y 42.3 % (+2 DE), equivalente a una amplitud de 28.6 % (Gráfico 127).

Gráfico 127.

Indicadores de sensación hídrica por HR.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

A partir de la anterior gráfica, se interpreta que una mayoría de las valoraciones (258) se encuentran entre una percepción de *neutralidad* (categoría 4), así parcialmente hacia *algo húmedo* (71, categoría 2) y hacia *algo seco* (63, categoría 5 y 6), sin embargo las líneas de regresión se presentan divergentes respecto a la percepción seca, con una holgura en su amplitud que va desde 9.1 % a 61.6 %, correspondiente a una representativa oscilación de 52.5 %, en contraparte a una condición de algo de humedad a muy húmedo, en condiciones de 12.7 % y 32.3 %.

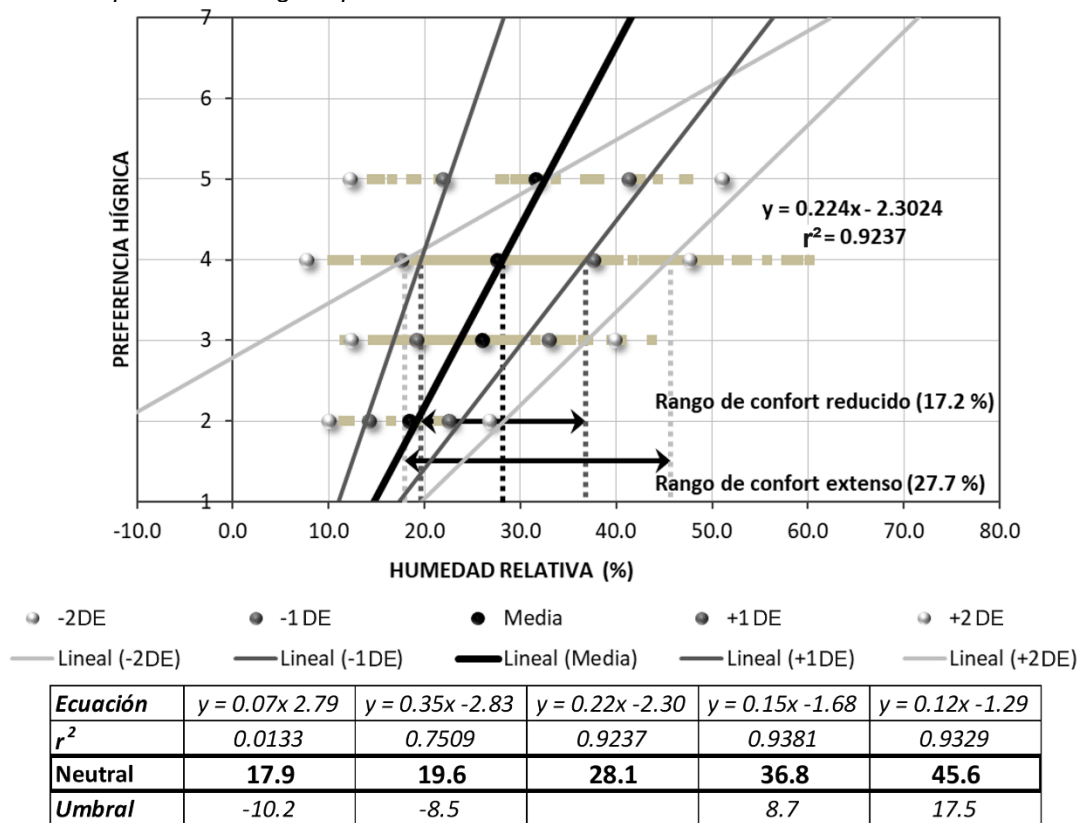
Por lo tanto, de las 392 muestras, 358 valoraciones (92.0 %) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 13.7 % y 42.3 %, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort hídrico, mientras 29 estimaciones (7.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir algo húmedo el ambiente hídrico, en porcentajes de humedades > 42.3 %, al destacarse que únicamente 5 observaciones (1.0 %) considerarían condiciones algo secas, en registros < 13.7 %.

- Humedad relativa (HR) – Preferencia hídrica

Por otra parte, la preferencia hídrica de los ocupantes de acuerdo a la variable de HR, sí es objetiva en relación a su magnitud hídrica, esta fue valorada de acuerdo a la omisión de datos atípicos (16.5 %), equivalente a 396 muestras (151 mujeres, 245 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia hídrica neutra en 28.1 %, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9237, el cual demuestra un alto nivel de correlación, con un rango de preferencia hídrica reducida entre los 19.6 % (-1 DE) y 36.8 % (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 17.2 %, mientras que, para un rango de preferencia hídrica extendida oscila entre los 17.9 % (-2 DE) y 45.6 % (+2 DE), equivalente a una amplitud de 27.7 % (Gráfico 128).

Gráfico 128.

Indicadores de preferencia hídrica por HR.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite identificar que la mayoría de las valoraciones perciben una condición de *neutralidad* (280, categoría 4), entre los 17.9 % y 45.6

% mientras que la preferencia higríca será *más seca* (50, categoría 5), cuando la HR se encuentre entre 45.6 % y 71.5 %, por lo cual resulta coherente al presentarse mayor humedad en el aire ambiente, los ocupantes preferirán una HR más seca, en contraparte a una preferencia *un poco más húmedo*, cuando se encuentran niveles bajos entre 3.1 % y 17.9 %.

En este sentido, de las 396 muestras, 320 de ellas (81.0 %) se encontrarían en una condición de preferencia higríca sin cambio, al encontrarse en las condiciones de preferencia higrícas anteriormente señaladas de 17.9 % a 45.6 %, mientras que por otra parte 22 estimaciones (6.0 %) considerarían más seco el ambiente, entre valores de 45.6 % y 62.9 %, mientras que 54 de las observaciones (14.0 %), que prefieren una mayor humedad, se darán en una HR de 3.1 % a 17.9 %.

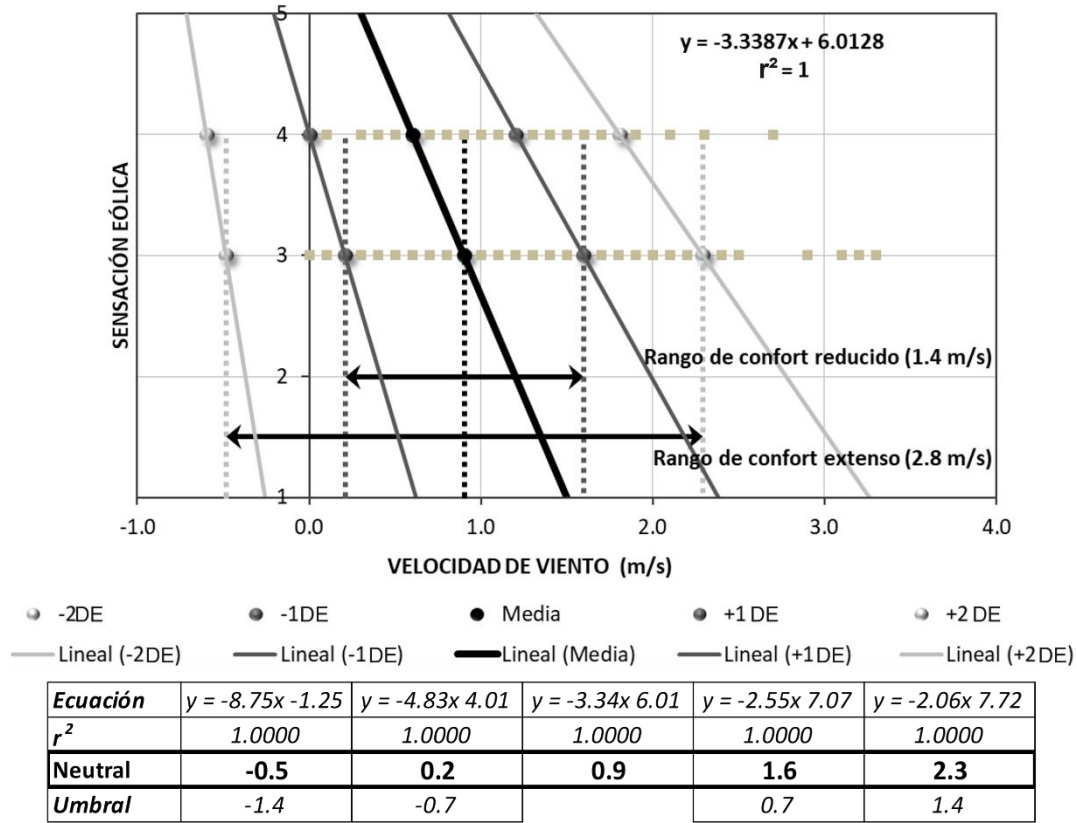
Indicadores Eólicos

La variable estimada para apreciar el indicador eólico, fue la velocidad del viento (Vv), acorde a la estimación y preferencia eólica de los ocupantes.

