



Confort Olfativo

Versión CFT-01-072025 LATAM
Julio 2025



Confort Olfativo

5. Introducción

5.1 Definición del confort olfativo: más allá de la ausencia de olor

El confort olfativo en el diseño arquitectónico representa un enfoque sofisticado y vanguardista que va mucho más allá de la simple eliminación de olores desagradables. Se trata fundamentalmente de una metodología innovadora y holística que integra meticulosamente el sentido del olfato en la esencia misma de la experiencia arquitectónica.

Este compromiso intencional busca crear entornos que no solo sean visualmente atractivos y funcionalmente eficientes, sino también profundamente resonantes a nivel emocional, fomentando así el bienestar humano.

Este concepto avanzado trasciende el enfoque tradicional en elementos visuales y táctiles, conectando activamente a los ocupantes mediante aromas cuidadosamente seleccionados. El objetivo es crear experiencias sensoriales y evocar sentimientos específicos, potenciando así la conexión emocional y psicológica que las personas tienen con su entorno construido.

La práctica arquitectónica contemporánea reconoce cada vez más la profunda importancia del diseño multisensorial, que abarca no solo los elementos visuales, sino también el sonido, el tacto, el olfato y, en ocasiones, incluso el gusto.

Este enfoque integral busca crear espacios que promuevan de forma más eficaz el desarrollo social, cognitivo y emocional, aprovechando las interacciones intermodales y la integración multisensorial. El énfasis en la selección cuidadosa de olores y la creación de experiencias sensoriales olfativas indica que la búsqueda del confort olfativo es un proceso de diseño activo y deliberado, que va más allá de una postura reactiva que simplemente aborda los problemas existentes.



Esta perspectiva proactiva y de valor añadido es fundamental para la visión holística de la Certificación Confort, diferenciándola de enfoques que solo se centran en la ausencia de incomodidad.

5.2 El papel fundamental del olfato en la experiencia humana y el diseño arquitectónico

3

El sentido del olfato, cuya influencia suele subestimarse, desempeña un papel fundamental y omnipresente en la forma en que los seres humanos percibimos e interactuamos con nuestro entorno. Su profunda y singular conexión con la memoria y la emoción implica que las señales olfativas influyen significativamente en nuestras experiencias cotidianas, moldean nuestras decisiones y contribuyen indeleblemente a la identidad distintiva de un espacio.

Históricamente, esta conexión ha sido evidente en diversos contextos arquitectónicos. Por ejemplo, los aromas familiares que emanan de materiales naturales como la madera en edificios residenciales son reconocidos desde hace mucho tiempo por su capacidad para evocar sensaciones de confort y un sentido de identidad. De manera similar, los mercados vibrantes, como el Tsukiji de Tokio, a menudo utilizan señales olfativas fuertes, como el olor penetrante de los mariscos, para definir claramente su función y establecer su autenticidad.

En los espacios religiosos, se emplean deliberadamente aromas rituales, como el incienso, para crear una atmósfera sagrada y cargada de emociones, mejorando la experiencia espiritual de los visitantes.

El poder del diseño olfativo reside en su capacidad para anclar recuerdos y emociones, dejando una huella duradera y a menudo subconsciente en la mente humana. Esto significa que el entorno olfativo no es un mero elemento de fondo, sino un participante activo en la configuración del paisaje psicológico de un espacio.

Cuando un edificio logra establecer una identidad olfativa positiva y distintiva, refuerza su propósito inherente y cultiva un vínculo psicológico más profundo y significativo con sus usuarios.

Esto va más allá de la comodidad pasajera, fomentando un sentido de pertenencia y familiaridad que puede mejorar significativamente la satisfacción y el bienestar general.



Esta mayor interacción con el entorno construido, facilitada por elementos olfativos cuidadosamente considerados, es particularmente relevante para los estándares de certificación que buscan abarcar aspectos integrales de la experiencia humana, incluyendo el confort estético-espacial y mental.

4

5.3 La visión holística de la Certificación Confort para el bienestar olfativo

La Certificación Confort se distingue en el panorama de las normas de construcción por priorizar el bienestar integral, así como la salud física y mental de los usuarios. Este compromiso representa una diferencia significativa con respecto a las certificaciones que se centran principalmente en las especificaciones técnicas o el rendimiento ambiental.

En el ámbito específico del confort olfativo, este compromiso se traduce en una estrategia dual e integral.

El primer aspecto implica el riguroso control y la mitigación de contaminantes nocivos y olores indeseables, garantizando un entorno base seguro y no irritante.

El segundo aspecto, igualmente crucial, explora la integración juiciosa y sensible de aromas beneficiosos, con el objetivo de mejorar activamente la experiencia humana en los espacios construidos.

Esta visión holística garantiza que los espacios certificados bajo los Estándares de Confort no solo sean seguros y saludables, sino también emocionalmente enriquecedores y propicios para una mayor productividad.

Si bien algunas certificaciones destacadas, como WELL, incluyen un estándar de confort olfativo que busca principalmente un ambiente sin olores y prohíbe explícitamente ciertos métodos de aromatización artificial, la Certificación Confort tiene la oportunidad de adoptar un enfoque más amplio.

Este enfoque abarcaría los estrictos requisitos de salud y seguridad para la calidad del aire interior, a la vez que exploraría el potencial de una mejora olfativa positiva. Esto podría implicar el aprovechamiento de elementos biofílicos naturales y sutiles o una aromacología cuidadosamente seleccionada y controlada en contextos específicos.



Esta estrategia matizada, que equilibra la eliminación de los estímulos olfativos negativos con la integración responsable de los positivos, representa una propuesta de valor única para la Certificación Confort, posicionándola como líder en el confort holístico de edificios, que aborda tanto las dimensiones fisiológicas como psicológicas de la experiencia humana.

