

e-ISSN
2992-7463
Site
[https://revistas.uaa.mx/
index.php/artificio](https://revistas.uaa.mx/index.php/artificio)

Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos
Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción
Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.
Núm. 6 (2024) periodo julio-diciembre



Requerimientos de calidad ambiental interior en aulas de educación superior

Indoor Environmental Quality Requirements in Higher Education Classrooms

Silvia Arias Orozco

Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Universidad de Guadalajara
ORCID: 0000-0002-3851-2648
silvia.aorozco@academicos.udg.mx

David Carlos Ávila Ramírez

Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Universidad de Guadalajara
ORCID: 0000-0002-8563-1578
david.aramirez@academicos.udg.mx

Received: 2024-02-03
Accepted: 2024-09-17

Cómo citar este trabajo. *How to cite this paper*

Arias, S., Ávila, R. (2024). Requerimientos de calidad ambiental interior en aulas de educación superior. *Artificio* (6), eC1-eC16.



Requerimientos de calidad ambiental interior en aulas de educación superior

Silvia Arias Orozco ·
David Carlos Ávila Ramírez

Resumen

La situación climática y ambiental que se vive en la actualidad a nivel mundial ha obligado a algunos países a realizar acciones para enfrentar el cambio climático y el impacto ambiental a través del desarrollo de tecnologías que permitan la eficiencia energética y sustentabilidad en las edificaciones, debido a que esta toma una relevancia particular por su importancia y proyección ambiental además en las acciones a considerar en los espacios de educación superior ante futuras epidemias. Si bien el tema de la sustentabilidad se debe abordar desde distintos frentes, el sector de la construcción de espacios educativo, esto puede desempeñar un papel relevante en la estrategia del país por el potencial que se tiene de eficiencia en los niveles de consumo de energía y agua en el mismo, todo ello con el objetivo de enfrentar la situación ambiental y de las contingencias de salud a través de la edificación sustentable. El confort ambiental se considera en el presente trabajo desde el punto de vista climático y lumínico, tomando en cuenta para efectos de estudio al usuario de la arquitectura en una región específica de clima semitemplado, así como de sus condiciones salubres.

Palabras clave: *diseño ambiental, confort térmico, edificación sustentable.*

Abstract

The current global climate and environmental situation has forced some countries to take action to address climate change and environmental impact through the development of technologies that allow for energy efficiency and sustainability in buildings, as this takes on particular relevance for its environmental importance and projection, as well as in actions to be considered in higher education spaces in the face of future pandemics. While sustainability should be addressed from different fronts, the construction sector of educational spaces can play a relevant role in the country's strategy due to the potential for efficiency in energy and water consumption levels, all with the aim of facing environmental situations and health contingencies through sustainable building. The environmental comfort is considered in this work from the climatic and lighting point of view, taking into account for study purposes the user of architecture in a specific region of semi-temperate climate, as well as their health conditions.

Keywords: *environmental design, thermal comfort, sustainable building.*

Introducción.

Como se menciona anteriormente, la adaptación del cuerpo humano a su ambiente depende de su propia fisiología para responder a los cambios climáticos. El usuario de la arquitectura puede controlar los elementos del clima mediante los parámetros y los factores del confort.

Entre los parámetros de confort climático que pueden llegar a ser controlables a través de un diseño adecuado, destacan la temperatura, la humedad relativa, el viento y la radiación solar.

Por lo anterior, la importancia de la recolección de los datos climáticos para su diagnóstico o evaluación biológica se centra en el aspecto principal de la búsqueda de estrategias tecnológicas para el confort térmico en edificaciones destinadas a la educación y esto se resume en el diseño de espacios con criterios de eficiencia energética.

Asimismo, es necesario considerar que en temporadas cálidas el desafío es lograr el confort térmico de los espacios interiores con la mínima demanda energética; protegiendo el envolvente de las ganancias de calor y manteniendo a través de la ventilación extraer las ganancias térmicas elevadas como estrategia de enfriamiento.

Los factores del confort, por su parte, son los que también dependen de la actividad, el vestido y la capacidad de adaptación al clima, ya sea por salud o por edad.

Planteamiento del problema

En la actualidad, no se ha podido dar plena respuesta a estas demandas y necesidades, teniendo como consecuencia ciudades que crecen sin control, terrenos mal utilizados, avenidas y calles congestionadas. Las edificaciones tienen un impacto importante en el medio ambiente y en la salud de las personas, por ello la calidad medioambiental asocia el confort de los seres humanos al desarrollo sustentable de los recursos naturales.

Aplicado a la arquitectura, este concepto supone la incorporación de nuevas exigencias en todo el proceso constructivo de una edificación de enseñanza superior, modificando costumbres de los constructores y de los usuarios, por lo que se debe realizar

un mayor esfuerzo a la hora de planificar el ahorro energético y con ello la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) dependiendo del lugar geográfico donde se planea desarrollar. Debido a que las técnicas de ocupación del territorio no son las mismas en todas partes, se debe tomar en cuenta que estas dependen de las circunstancias geográficas sociales, económicas y climáticas-ambientales del lugar, las cuales de modifican en función del grado de desarrollo alcanzado.

Estado del arte

La investigación sobre el confort térmico es uno de los temas transcendentales en la investigación bioclimática, sin embargo, se ha descubierto que la mayoría de estas métricas tienen un uso limitado y no tienen en cuenta los efectos reales que las condiciones térmicas tienen en el cuerpo humano (Błazejczyk, K., 2022).