- Velocidad del viento (Vv) – Sensación Eólica

Por otra parte, la percepción eólica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Vv, se valoró de acuerdo a la omisión de datos atípicos (14.8 %) y votos subjetivos mayores al 5.0 %, equivalentes a 395 muestras (154 mujeres, 241 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad eólica en 0.9 m/s, conforme a un coeficiente de determinación de 1.00, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort eólico reducido entre los 0.2 m/s (-1 DE) a 1.6 m/s (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 1.4 m/s, mientras que, para un rango de confort eólico extendido oscila entre los 0.0 m/s (-2 DE) a 2.3 m/s (+2 DE), equivalente a una amplitud de 2.3 m/s (Gráfico 129).

Gráfico 129.
Indicadores de sensación eólica por Vv.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (291) se encuentran entre una percepción de viento *agradable* (categoría 3), hacia una estimación de *poco viento* (104, categoría 4), sin embargo las líneas de regresión señalan una amplitud más significativa en condiciones de un *viento algo fuerte o mucho viento* (categoría 1 y 2), entre velocidades de vientos de 2.3 m/s a 3.3 m/s, equivalente a una amplitud de 1.0 m/s, en contraparte a una indudable claridad de percepción de *ausencia de viento* por parte de los ocupantes, al apreciarse velocidades de 0.0 m/s a 0.5 m/s, con un rango de amplitud reducido de 0.5 m/s.

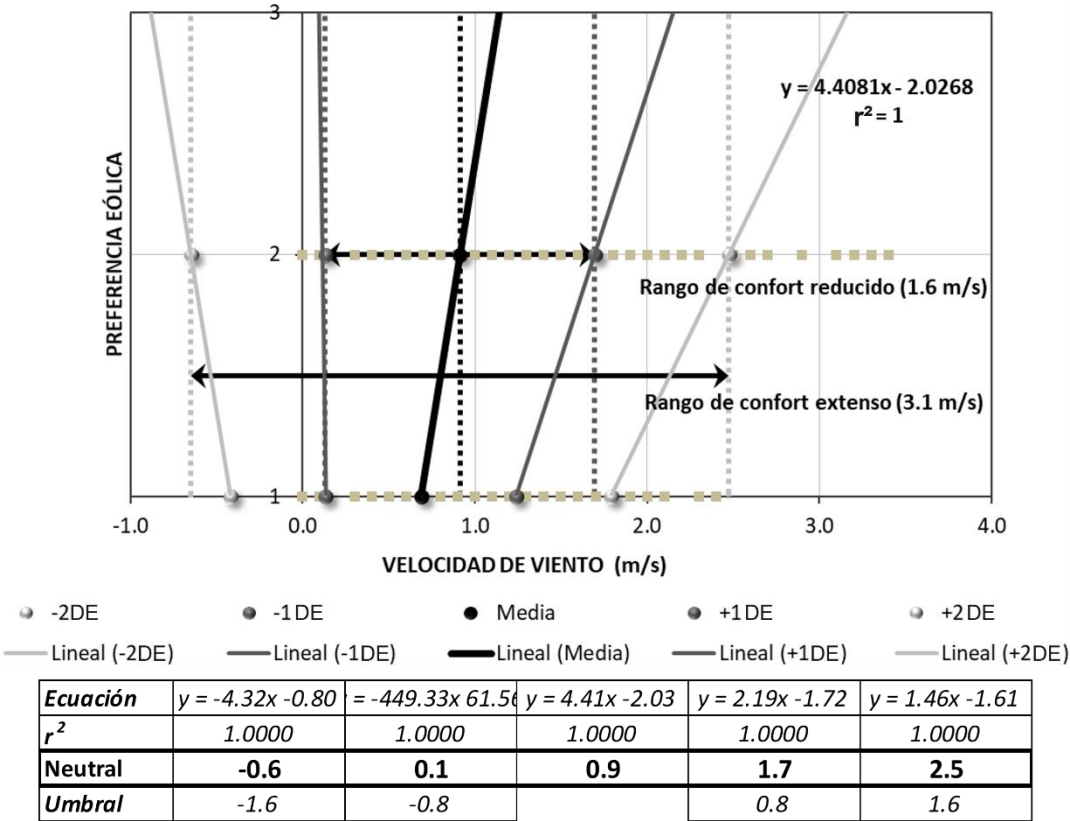
En consecuencia, de las 395 muestras, conforme al registro de sensación eólica por la variable de Vv, prácticamente en su totalidad 383 valoraciones (97.0 %) se encontraron entre los rangos de confort eólicos antes señalados de 0.0 m/s a 2.3 m/s, lo cual asume que la

mayoría de los usuarios percibían un viento agradable, mientras solo 12 estimaciones (3.0 %) encontrarían un viento algo fuerte a mucho viento en flujos > 2.3 m/s, y se descartan (0.0 %) las estimaciones hacia poco viento y sin viento.

- Velocidad de Viento (Vv) – Preferencia Eólica

Adicionalmente, la preferencia eólica de los ocupantes de acuerdo a la variable de Vv, fue valorada de acuerdo a la omisión de datos atípicos (12.0 %), equivalente a 417 muestras (162 mujeres, 255 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia eólica neutra en 0.9 m/s, conforme a un coeficiente de determinación de 1.00, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia térmica reducida entre los 0.1 m/s (-1 DE) a 1.7 m/s (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 1.6 m/s, mientras que, para un rango de preferencia eólica extendida oscila entre los 0.0 m/s (-2 DE) y 2.5 m/s (+2 DE), (Gráfico 130).

Gráfico 130.
Indicadores de preferencia eólica por Vv.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que parcialmente las valoraciones (215) se encuentran entre una preferencia de *sin cambio* (categoría 2) hacia *más viento* (202, categoría 1), adicionalmente las líneas de regresión señalan un comportamiento divergente en una tercer escala de preferencia eólica, donde en parámetros entre 0.0 m/s y 3.2 m/s, el ocupante preferirá *menos viento*, y las líneas de tendencia son convergentes cuando los valores sean de 0.0 m/s a 1.8 m/s, los ocupantes comenzarán a preferir *más viento*.

En este sentido, de las 417 muestras, 410 de ellas (98.0 %) se encontraría en los rangos encontrados de confort eólico, entre los valores de 0.0 m/s y 2.5 m/s, en contraparte a solo 7 observaciones (2.0 %) que preferirían menos viento, mientras que ninguna valoración consideraría mayor viento, con 0.0 %.