Es decir, no considera el confort humano a la hora de determinar las regiones climáticas. Además, los cambios cada vez más evidentes en las condiciones climáticas significan que la caracterización se está volviendo obsoleta rápidamente. Esto significa que las características enunciadas están desactualizadas, sobre todo porque no se proporcionan actualizaciones para adaptarse a los cambios que se evidencian en la actualidad (Gómez-Azpeitia, 2016).

Asimismo, es posible estimar una de las variables que definen la calidad del espacio urbano, con un porcentaje suficiente de superficie de vialidades destinadas exclusivamente al peatón y su confort ambiental. La mejora en la habitabilidad urbana vendrá definida por la reducción de la contaminación atmosférica, los niveles de ruido, la accidentalidad, etc., lo que se asocia al confort, la accesibilidad, la seguridad y la salud (Vázquez, 2023).

Objetivos o Propósitos

Dentro del análisis que debe realizarse para comprobar el grado de sustentabilidad del lugar, se hace necesario realizar estimaciones de la energía empleada

en la climatización y la iluminación artificiales. De la misma manera se requiere diagnosticar la disponibilidad y distribución del recurso del agua utilizada para aseo y para el enfriamiento de los espacios climatizados artificialmente, así como de los desechos resultantes de estos procesos tecnológicos. Lo anterior puede llevarse a cabo mediante la elaboración de un Código de edificación sustentable en el se desarrollen las recomendaciones técnicas acordes a las características regionales de cada lugar de estudio. Estos códigos buscarían generar las bases para promover una Normatividad edificatoria aplicable a los nuevos asentamientos humanos buscando generar a su vez las condiciones de calidad, protección y seguridad en los mismos.

Hipótesis o Supuesto.

Para realizar este tipo de análisis, actualmente se requieren datos resultantes de análisis y diagnósticos certeros por parte de la comunidad científica: el sector de salud pública, epidemiólogos e investiga-

dores de las ciencias sociales que ayuden a despejar la imprecisión en los datos resultantes y estas discrepancias políticas especialmente sobre los argumentos sobre morbilidad y aunado a esto, sobre las restricciones sanitarias que deberían predominar en las ciudades y sus conglomerados humanos, a fin de comprender de mejor manera las consecuencias de la toma de decisiones mal encaminadas a fin de erradicar la epidemia.

Desarrollo.

Los requerimientos de diseño ambiental descritos en la siguiente tabla (Fig. 1), enuncia los parámetros de habitabilidad necesarios para obtener espacios interiores confortables y adecuados para realizar actividades como son la enseñanza y la lectura. Dichos parámetros se establecieron como punto de partida de esta investigación.

Requerimientos de diseño ambiental		Grado de medición		Fuente
Actividad y confort	Vnetilación (0.3 m/seg)	Zona de confort	Calefacciónn (70w-490w)	Refrigeration and Air Conditioning Engineers
Cartas bioclimáticas	Trabajo intenso (>2.0 m/seg)	Desplazamiento moderado (1.0-1.5 m/seg)	Descanso (65w/m2)	Refrigeration and Air Conditioning Engineers
Parametros ambientales	Ventilación humidificación (natural)	Confort Protección solar Ventilación	Soleamiento	Análisis bioclimático de la Cd. de Guadalajara
Clasificación climática	61 municipios del Edo. Jalisco (templado)	46 municipios del Edo. (sub-húmedo)	18 municipios del Edo. Jalisco (seco)	Análisis bioclimático de la Cd. de Guadalajara
Variaciones mensuales y estacionales	49% del Edo. Jalisco	37% del Edo. Jalisco	14% del Edo. Jalisco	Análisis bioclimático de la Cd. de Guadalajara

Tabla 1. Requerimientos de diseño ambiental. Elaboración propia (2024).

La importancia de la recolección de los datos climáticos para su diagnóstico o evaluación bioclimática debe centrarse en la búsqueda de estrategias tecnológicas para el confort térmico de las edificaciones en temporadas templadas y calurosas. Esto se resume en dos reglas básicas en el diseño arquitectónico con criterios de eficiencia energética y desarrollo saludable:

1. La captación o ganancia de calor para efectos de

confort en periodos templados; en el cual las estrategias tecnológicas se centran en guardar el calor en el interior a través de materiales aislantes.

2. En temporadas calurosas, lograr el confort térmico de las edificaciones con la mínima demanda energética; protegiendo el envoltorio de las ganancias de calor y manteniendo a través de la ventilación extraer el calor ganado como estrategia de enfriamiento.



Figura 1. Lectura termográfica la fachada Norte del edificio.

La radiación solar es un factor determinante en el diseño y orientación de las edificaciones bioclimáticas por lo que conocer la trayectoria solar (movimiento aparente del sol) es fundamental dentro de los

datos del clima; ya que este como fuente principal de energía, depende considerablemente el clima y los cambios térmicos en el ambiente.



Figura 2. Lectura termográfica la fachada Sur del edificio.

Esto se puede comprobar con la inspección de las fachadas de edificios, es eminentemente cualitativa que detecta circunstancias que pueden ser consideradas como anormales y que una vez analizada y comparada con los datos existentes y las características particulares de cada una de las diferentes fachadas, lo que permite generar la información que resulte en detectar anomalías en las condiciones de aislamiento de la fachada.

El consumo eléctrico por concepto de la climatización depende en gran medida de las ganancias térmicas existentes, y el nivel del aislamiento. Una edificación con aislamiento ineficiente requerirá mucha una mayor cantidad de energía para mantener la temperatura interior dentro de los rangos de confort bioclimático, lo cual se traduce en un costo energético y económico elevado.

El software utilizado FLIR BuildIR (Teledyne, 2019), analiza las termografías de las fachadas y permite medir los problemas relacionados con la edificación tales como la infiltración de aire, defectos en el aislamiento de los muros y los problemas relacionados con la humedad. Asimismo, permite cuantificar y calcular los costos de las pérdidas de energía.

Análisis bioclimático: ZMG. Tanto el conocimiento del clima como su clasificación representan información básica para lograr la eficiencia energética de la edificación. En el caso de México, en cuestión geográfica es considerado un país extenso y con una gran variedad de climas, sin embargo oficialmente se tienen en consideración tres regiones climáticas; templada, árida, trópico seco y trópico húmedo, los cuales se clasifican en distintas sub-regiones climáticas (IAM, 2017).

Temporada seca y templada

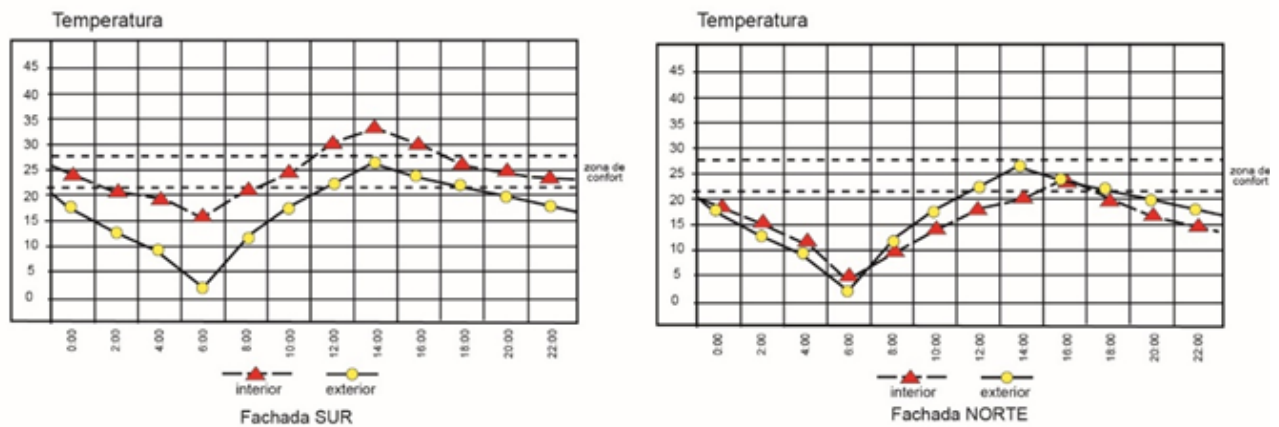


Tabla 2. Diferencial de temperaturas en las fachadas.
Elaboración propia (2024).

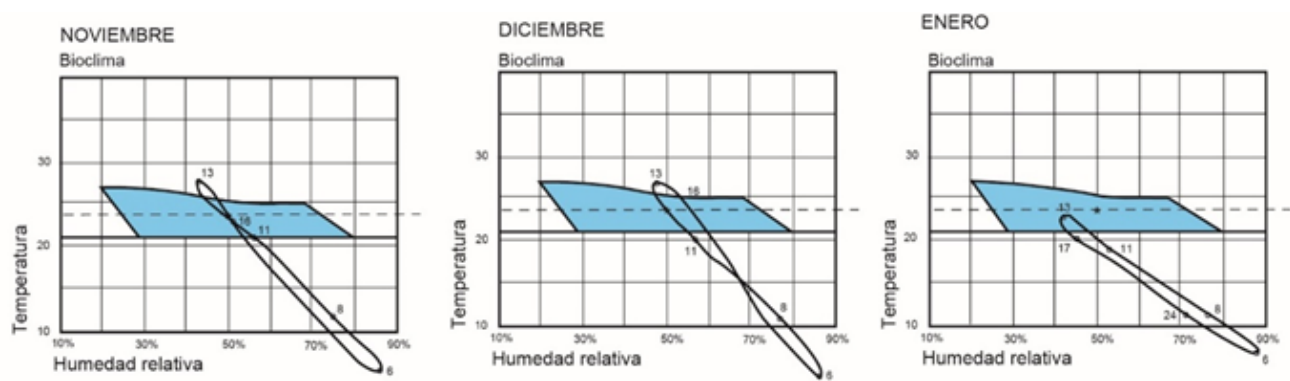


Tabla 3. Comportamiento bioclimático.
Elaboración propia (2024).

En el caso de la Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), con base a las tablas de isotermas e isohigras se muestran dichas variaciones; primeramente las condiciones al amanecer que se compone de la mínima temperatura y la máxima humedad relativa. Y por el contrario, la máxima de temperatura y la mínima de humedad relativa son las condiciones del medio día solar.

Los datos climáticos recabados del AMG dejan claro los cambios climáticos que se han sufrido globalmente y son reflejados localmente en las tablas, ya que se muestra que la temperatura más alta se presenta el mes de Mayo a las 13:00 hrs siendo que en el que las temperaturas altas oscilaron entre 37°C a 33°.

La situación bioclimática en el AMG, a partir del análisis los datos climáticos, muestran que las temperaturas han aumentado gradualmente. Lo anterior está indicado en la tabla de requerimientos de climatización según los meses y las horas del día permite percatarse de la situación bioclimática para el desarrollo adecuado de los espacios interiores, lo cual permite utilizar los resultados por temporadas para definir las estrategias de diseño en la aplicación arquitectónica y cumplir con las condiciones de confort al interior de las aulas.