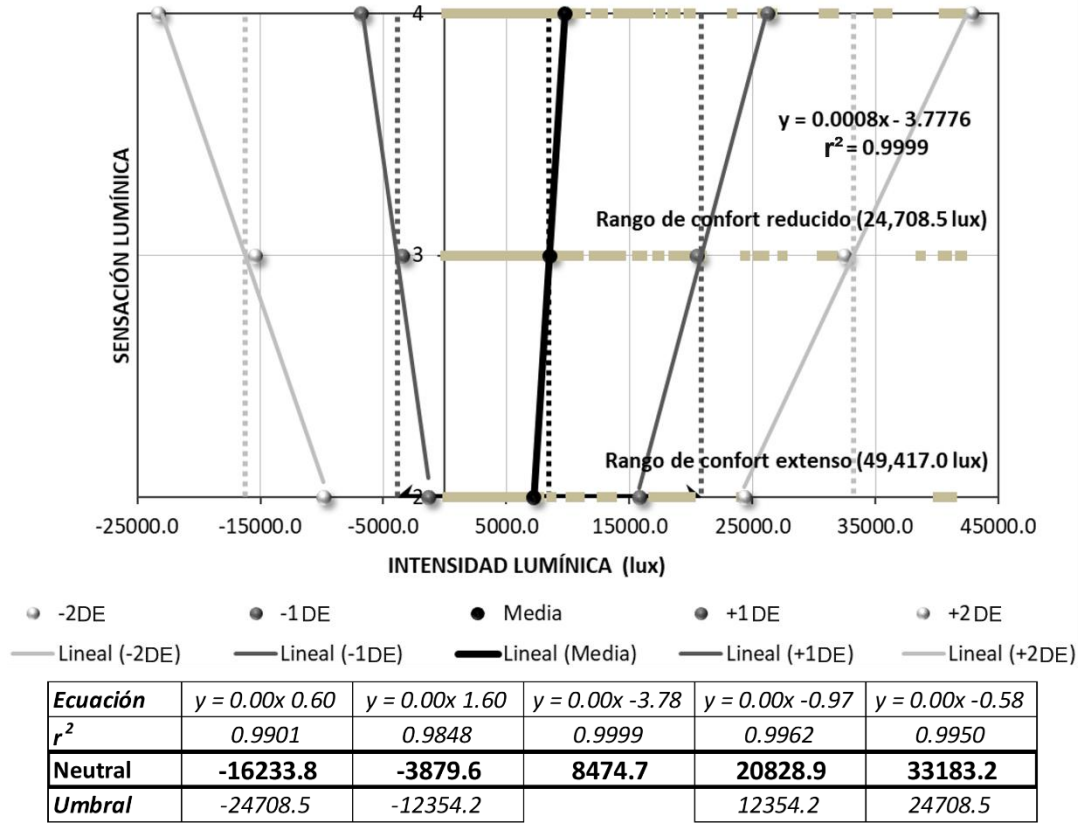
Indicadores Lumínicos

La variable estimada para apreciar el indicador lumínico, consistió a través de la intensidad lumínica (IL), acorde a la estimación y preferencia lumínica de los ocupantes.

- Intensidad lumínica (IL) – Percepción lumínica

Por otra parte, la percepción lumínica de los ocupantes de acuerdo a la variable de IL durante el periodo de transición frío-cálido, se valoró de acuerdo a la omisión de datos atípicos (18.1 %) y votos subjetivos mayores al 5% (1.7 %), equivalentes a 380 muestras (151 mujeres, 229 hombres), quienes estimaron una condición de neutralidad lumínica en 8,474.7 lux, de acuerdo a un coeficiente de determinación de 0.9999, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort lumínico reducido entre 0.0 lux (-1 DE) y 20,829.9 lux (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 20,829.9 lux, mientras que, para un rango de confort lumínico extendido oscila entre 0.0 lux (-2 DE) y 33,183.2 lux (+2 DE), equivalente a una amplitud de 33,183.2 lux (Gráfico 131).

Gráfico 131.
Indicadores de sensación lumínica por IL.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

En consecuencia, la anterior gráfica identifica que la mayoría de las valoraciones (251) señalan que los ocupantes encuentran como condiciones regulares de iluminación (categoría 3) de 0.0 lux a 33,183.2 lux, de acuerdo a un rango extendido, mientras que resulta ser considerada como una sensación lumínica *buena a excelente* (categoría 4 a 5), en valoraciones de 33,183.2 lux a 51,697.4 lux, de acuerdo a un rango extendido, lo cual asume efectivamente que los ocupantes conforme incrementa la intensidad lumínica, aumenta la percepción de cantidad de iluminación, en contraparte habrá una *mala sensación lumínica a muy mala* (categoría 2 y 1), cuando disminuya a valores cercanos a 0.0 lux y 24,669.0 lux.

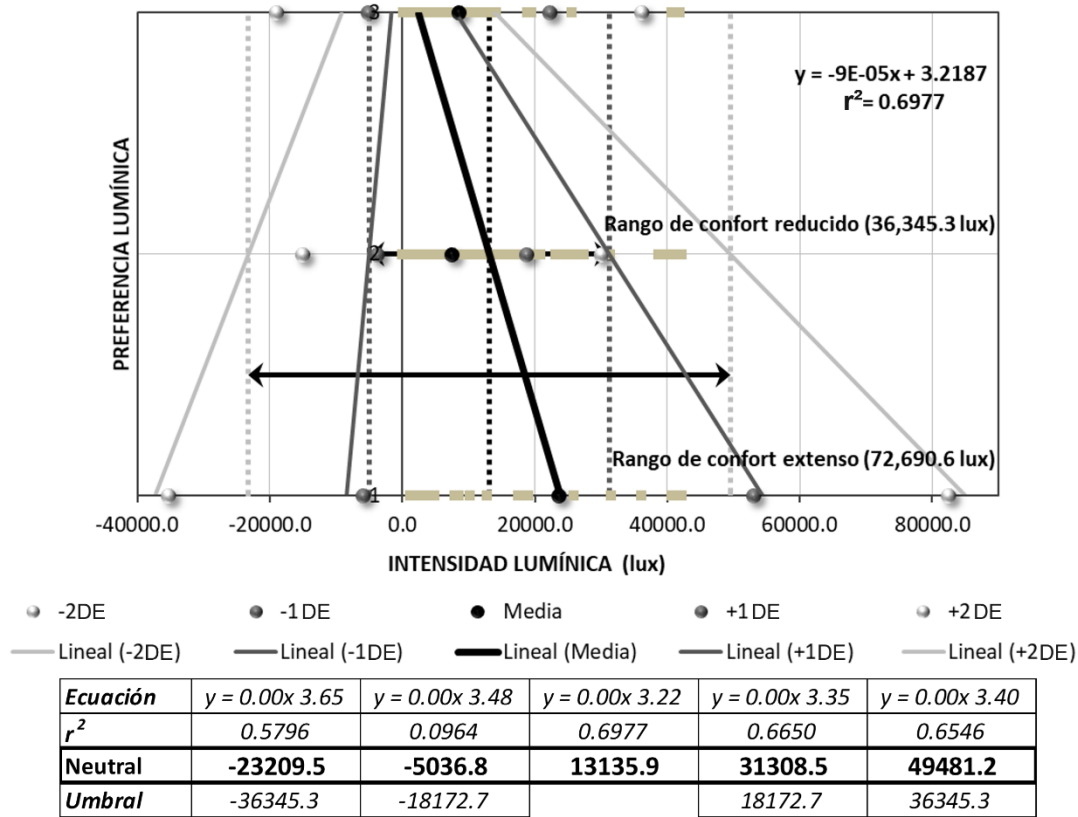
En síntesis, del total de las 380 muestras, conforme al registro de sensación lumínica por la variable de IL, 361 valoraciones (95.0 %) se encontraron en los rangos de confort antes señalados entre 0.0 lux y 33,183.2 lux, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en

condiciones de confort lumínico, mientras que solo 19 estimaciones (5.0 %) se encontrarían en condiciones de percibir un nivel de iluminación buena a excelente, a partir de registros > 33,183.2 lux.

- Intensidad lumínica (IL) – Preferencia lumínica

Por otra parte, la preferencia lumínica de los ocupantes de acuerdo a la variable de IL, se valoró de acuerdo a la omisión de datos atípicos (15.8 %), equivalente a 399 muestras (149 mujeres, 250 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia lumínica en 13,135.9 lux, de acuerdo a un coeficiente de determinación de 0.6977, el cual demuestra un alto nivel de correlación, con un rango de confort lumínico reducido entre 0.0 lux (-1 DE) y 31,308.5 lux (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 31,308.5 lux, mientras que, para un rango de confort lumínico extendido oscila entre 0.0 lux (-2 DE) y 49,481.2 lux (+2 DE), equivalente a una amplitud de 49,481.2 lux (Gráfico 132).