Las estrategias tecnológicas implementadas en el caso de la radiación incidente se sintetizan en la acción de propiciar la incidencia solar hacia los espacios interiores y en la necesidad de inducir ganancia solar directa o indirecta, utilizando la capacidad térmica de los materiales empleados para lograr un retraso térmico adecuado. (Olgyay, 2006).

En el caso de la búsqueda de enfriamiento natural como requerimiento principal, es necesario impedir la ganancia térmica excesiva al interior de los espacios arquitectónicos mediante el uso de dispositivos de control, así como propiciar la ventilación que ayude a desalojar el calor acumulado por concepto de su conducción por medio de los materiales utilizados.

No obstante, la humidificación representa un factor asimismo determinante debido a que se refiere a las aportaciones de humedad al aire que se induce al interior del espacio, lo cual puede favorecer en el enfriamiento de los espacios y una forma simple de lograr un confort térmico adecuado.

Como propuesta en la búsqueda de estrategias tecnológicas sustentables en las edificaciones, la mejor orientación es de menor ganancia térmica interior, sin considerar otros factores como los materiales empleados o las protecciones solares. Se deben de considerar el mayor número de vistas hacia el norte y el sur (con sus respectivas protecciones solares) con lo cual se establece el eje térmico.

Al igual, para determinar el eje eólico se requiere considerar los vientos dominantes, si éstos provienen del sureste y suroeste; entonces es factible combinar la dirección de éstos con la determinación del eje térmico. Debido a que la mejor orientación térmica es Norte-Sur, para el clima referido en el presente estudio, al recibir los vientos dominantes del SE y SO es lo más adecuado, ya que se introducir al interior del edificio en un ángulo cercado a los 45°, rango de inclinación con el mayor rendimiento interior de los flujos de aire.

Las variaciones en las estrategias en el diseño bioclimático de las edificaciones para uso educacional, varían desde las dimensiones de las aulas, su disposición, ubicación, dimensión de los vanos y los elementos que los conforman. A su vez estos son complementados con vanos aislantes, las cuales permiten la iluminación natural pero contienen la radiación solar.

Es necesario considerar que los muros, las cubiertas, y los cimientos, dependen en su mayoría de las condiciones naturales del lugar, los materiales aislantes, así como de su diseño, puesto que tanto su ubicación, su dimensión como su forma pueden lograr determinar la correcta ventilación, iluminación, humedad y temperatura de toda la edificación. La restricción de la ocupación de las instalaciones universitarias debido a la pandemia ha regresado a la discusión tomar acciones y regulaciones necesarias que promuevan y se ejecuten obras arquitectónicas saludables.

En el tema de las estrategias bioclimáticas el factor tiempo es relevante, debido a que las normas

de edificación como es el caso de la NOM-020-ENER-2011 (SENER, 2011). que se enfoca en el comportamiento bioclimático de los espacios habitables. Como complemento a esta norma, se encuentra la NOM-018-ENER-2011, la cual promueve un diseño eficiente de la envolvente, que utilice materiales aislantes térmicos, ya sea en muros, techos o vidrios de bajo coeficiente de sombreado.

Respecto a la edificación sustentable la NOM-020-ENER, aplicado a otras edificaciones, es de suma importancia puesto que se centra en criterios tecnológicos para la regulación térmica de las edificaciones; esta Norma Oficial Mexicana intenta establecer los parámetros de la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento (GIZ, 2013).

Debido a lo anterior, se muestran a continuación los análisis solares y bioclimáticos de las fachadas NORTE y SUR, así como las propuestas de protección solar sobre las ventanas, con el objetivo de evitar la incidencia solar en el interior.

Orientación NORTE. En la latitud 20° N, existe incidencia solar en las fachadas Norte en los meses más calurosos de año. Al necesitar protección solar mínima, esta orientación es adecuada para espacios de uso laboral y de servicio. Es recomendable proteger mínimamente con aleros o pérgolas, además es necesaria una protección complementaria con quebrasoles hacia el OESTE.

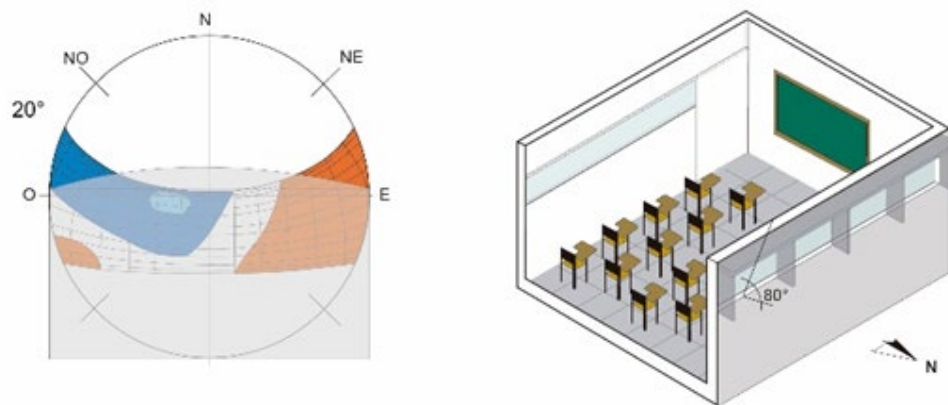


Figura 3. Orientación Norte.

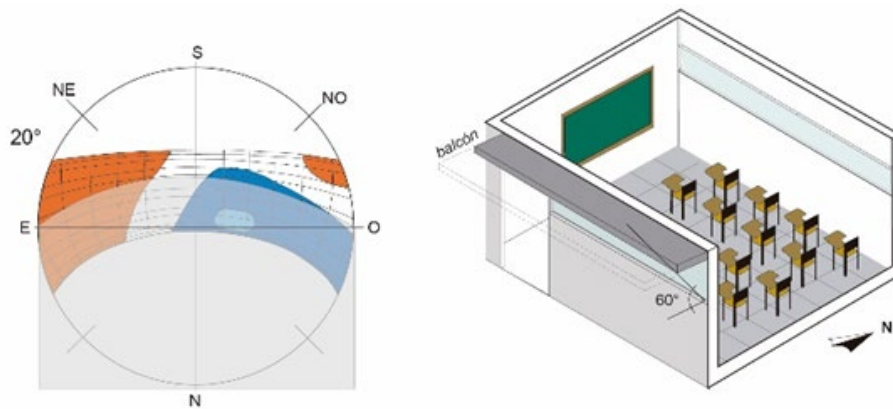


Figura 4. Orientación Sur.

Orientación SUR. Esta orientación es una de las que presenta mejores posibilidades para adecuar espacios de uso habitacional.

Un alero o protección similar con 60° se requiere para propiciar el soleamiento en la temporada templada y evitarlo en la temporada calurosa.

Calidad Ambiental Interior (aire)

Para para contener la propagación de las infecciones, se debe tomar en cuenta que estas disminuirán en la temporada climática tiende a ser más calurosa y los niveles de humedad en los espacios interiores alcancen un nivel medio 40 a 60 por ciento de humedad relativa (HR). La propuesta en este sentido sería elevar artificialmente los niveles de HR, los cual reduciría sustancialmente las posibilidades de propagación de los virus nocivos. Los análisis bioclimáticos establecen que el rango de confort ambiental de HR interior entre el 40 y el 50, lo cual está en relación directa a la idoneidad para un desarrollo adecuado en el ámbito sanitario.

Dicho estudio se basa en la Guía de la Universidad de Harvard (<https://schools.forhealth.org>, en español en bit.ly/guiaventilacion (Harvard, 2021), la cual analiza las estrategias, así como las posibles soluciones y proporciona las herramientas para establecer las condiciones de ventilación más adecuadas para cada caso. Es aplicable a diferentes tipologías de espacios interiores como oficinas, salas de juntas, cubículos de estudio, etc.

Determinación de la ventilación natural en aulas. Estos métodos tienen como finalidad determinar cuantitativamente la ventilación natural de un aula y poder comparar con las recomendaciones de ventilación establecidos: valor objetivo de la renovación de aire se puede denominar por sus siglas en inglés ACH, Air Changes per Hour.

Se ACH se analiza bajo los dos métodos que propone Harvard y ambos se basan en medidas de dióxido de carbono (CO₂) y en este caso en el interior de las aulas, la cual se utiliza como una medida indirecta de la tasa ventilación natural. Si es medido en el exterior, las concentraciones de CO₂ son de aproximadamente 400 ppm (partes por millón).

Por ejemplo, si un aula obtiene 1 ACH representa que en una hora ingresa en esa aula un volumen de aire exterior igual al volumen del aula, esto resulta que aproximadamente el 60% del aire interior ha sido renovado. La ventilación natural que se requiere para disminuir el riesgo de infección depende del volu-

men del aula, el número de ocupantes, la tarea ocupacional realizada y el riesgo que esto pueda lograr. El método de la Universidad de Harvard recomienda 5-6 renovaciones de aire por hora para aulas de 100 m², con 25 estudiantes y establece esta clasificación: “La ventilación natural puede medirse con base a los litros de aire requeridos por persona y en segundo término a los que entran del exterior. Un valor adecuado para disminuir el riesgo de infección es 14 litros por persona por segundo. La relación entre ambas medidas:
ACH = litros por persona y segundo * número personas * 3600 segundos/hora * 0.001 m³/litro / volumen sala en m³. Estos valores se pue-

den reconciliar según el riesgo resultante, esto debido a que se considera que el riesgo cero no existe y cuanto mejor sea la ventilación natural, existirá un menor riesgo de contagio de enfermedades respiratorias.” Actualmente se utilizan diversas metodologías para calcular la ventilación natural en un espacio interior basados en datos de CO₂ existentes. En el aire exterior, las concentraciones de CO₂ son de aproximadamente 400 ppm. Y como ya se mencionó anteriormente, en espacios ocupados interiores las concentraciones de CO₂ son elevadas a las exhalaciones producidas por los usuarios de las aulas (Harvard, 2021).

Variable 1	Requerimientos de Renovaciones de aire	Grado de medición			Fuente
Indicador 1.1	Concentración de CO ₂ en ambientes cerrados (elementos que propician la propagación de virus)	>800 ppm	400 ppm	<400 ppm	Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). -OMS.
Indicador 1.2	Renovaciones de aire (elementos que propician la propagación de virus)	>14 l/s por persona	12.5 l/s por persona	<12.5 l/s por persona	Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). - OMS.

Tabla 4. Requerimientos de renovaciones de aire. Elaboración propia (2024).