Gráfico 132.
Indicadores de preferencia lumínica por IL.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

En consecuencia, la anterior gráfica identifica una mayoría de las valoraciones (286) de preferencia lumínica, *sin cambio* (categoría 2), cuando la intensidad lumínica se encuentre entre 0.0 lux y 49,481.2 lux, por otra parte, las líneas de regresión lineal señalan una amplitud de rango, al preferir mayor iluminación (27, categoría 1) entre 0.0 lux y 82,435.4 lux, mientras que se preferirá *menos luz* (categoría 3), con 86 votos, cuando las condiciones se encuentren entre 0.0 lux y 36,000.4 lux.

Por lo tanto, de las 399 muestras, conforme al registro de preferencia lumínica por la variable de IL, 395 valoraciones (99.0 %) se encontraron en los rangos de preferencia lumínica antes señalados *sin cambio*, entre 0.0 lux y 49,481.2 lux, lo cual asume que la mayoría de los usuarios se encontraba en condiciones de confort lumínico, mientras que solo 4 apreciaciones (1.0 %) se encontrarían en condiciones de preferir un nivel de iluminación con menor intensidad lumínica, a partir de registros < 23,209.5 lux, en contraparte a ninguna preferencia consideraría mayor iluminación en valores > 49,481.2 lux.

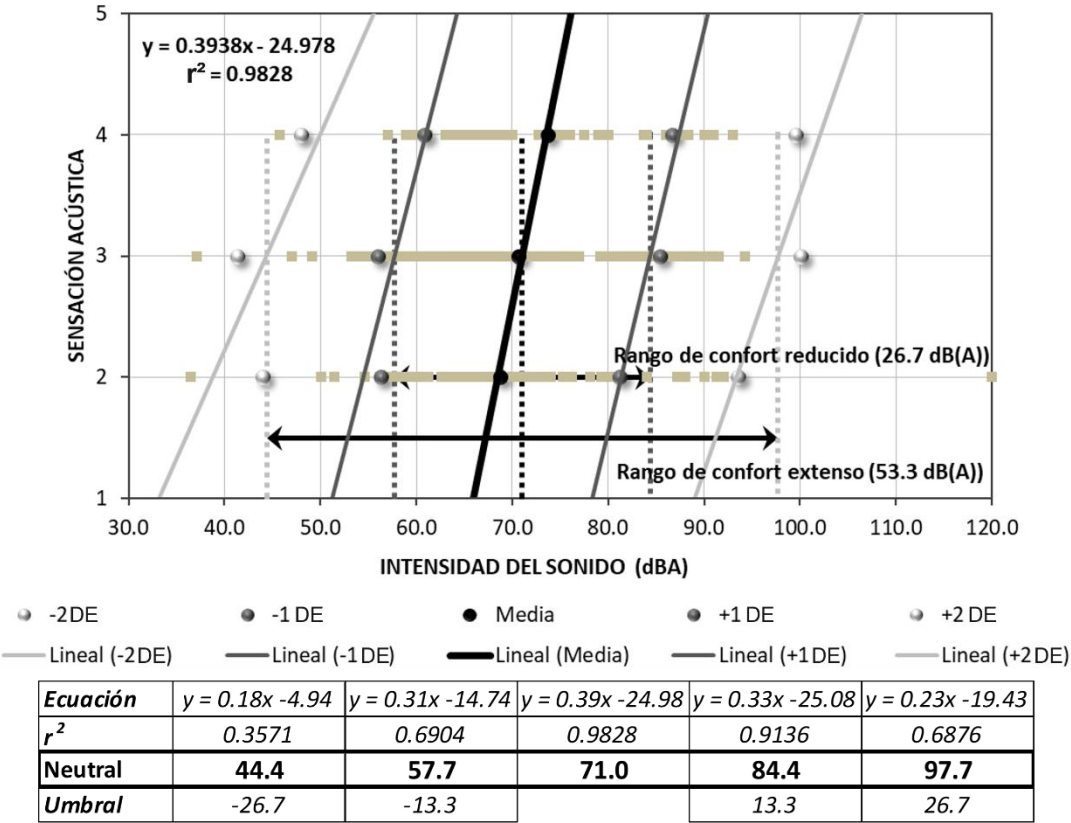
Indicadores Acústicos

La variable estimada para apreciar el indicador acústico, fue la intensidad acústica (IA), acorde a la estimación y preferencia acústica de los ocupantes.

- Intensidad Acústica (IA) – Sensación acústica

Por otra parte, la percepción acústica de los ocupantes de acuerdo a la variable de IA, fue valorada de acuerdo a la omisión de los votos atípicos (19.4 %), equivalente a 382 muestras (138 mujeres, 244 hombres), quienes estimaron una condición neutra en 71.0 dBA, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9828, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de sensación acústica reducida entre los 57.7 dBA (-1 DE) a 84.4 dBA (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 26.7 dBA, mientras que, para un rango de sensación acústica extenso oscila entre los 44.4 dBA (-2 DE) y 97.7 dBA (+2 DE), con una amplitud equivalente 53.3 dBA (Gráfico 133).

Gráfico 133.
Indicadores de intensidad acústica por dBA.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (259) se encuentran entre una percepción de *ruido aceptable* (categoría 3), entre los valores de confort anteriormente ubicados, sin embargo, las líneas de regresión marcan una tendencia a estimar en valores entre 97.7 dBA y 106.4 dBA, como *débil* y *sin ruido* (categoría 4 y 5), lo cual permite inferir que los ocupantes en un espacio público al exterior, se encontrarían adaptados a pesar de encontrarse en altos dBA, por el contrario percibirán una intensidad acústica *fuerte* a *muy fuerte* (categoría 2 a 1), con 74 estimaciones, entre 33.2 dBA y 44.4 dBA, criterios que asumen una condición contradictoria entre las estimaciones de los ocupantes, cuanto mayor es la IA, menor resulta su percepción y viceversa, cuanto mayor es la cantidad de ruido en el espacio, se percibirá una IA débil.

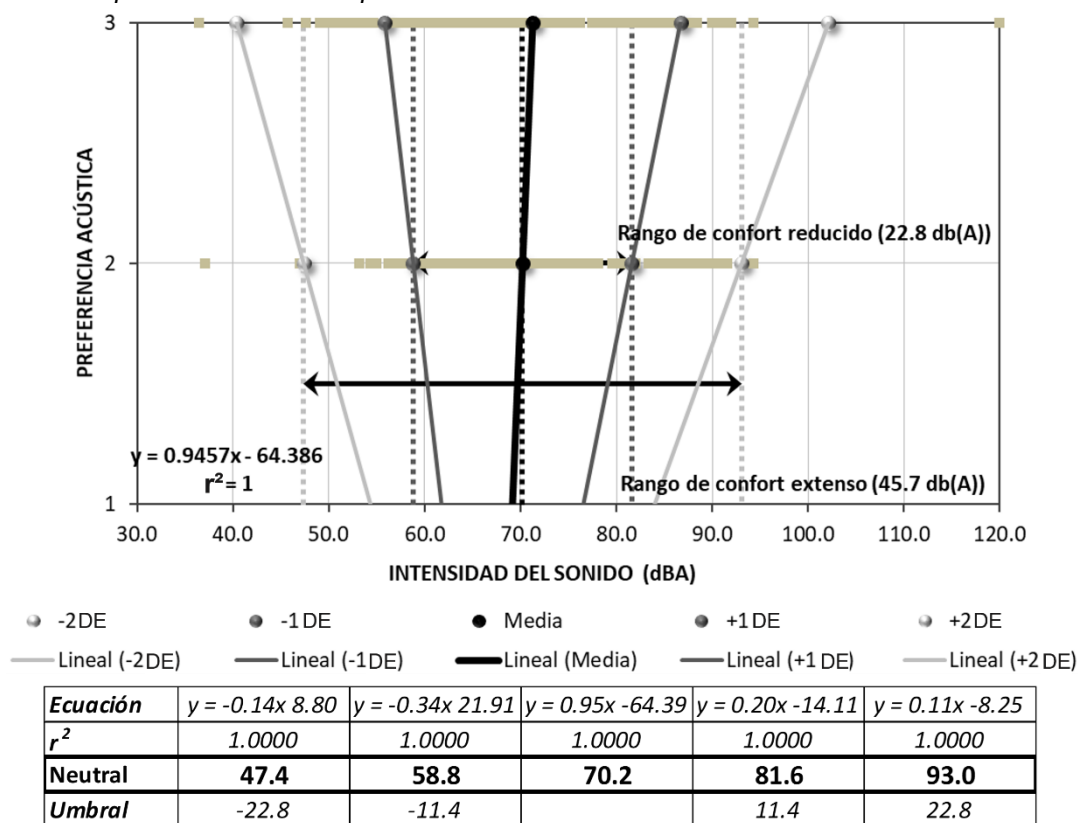
Por lo tanto, de las 382 muestras, conforme al registro de sensación acústica por la variable de IA, 376 valoraciones (98.4 %) se encuentran entre los rangos de confort antes señalados de 44.4 dBA y 97.7 dBA, lo cual asume que la mayoría de los usuarios percibieron condiciones de confort acústico, mientras que solo 5 estimaciones (1.3 %) se encontrarían en condiciones de percibir un *fuerte*, a *muy fuerte* entre niveles de 33.2 dBA y 44.4 dBA, criterio que destaca aún en bajos valores de ruido, los ocupantes aun así lo consideran con mucho ruido, lo que permite asumir que se encuentran cómodos aún con altas valoraciones acústicas en que se encuentra el espacio público, en contraparte a ninguna de las estimaciones consideraría un nivel de *ruido débil*, a pesar de encontrarse en decibeles > 97.7 dBA.