Ventilación natural. La estrategia de diseño radica en ampliar el número de renovaciones de aire interior con aire exterior sin el uso de sistemas artificiales de climatización mediante la apertura de vanos (ventanas y puertas) para inducir un flujo de aire lo más constante posible. La ventilación cru-

zada es la estrategia más efectiva, la cual se logra mediante la apertura de vanos en lados contrarios del aula, es más efectiva que la apertura en un solo lado y por tanto preferible. Las condiciones climáticas y ambientales exteriores intervienen en la ventilación natural más adecua-

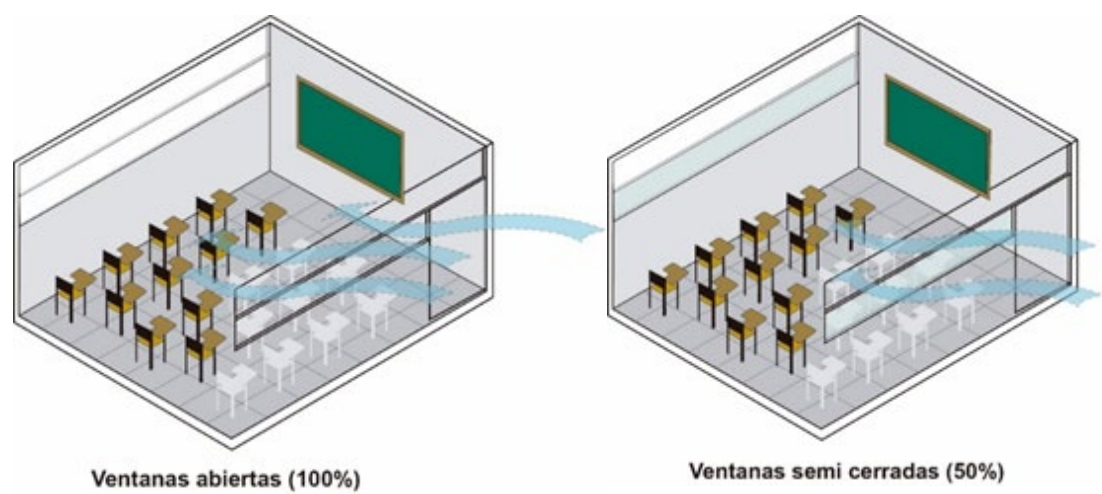
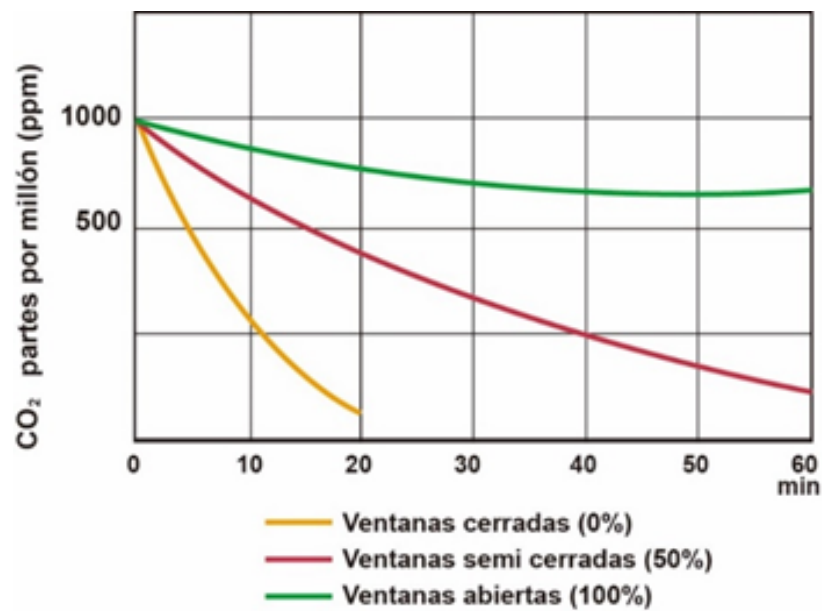


Imagen 6. Área de ventana.
Elaboración propia (2024).

da. Para una misma disposición de ventanas y/o puertas, la ventilación puede variar dependiendo de los obstáculos exteriores; edificios adyacentes, vegetación, cuerpos de agua, etc. Existen estudios donde han realizado pruebas con diferentes configuraciones de vanos; porcentaje

de apertura, tamaño, disposición, geometría, forma y ubicación. La ventilación natural puede ser inducida mediante estrategias de diseño que induzcan un diferencial de presiones atmosféricas a escala. Asimismo, se puede aproximarse a la uti-



Grafica 5. Área de ventanas abiertas (%) desalojo de CO₂. (Adaptado de Harvard, 2021).