- Intensidad Acústica (IA) – Preferencia acústica

Por otra parte, la preferencia acústica de los ocupantes de acuerdo a la variable de dBA, fue valorada de acuerdo a omitir datos atípicos (8.6 %), equivalentes a 433 muestras (168 mujeres, 265 hombres), quienes estimaron una condición de preferencia acústica neutra en 70.2 dBA, conforme a un coeficiente de determinación de 1.00, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de preferencia acústica reducida entre 58.8 dBA (-1 DE) y 81.6 dBA (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 22.8 dBA, mientras que, para un rango de preferencia acústica extendida oscila entre los 47.4 dBA (-2 DE) y 93.0 dBA (+2 DE), equivalente a una amplitud acústica de 45.7 dBA (Gráfico 134).

Gráfico 134.

Indicadores de preferencia acústica por dBA.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite identificar una parcialidad de las valoraciones (228) expresan una preferencia acústica de *menos ruido* (categoría 3), cuando las líneas de regresión expresan una amplitud entre 40.4 dBA y la valoración más alta 102.1 dBA, mientras que se preferirá *más ruido* (categoría 1), donde el comportamiento de las líneas de regresión, expresan una convergencia entre 55.8 dBA y 84.0 dBA, lo cual deduce que, a niveles superiores de IA, los ocupantes preferirán menor ruido y viceversa.

En conclusión, del total de las 433 muestras, 421 de ellas (99.0 %) se encontrarían en una condición de preferencia acústica sin cambio, al encontrarse en las condiciones de confort acústico anteriormente indicadas de 47.4 dBA y 93.0 dBA, mientras que solo 4 observaciones (1.0 %), preferirían menos ruido en el ambiente, en contraparte a ninguna estimación preferirá mayor IA en el espacio público.

Indicadores de Calidad de Aire

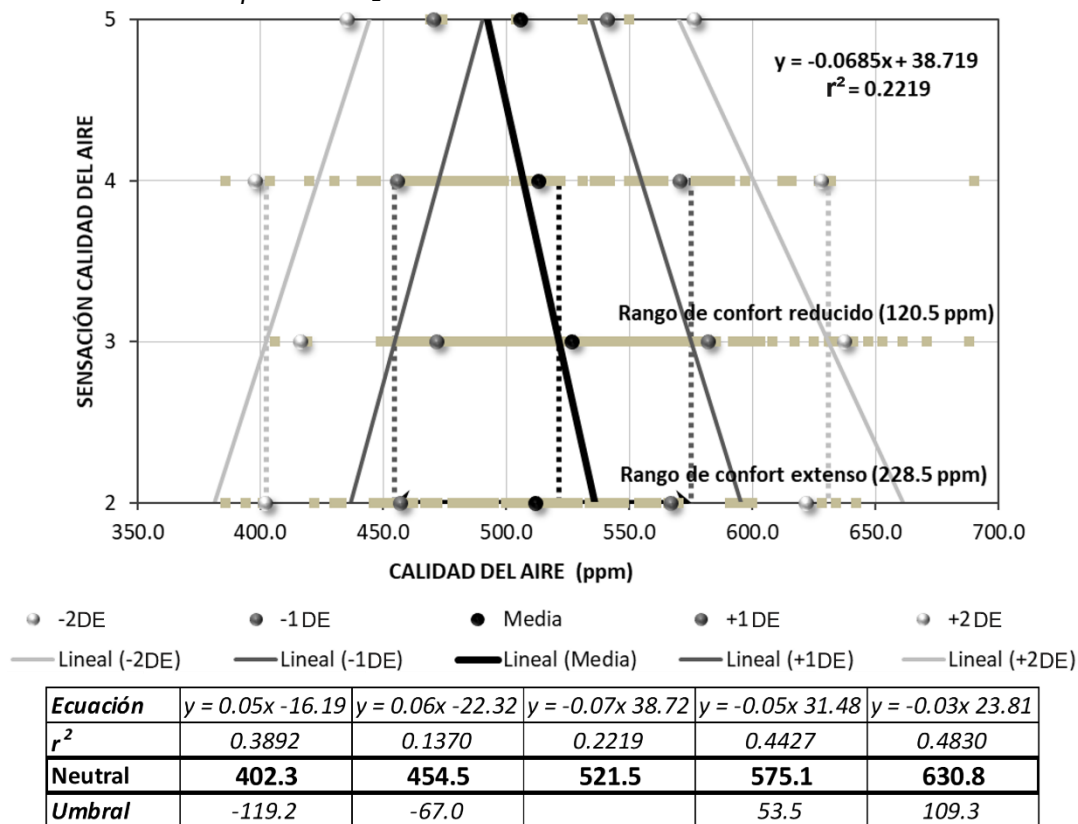
La variable estimada para apreciar el indicador de calidad del aire, fue la calidad del aire por CA CO₂ y CA COV, acorde a la estimación y preferencia de los ocupantes.

- Calidad del Aire (CA) – Percepción de calidad del aire CA CO₂

La percepción de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA CO₂, se valoró de acuerdo a los votos subjetivos mayores al 5.0 % (14.1 %), equivalente a 407 muestras (163 mujeres y 244 hombres), quienes estimaron una condición de calidad del aire neutra en 521.5 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 0.2219, el cual demuestra un bajo nivel de correlación, con un rango de confort en CA CO₂ reducido entre 454.5 ppm (-1 DE) y 575.1 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 120.5 ppm, mientras que, para un rango de confort CA CO₂ extendido oscila entre los 402.3 ppm (-2 DE) y 630.8 ppm (+2 DE), equivalente a una amplitud de 228.5 ppm (Gráfico 135).

Gráfico 135.

Indicadores de sensación por CA CO₂.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (209) perciben una CA CO₂ *regular* (categoría 3), al encontrarse en condiciones entre 402.3 ppm a 630.8 ppm, posteriormente las líneas de regresión se muestran convergentes entre 442.0 ppm y 560.2 ppm, perciben una CA CO₂ en *buena a muy buena* condición (categoría 4 y 5) con 96 votos, mientras que una mayor consideración (102 estimaciones), percibe una *mala* calidad del aire (categoría 2), entre valoraciones > 630.8 ppm, por lo tanto, resulta coherente cuando se encuentran registros moderados de dióxido de carbono en el aire ambiente, los ocupantes efectivamente aprecian una buena calidad del aire, en contraparte, cuando los parámetros son altos, se percibirá una mala calidad del aire ambiente en el espacio público.