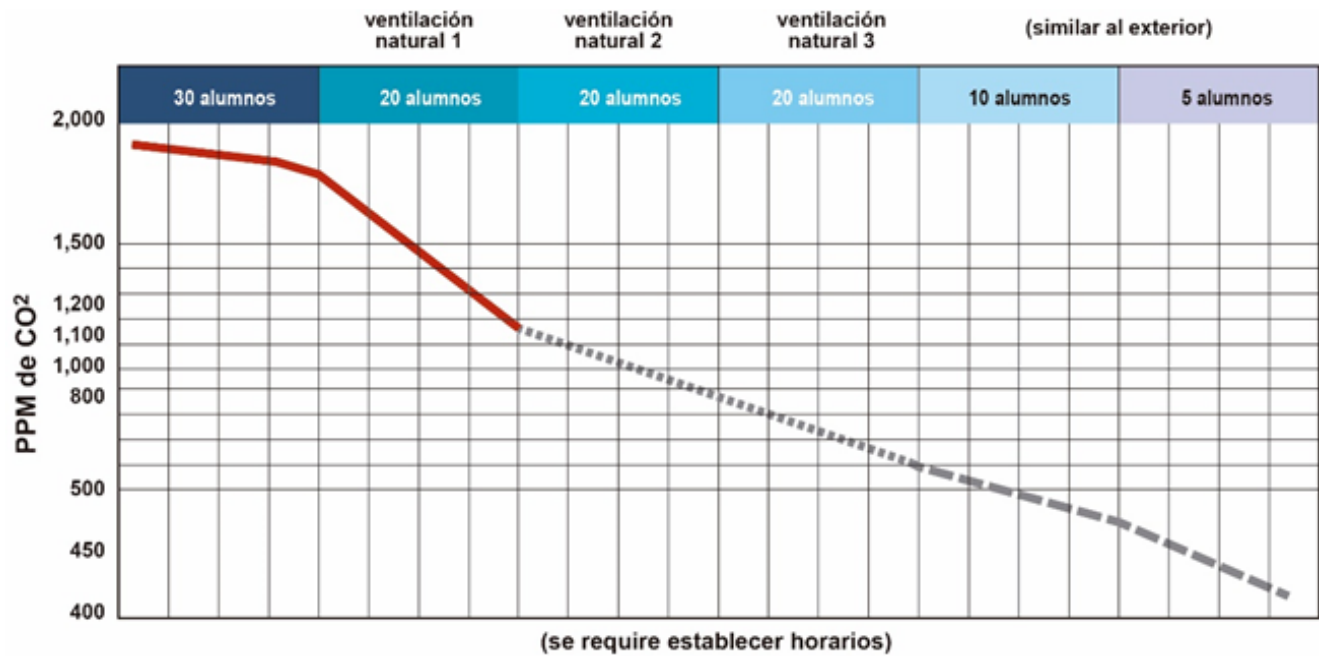


Tabla 6. Concentración de CO₂ en el aula.
(Adaptado de Harvard, 2021).

lización de aparatos de climatización artificial tomando como base ventiladores ubicados junto a una ventana con dirección del flujo hacia el exterior como extracción del aire interior.

Determinación de la ventilación en aulas. Esta tabla

muestra un aula es de 240 m³ donde hay 10 estudiantes y 1 docente. Con esta capacidad de estudiantes, serían recomendables más de 5 renovaciones por hora. También se indican las concentraciones de CO₂ en el interior en estado constante que corres-

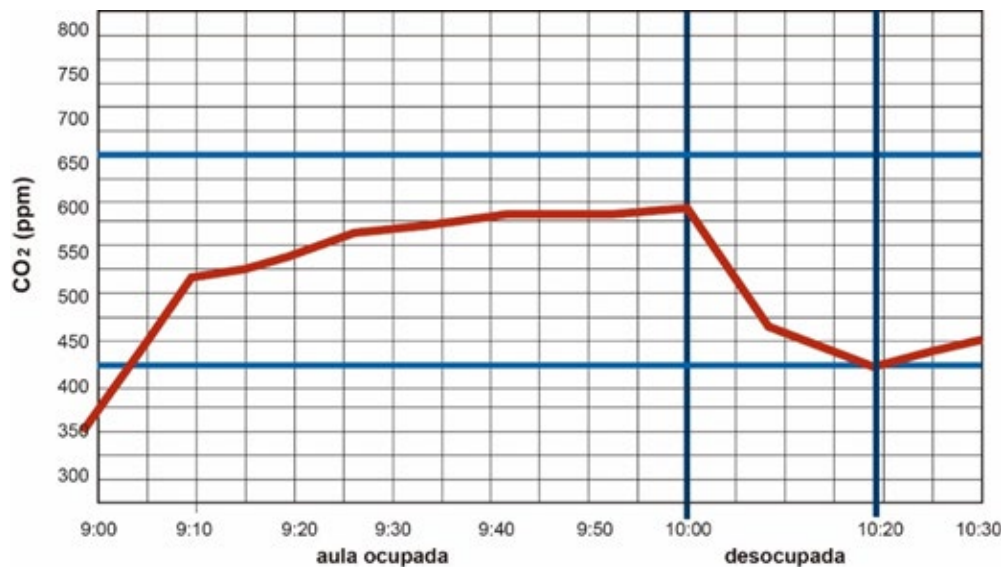


Tabla 7. Diferencial de concentración de CO₂

ponden a 5, 10 y 18 renovaciones por hora siendo este último nivel el equivalente para estas circunstancias con 14 litros por persona cada segundo.

Diferencial de concentración de CO2 en un aula con ventilación natural inducida por sistemas pasivos de diferencial de presiones atmosféricas. El CO2 incrementa con el paso de tiempo en ausencia de ventilación. En 60 minutos alcanza niveles de 600 ppm, el aumento se controla con la apertura de ventanas y

puertas. Asimismo, se consigue reducir la concentración con apertura de las mismas de manera simultánea y con ventilación cruzada.

La estabilización de la medición muestra que se puede contrastar con los niveles de estado estable, evidenciando que se alcanzan más de 10 renovaciones por hora. Cuando los alumnos desalojan el aula, la concentración de CO2 desciende a niveles más bajos.

Calidad del aire		Uso personal	Requerimientos de L/s por usuario
Optima	Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías		20
Buena	Oficinas, bibliotecas, museos, aulas, hoteles		12.5
Media	Espacios comerciales, cines, teatros, restaurantes, gimnasios, salas de juntas		8
Baja			5

Tabla 8. Ventilación requerida por uso ocupacional. (DEG, 2022).

Discusión

Se considera que es importante replantear el concepto de desarrollo sustentable y enfocarlo al ámbito arquitectónico para así encauzar las acciones por parte de los programas de edificación sustentable.

Asimismo, es necesario reevaluar las características físicas-espaciales de las edificaciones de universitarias con el fin de fortalecer las características sustentables proyectadas dentro de los programas de obras y proyectos para reformular los aspectos sustentables a partir de los principios bioclimáticos implementados en la arquitectura ya que estos son comprueban de que la eficiencia energética es accesible e independiente a los dispositivos tecnológicos del mercado.