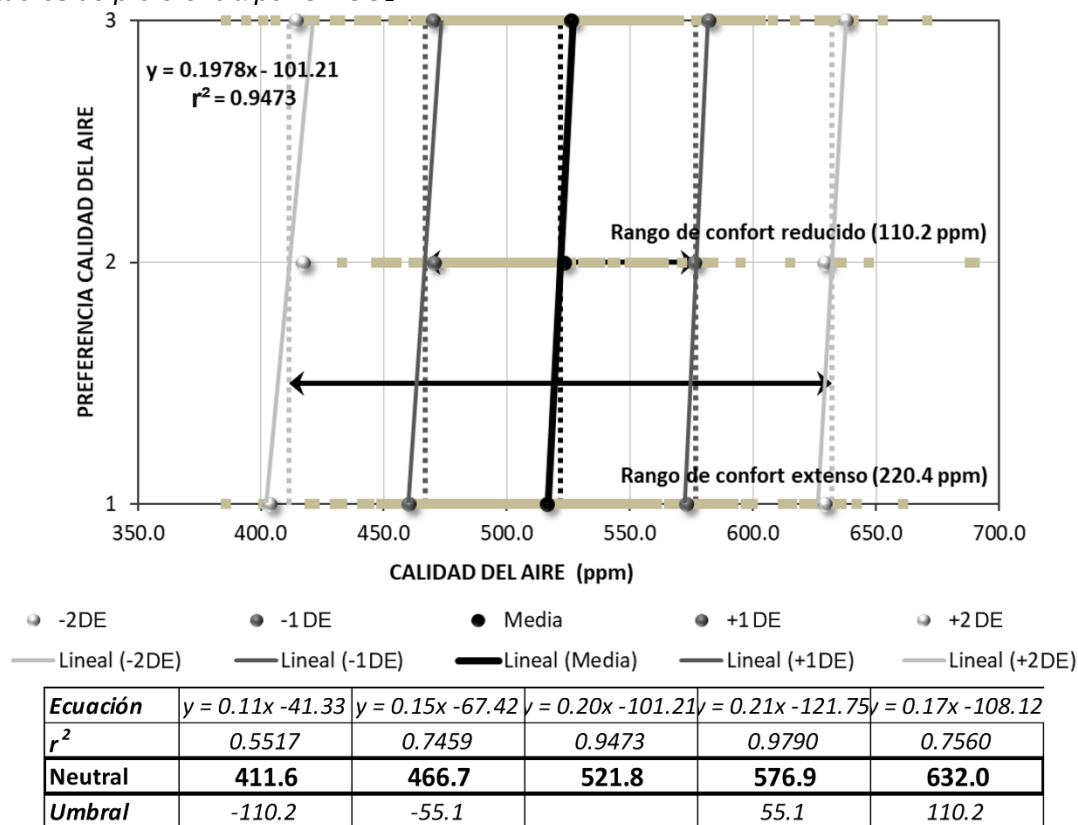
Por lo tanto, de las 407 muestras, conforme al registro de sensación por calidad del aire acorde a la variable de CA CO₂, 398 valoraciones (97.8 %) se encontraron en los rangos que estimaron los ocupantes como confort por calidad del aire entre 402.3 ppm y 630.8 ppm, mientras que solo 9 valoraciones (2.2 %) lo considerarían como mala, en valores > 630.8 ppm, por el contrario, a ningún registro (0.0 %) ubicarían una percepción de buena calidad del aire, entre condiciones < 402.3 ppm.

- Calidad del Aire (CA) – Preferencia de calidad del aire CA CO₂

La preferencia de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA CO₂ durante el periodo de transición frío-cálido, se valoró de acuerdo al total de 474 muestras (181 mujeres y 293 hombres), quienes estimaron preferir una condición de CA CO₂ neutra en 521.8 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9473, el cual demuestra un alto nivel de correlación, con un rango de preferencia de calidad del aire reducido entre 466.7 ppm (-1 DE) y 576.9 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 110.2 ppm, mientras que, para un rango de preferencia en la calidad del aire extendido oscila entre los 411.6 ppm (-2 DE) y 632.0 ppm (+2 DE), equivalente a una amplitud de 220.4 ppm (Gráfico 136).

Gráfico 136.

Indicadores de preferencia por CA CO₂.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Por consecuencia, la anterior gráfica permite interpretar que 90 valoraciones se encuentran en los rangos de confort antes señalados, cuando el comportamiento de las líneas de regresión resulta prácticamente equidistante en una preferencia *sin cambios* (204 valoraciones, categoría 1), en condiciones de 402.1 ppm a 411.6 ppm, así como una preferencia en *mucho mejores* condiciones de calidad del aire (180 observaciones, categoría 3), cuyo espectro abarca parámetros de 632.0 ppm a 637.8 ppm.

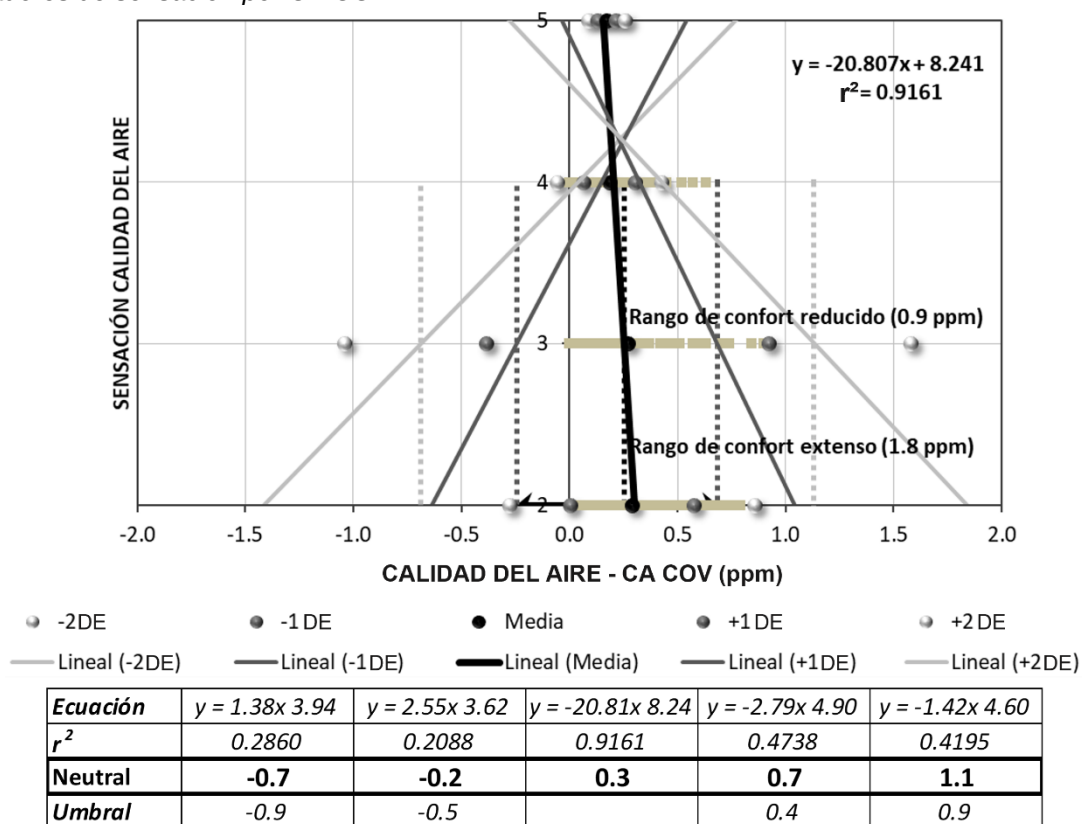
Por lo tanto, de las 474 muestras, conforme al registro de preferencia por calidad del aire acorde a la variable de CA CO₂, 466 valoraciones (98.3 %) se encontraron en los rangos de preferir una mejor calidad del aire preferentemente entre 411.6 ppm y 632.0 ppm, mientras que 6 valoraciones (1.3 %) considerarían preferir mucho mejores condiciones de CA CO₂, en valores > 632.0 ppm, mientras que solo 2 observaciones (0.4 %) preferirían encontrarse sin cambios.