A través de la información generada en el presente trabajo se intenta demostrar que para la adecuación de edificaciones existentes y nuevas, logrando mantener espacios contruidos más saludables en el hábitat urbano contemporáneo, se proponen las estrategias factibles de diseño y construcción en la intervención en la edificación, focalizando los procesos constructivos hacia la adecuación de las aulas académicas así como a un proceso de adaptación y renovación de acuerdo a las nuevas exigencias del uso de los espacios saludables, estableciendo directrices para una futura estrategia de edificación sustentable que permita un sistema de modulación al interior de dichos espacios, donde la estructura sea la base de soporte de la edificación dando cabida a necesidades específicas y particulares de los usuarios.

El presente documento propone un marco para reflexión y evalúa la manera de producción a través de procesos constructivos en las áreas metropolitanas para la resiliencia urbana. Dicha propuesta tiene como iniciativa un sistema de mapeo de las secuelas que ocasionaron pasadas pandemias en edificaciones existentes, un método de criterios para calcular

particularidades de construcciones y un objetivo de posibles alternativas en vías de mejorar las condiciones de habitabilidad de las aulas escolares mediante propuestas viables de indicadores funcionales a partir de los cuales se determinará qué tipo de modificación es posible proponer valorando cada proyecto por medio de los mencionados criterios adecuados.

Referencias

Błażejczyk, K., Jendritzky, G., Bröde, P., Fiala, D., Havenith, G., Epstein, Y., Psikuta, A., & Kampmann, B. (2013). An introduction to the Universal thermal climate index (UTCI). *Geographia Polonica*, 86(1), 5–10. <https://doi.org/10.7163/GPol.2013.1> Bröde, P. (2022).

DEG. (2022). *Didascalía Educational Group. Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE)*. Sevilla, España. Obtenido de: <https://didascalía.es/rite-la-ventilacion-natural-edificios/>

GIZ. (2013). *NAMA apoyada para la Vivienda Sustentable en México*. México: CONAVI.

GIZ. (2016). *Alianza Cambio Climático México-Alemania. Proyectos pilotos de la NAMA de Vivienda Nueva*. Obtenido de: http://climate.blue/download/biblioteca_pronama/nama_vivienda_nueva/naa_vivienda_nueva_piloto/NAMA%20VN_GUADALAJARA.pdf

Gómez A., A., & Gómez A., G. (2011). *Habitabilidad, factor equiparable al desempeño ambiental para la sustentabilidad de la vivienda de interés social*. VI Cátedra Nacional de Arquitectura. Carlos Chafón Olmos. Tamaulipas: Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad de Tamaulipas.

Gómez-Azpeitia, G. (2016). *Caracterización climática*, Universidad de Colima.

Grupo Atelier. (2015). *Proyecto Piloto: La NAMA de Vivienda Sustentable Mexicana*. Guadalajara.

Harvard. (2021). *Fundación Schools for Health para la mejora de la salud de niños y jóvenes en el ámbito del colegio*. Obtenido de: <https://schools.forhealth.org, en español en bit.ly/guiaventilacion>.

IAM. (2017). *Instituto de Astronomía y Meteorología. Universidad de Guadalajara*. Obtenido de: http://www.udg.mx/tiempo_de_jalisco/ Última revisión 04 de Junio del 2017.

Olgyay, V. (2006). *Arquitectura y Clima. Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas*. Barcelona: Gustavo Gili.

SENER. (2011). *Secretaría de Energía. Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones. Envoltente de edificios para uso habitacional*. México.

Teledyne. (2019). *Thermal Cameras Reveal How to Keep Your Home Cool During a Heat Wave*. Obtenido de: <https://www.flir.com/discover/professional-tools/thermal-cameras-reveal-how-to-keep-your-home-cool-during-a-heat-wave/>

Vázquez-Torres, C., Sotelo-Salas, C., Grajeda-Rosado, R. (2023). Percepción térmica en espacios urbanos patrimoniales. Caso de estudio: Guanajuato. *Artificio* 4(4), eD1-eD18.e-ISSN2992-7463Site <https://revistas.uaa.mx/index.php/artificio>

Silvia Arias Orozco ·
David Carlos Ávila Ramírez

Arquitectos por la Universidad de Guadalajara y Doctorado por la Universidad Politécnica de Cataluña. Profesores investigadores del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño. Sistema Nacional de Investigadores nivel I. Autores de 9 libros y varios artículos en revistas. Profesores base en la Maestría “Procesos y expresión gráfica en la proyectación arquitectónica urbana” y del Doctorado “Ciudad, territorio y sustentabilidad” del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT.



Política de acceso abierto

La Revista Artificio proporciona un acceso abierto a su contenido, basado en el principio de que ofrecer un acceso libre a las investigaciones ayuda a incrementar el intercambio global del conocimiento. Artificio no cobra ni cobrará ningún cargo a sus lectores por concepto de suscripción, ni a los autores por enviar, procesar o publicar sus artículos.

Como condición de publicación, los autores acuerdan liberar sus derechos de autor bajo una licencia compartida, específicamente la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a cualquier persona compartir, copiar, transformar y redistribuir el material en cualquier medio o formato bajo los siguientes términos:

- *Dar crédito al autor del texto
- *No hacer uso del material con propósitos comerciales
- *Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- *Adaptar: remezclar, transformar y crear obras derivadas del material
- *Si se remezcla, transforma o crea obras derivadas del material, se deben distribuir las nuevas contribuciones bajo la misma licencia que la original.