- Calidad del Aire (CA) – Percepción de calidad del aire CA COV

La percepción de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA COV, se valoró de acuerdo a votos subjetivos mayores al 5.0 % (14.1 %), equivalente a 407 muestras (163 mujeres, 244 hombres), quienes estimaron una condición de CA COV neutra en 0.3 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 0.9161, el cual demuestra un fuerte nivel de correlación, con un rango de confort en la sensación de CA COV reducido entre los 0.0 ppm (-1 DE) y 0.7 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 0.9 ppm, mientras que, para un rango de confort en la sensación de calidad del aire extendido oscila entre los 0.0 ppm (-2 DE) y 1.1 ppm (+2 DE), equivalente a una amplitud de 1.8 ppm (Gráfico 137).

Gráfico 137.

Indicadores de sensación por CA COV.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

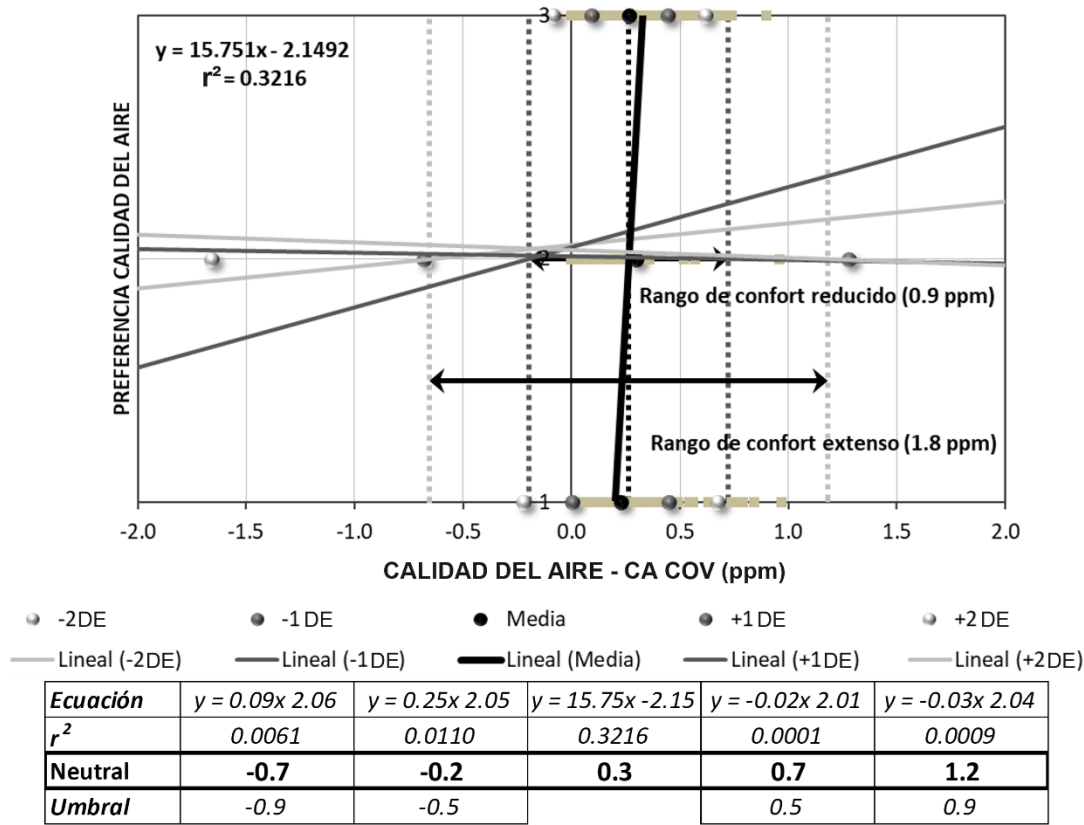
Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (209) se encuentran entre una percepción de calidad del aire *regular* (categoría 3), cuando los registros se encuentran entre 0.0 ppm a 1.1 ppm, sin embargo las líneas de regresión señalan una amplitud más significativa en una percepción de CA COV en *malas condiciones* (categoría 2), cuando los parámetros se ubican entre 0.0 ppm hasta 1.8 ppm, en contraparte a una estimación de una *buena* (categoría 4) CA COV, al resultar las líneas de regresión convergentes entre valores reducidos de 0.0 ppm a 0.4 ppm.

Por lo tanto, de las 407 muestras, conforme al registro de sensación por CA COV, 405 valoraciones (99.5 %) se encontraron en los rangos que estimaron los ocupantes como confort por calidad del aire entre 0.0 ppm y 1.1 ppm, mientras que 2 valoraciones (0.5 %) considerarían una mala calidad del aire, entre 0.0 ppm y 0.7 ppm, en contraparte a ningún voto (0.0 %), que encontrarían registros que ubican una percepción de buena calidad del aire.

- Calidad del Aire (CA) – Preferencia de calidad del aire CA COV

La preferencia de la calidad del aire de los ocupantes de acuerdo a la variable de CA COV durante el periodo de transición frío-cálido, se valoró de acuerdo a la totalidad de las 474 muestras (181 mujeres, 293 hombres), quienes estimaron preferir una condición de calidad del aire neutra en 0.3 ppm, conforme a un coeficiente de determinación de 0.3216, el cual demuestra un bajo nivel de correlación, con un rango de preferencia de CA COV reducido entre 0.0 ppm (-1 DE) y 0.7 ppm (+1 DE), acorde a un margen de amplitud de 0.7 ppm, mientras que, para un rango de preferencia en la calidad del aire extendido oscila entre los 0.0 ppm (-2 DE) y 1.2 ppm (+2 DE), equivalente a una amplitud de 1.8 ppm (Gráfico 138).

Gráfico 138.
Indicadores de preferencia por CA COV.



Fuente: Procesado de Rincón-Martínez (2023).

Adicionalmente, la anterior gráfica permite interpretar que la mayoría de las valoraciones (204) se encuentran prácticamente distribuidas de forma convergentes a una preferencia *sin cambios* (categoría 1), cuando los parámetros se encuentran entre 0.0 ppm a 0.7 ppm, hacia una amplitud en *mejores y mucho mejores* condiciones de CA COV (180, categoría 3), en un ligero aumento de concentraciones de CA COV, equivalentes a una oscilación entre 0.0 ppm a 1.1 ppm.

Por lo tanto, de las 474 muestras, conforme al registro de preferencia por calidad del aire acorde a la variable de CA COV, equivalente al 100.0 % de las estimaciones, mientras que ninguna de las observaciones se consideraría encontrarla entre valores de 1.2 ppm.

Y de esta manera se concluye el desarrollo para la obtención de los diversos indicadores ambientales, correspondientes a los periodos de estudio.

Apéndice XI. Datos para Validación de Modelo CAEPA

A continuación, se muestran los cuadros correspondientes a los datos registrados durante el registro CAEPA por periodos de estudios, así como de forma anual, en relación a la discusión de resultados por el Modelo CAEPA, en continuidad al orden de aparición mostrado en el apartado capitular Discusi (pág.: 331), en primera instancia con el modelo de Auliciems '81; en segundo lugar con las comparativas de resultados con el estudio RUROS; en tercera instancia con el índice UTCI, y para finalizar con el cotejo de los modelos PMV y PPD (ISO 7730, 2016).

En este sentido, se comienza con la apreciación de los valores anualizados por Rango Superior (27.9 °C), Valor Neutro (25.4 °C), Rango Inferior (22.9 °C), de acuerdo a los modelos de Auliciems (1981), mientras que la zona de confort por la variable TBS (ZC TBS CAEPA), el Rango Superior (30.3 °C), Valor Neutro (26.8 °C), Rango Inferior (23.4 °C) (Cuadro 16), cuyo compendio se discute en el capítulo Discusi (Figura 153).

Cuadro 16.

Datos discusión modelos Auliciems '81 – CAEPA.

Modelos Registros	Auliciems ('81) (°C)	ZC TBS (CAEPA) (°C)	Diferencia (°C)
Rango Superior	28.4	30.3	1.9
Valor Neutro	25.9	26.8	0.9
Rango Inferior	23.4	23.4	0.0

En continuación, se colocan los datos correspondientes a los Valores neutros (Vn), por el estudio (RUROS), en cuanto a las variables TBS= 21.3 °C, TGg= 24.6 °C, Vv= 0.9 m/s, HR= 52.3 %; mientras que el Modelo CAEPA visualiza Valores neutros (Vn CAEPA), por TBS= 26.8 °C, 33.6 °C, 0.9 m/s y HR= 40.9 % (Cuadro 17), diferencias que se argumentan en el capítulo Discusi (Figura 154).

Cuadro 17.*Datos discusión estudio RUROS – Modelo CAEPA.*

Modelos \ Registros	TBS (°C)	TGg (°C)	Vv (m/s)	HR (%)
Vn (RUROS)	21.3	24.6	0.9	52.3
Vn (CAEPA)	26.8	33.6	0.9	40.9
Diferencia	5.5	9.0	0.1	11.4

De igual manera, se determinaron los valores de confort para el caso térmico (TBS), por el índice UTCI, en primera instancia, se recurrió a los registros anuales obtenidos por el Registro CAEPA, de acuerdo a los cuatro periodos representativos, periodo cálido (P Cálido), periodo de transición cálido frío (Transición cf), periodo de frío (P Frío) y el periodo de transición frío cálido (Transición fc), (Cuadro 18).

Cuadro 18.*Base de datos, validación UTCI y Modelo CAEPA.*

Parámetros	P Cálido	Transición cf	P Frío	Transición fc
TBS	30.9	26.2	23.1	26.6
Tmr	61.2	40.8	31.3	44.2
Vv	1.2	0.9	0.5	0.8
HR	48.1	44.9	45.1	27.3
UTCI	31.1	25.6	22.6	25.0

Ahora bien, en comparación a los valores que proporciona el Modelo CAEPA, de acuerdo a los cuatro periodos de estudio y su compendio anual, equivalentes por UTCI= 26.1 °C, mientras que por el Valor neutral por la variable de TBS (Vn TBS), identificada anualmente por el Modelo CAEPA= 26.7 °C, de tal manera que se encuentra una diferencia entre ambas valoraciones neutrales, de solo 0.6 °C (Cuadro 19), aspectos que se discuten en la Figura 155 (pág.: 334).

Cuadro 19.
Datos discusión índice UTCI – Modelo CAEPA.

Registros Modelos	P Cálido (°C)	Transición cf (°C)	P Frío (°C)	Transición fc (°C)	Anual (°C)
UTCI	31.1	25.6	22.6	25.0	26.1
Vn TBS	30.9	26.2	23.1	26.6	26.7
Diferencia	0.2	0.6	0.5	1.6	0.6

Fuente: Procesado de UTCI Org., (2024).

Para finalizar con los recursos de elementos comparativos entre los modelos PMV y PPD (ISO 7730, 2016), y sus equivalentes por los valores de confort proporcionados por el Modelo CAEPA, (Escala PMV y Escala PPD), a través de la demostración en dos apartados (Cuadro 20 y Cuadro 21), mediante los cuales en primera instancia se colocan los registros mediante los cuales se obtuvieron los valores de PMV y PPD, actividad externa, tasa metabólica, nivel de arropamiento, temperatura del aire, velocidad de viento, temperatura media radiante y humedad relativa, generados para cada periodo de estudio a través de los registros obtenidos durante la campaña de estudio.

Cuadro 20.
Datos validación entre PMV y PPD, por ISO 7730 – Modelo CAEPA (media).

Parámetros	P Cálido	Transición cf	P Frío	Transición fc	Diferencia
Act. Externa	Pasiva	Pasiva	Pasiva	Pasiva	
Gasto Metabólico	75.0	75.0	75.0	75.0	
Arropamiento	Ligera	Ligera	Abrigada	Ligera	
Nivel (Clo)	0.4	0.4	1.1	0.4	
TBS	30.9	26.2	23.1	26.6	
Vv	1.2	0.9	0.5	0.8	
Tmr	61.2	40.8	31.3	44.2	

HR	48.1	44.9	45.1	27.3	
PMV	3.0	1.2	0.8	1.8	1.7
PPD	100.0	35.4	18.6	64.4	54.6
Modelo CAEPA (Escala PMV)	2.5	0.0	-0.5	0.5	0.6
Modelo CAEPA (Escala PPD)	80.2	26.3	7.8	38.6	38.2

Fuente: Procesado a partir de la calculadora PMV y PPD (BV, 2024).

Una vez apreciados los registros durante cada uno de los periodos de estudio, se continuó en el capítulo Discusi (Figura 156), en el cual se cotejaron los valores anuales por PMV= 1.7 (categoría de calor) y PPD= 54.6 % (de personas inconformes con el ambiente térmico), como anteriormente se señaló por ISO 7730 (2005), en comparación a registros por el Modelo CAEPA, PMV= 0.6 (categoría de algo de calor) y un PPD= 38.2 % (de personas inconformes con el ambiente térmico), criterios que resultan consistentes respecto a las estimaciones que refieren principios internacionales, con una consideración más elevada, en comparación a menores estimaciones, que expresan los habitantes locales (Cuadro 21).

Cuadro 21.

Datos anuales para discusión ISO 7730 – Modelo CAEPA

Modelos \ Registros	PMV (-3 a +3)	PPD (%)
ISO 7730 (Anual)	1.7	54.6
Modelo CAEPA (Anual)	0.6	38.2
Diferencia	1.1	16.4

Cabe mencionar, para la evaluación de las condiciones de confort higrotérmico por los modelos PMV y PPD, se realizó un análisis a través de los valores registrados en la campaña de estudio, durante los turnos matutino y vespertino respectivamente, por los cuatro periodos

considerados por el registro CAEPA (Cuadro 22 y Cuadro 23). En aras, igualmente de ubicar sus valores de confort respectivamente entre -1 y +1, sin embargo, todos los registros se encontraron hacia valores en positivo.

Cuadro 22.

Datos validación entre PMV y PPD, por ISO 7730 – Modelo CAEPA (mañana).

Parámetros	P Cálido	Transición cf	P Frío	Transición fc
Act. Externa	Pasiva	Pasiva	Pasiva	Pasiva
Gasto Metabólico	75.0	75.0	75.0	75.0
Arropamiento	Ligera	Ligera	Abrigada	Ligera
Nivel (Clo)	0.4	0.4	1.1	0.4
TBS (mañana)	25.5	27.5	26.5	26.8
Vv	1.3	0.8	0.2	0.6
Tmr	43.5	34.4	24.2	34.6
HR (mañana)	53.2	60.0	60.0	65.0
PMV	+1.0	+1.0	+1.0	+1.0
PPD	27.5	25.9	27.3	26.8

Nota.- Elaborado a partir de promedios por periodo en registro CAEPA. Fuente: Procesado con Chuansi (2008).

Cabe mencionar, para ambos casos se consideró conservar lo más posible, los valores de origen, y ajustar en medida de lo posible, únicamente los registros por TBS y HR, sin embargo fue necesario en varios de los casos ajustar el valor de Tmr (Temperatura media radiante).

Cuadro 23.*Datos validación entre PMV y PPD, por ISO 7730 – Modelo CAEPA (mañana).*

Parámetros	P Cálido	Transición cf	P Frío	Transición fc
Act. Externa	Pasiva	Pasiva	Pasiva	Pasiva
Gasto Metabólico	75.0	75.0	75.0	75.0
Arropamiento	Ligera	Ligera	Abrigada	Ligera
Nivel (Clo)	0.4	0.4	1.1	0.4
TBS (tarde)	25.4	25.0	24.6	25.5
Vv	1.2	1.1	0.7	1.0
Tmr	45.0	44.0	32.4	43.0
HR (tarde)	20.0	40.0	39.8	23.8
PMV	+1.0	+1.0	+1.0	+1.0
PPD	27.9	26.4	25.4	27.2

Nota.- Elaborado a partir de promedios por periodo en registro CAEPA. Fuente: Procesado con Chuansi (2008).

En conclusión, las evidencias vertidas en el capítulo de Apéndices (pág.: i), proporciona información complementaria al cuerpo del reporte de tesis, en su mayoría generada y procesada para respaldar los planteamientos y argumentos de la presente investigación.