5

5.4 La ciencia del olfato humano y su profunda conexión con el bienestar

5.4.1 Anatomía y fisiología del sistema olfativo humano

La olfacción, comúnmente llamada sentido del olfato, es un proceso quimiosensorial notablemente complejo que permite a los humanos percibir olores gaseosos. Esta compleja función biológica comienza en la cavidad nasal, donde se encuentran por primera vez las moléculas de olor transportadas por el aire.

El proceso implica una sofisticada coordinación entre el nervio olfatorio (par craneal), diversas estructuras neuroanatómicas dentro de las fosas nasales, neurotransmisores específicos y regiones especializadas de la corteza cerebral. Una comprensión detallada de esta vía fisiológica es indispensable para apreciar las formas profundas en que los entornos construidos pueden influir en nuestro sentido del olfato y, en consecuencia, en nuestro bienestar general.

Las moléculas odorantes llegan a la mucosa olfatoria, una región especializada en el techo de la cavidad nasal, cerca de la lámina cribiforme, a través de dos vías principales.

La primera es la vía ortonasal, donde las moléculas odorantes se inhalan directamente a través del vestíbulo nasal hacia la cavidad nasal mediante el flujo de aire.

La segunda es la vía retronasal, que implica el transporte de moléculas odorantes a la cavidad nasal de forma retrógrada desde la cavidad oral y la orofaringe, especialmente durante la comida.

Una vez dentro de los conductos nasales, estas moléculas olorosas primero encuentran y



se disuelven en una fina capa de moco que recubre la mucosa olfativa. Esta capa de moco es crucial, ya que contiene receptores ubicados en los cilios primarios de las neuronas sensoriales olfativas (ORN). Las glándulas de Bowman adyacentes secretan un líquido seroso, rico en glicoproteína, que ayuda a calentar, humedecer y atrapar el aire, facilitando así la disolución de las partículas gaseosas olorosas para que puedan unirse a los receptores.

Cada neurona sensorial olfativa está altamente especializada y expresa solo un único tipo de receptor de proteína en sus extensiones dendríticas. Sin embargo, una sola molécula de olor puede unirse a muchas proteínas receptoras diferentes, creando un código combinatorio complejo que el cerebro interpreta como un olor específico. El principio conocido como la regla "una neurona, un receptor", combinado con una orientación axonal precisa, permite la notable capacidad de discriminación de olores.

Los componentes axónicos de las neuronas sensoriales olfativas individuales luego convergen para formar haces neurovasculares, que se proyectan a través de la placa cribiforme perforada. Estos haces colectivos de axones constituyen los nervios olfativos. Estos nervios luego hacen sinapsis con las dendritas de las células mitrales y en penacho dentro de estructuras esféricas llamadas glomérulos, que se encuentran en la superficie del bulbo olfatorio (OB).

Cada glomérulo es una estructura crítica para la transducción de la olfacción, recibiendo axones convergentes exclusivamente de neuronas olfativas que expresan los mismos receptores proteicos específicos. Se estima que los humanos poseen una cantidad sustancial de estas unidades de procesamiento, con aproximadamente 1100 a 1200 glomérulos dentro de cada bulbo olfatorio.

Tras este procesamiento inicial, las células mitrales de segundo orden se proyectan a través de los tractos olfatorios a diversas áreas específicas del cerebro responsables del procesamiento, la modulación y la interpretación de alto nivel de la información olfativa. Estas áreas incluyen la corteza piriforme, el tubérculo olfatorio, la amígdala y la corteza entorrinal.

Más allá de la recepción pasiva de olores, el olfato está íntimamente ligado a la olfacción y no se limita a las propiedades de sorción del odorante. La forma en que se olfatea un



odorante puede ajustarse según el contexto en el que se presenta, lo que indica un proceso activo y sintético de muestreo de olores.

La susceptibilidad anatómica del nervio olfativo al entorno externo, así como los intrincados procesos celulares involucrados en la olfacción, subrayan la naturaleza delicada de este sistema sensorial.

Esta vulnerabilidad inherente implica que incluso cambios ambientales aparentemente sutiles o una exposición leve a contaminantes atmosféricos pueden tener un impacto desproporcionado y perjudicial en la función olfativa. Por ejemplo, la exposición a contaminantes atmosféricos se ha relacionado directamente con el deterioro olfativo, probablemente debido al contacto directo del nervio olfativo con el entorno.

Dichos contaminantes pueden causar daño directo, alterar la morfología tisular o inducir inflamación local y respuestas de estrés celular en el aparato olfativo.

Se ha descubierto, por ejemplo, que las partículas finas (PM2.5) entran en el epitelio olfativo, son transportadas al bulbo olfatorio e incluso llegan a la corteza olfatoria y a otras regiones del cerebro, depositándose en cada lugar y causando daños. Esto pone de relieve la necesidad crítica de contar con medidas sólidas de calidad del aire interior para proteger este sentido vital, ya que preservar la integridad olfativa es un componente directo de la salud general de los ocupantes.

5.4.2 Vías neurobiológicas: el vínculo íntimo entre el olfato, la emoción y la memoria (Explorando el fenómeno Proust)

El sistema olfativo humano ocupa una posición verdaderamente única y privilegiada entre los cinco sentidos debido a sus conexiones anatómicas directas y rápidas con el sistema límbico del cerebro, la compleja red de estructuras fundamentalmente responsable del procesamiento de las emociones y la memoria.

Esta singular disposición neurobiológica proporciona una explicación profunda de por qué los olores poseen una capacidad incomparable para desencadenar respuestas emocionales potentes, involuntarias y extraordinariamente vívidas, así como recuerdos autobiográficos.



Este fenómeno ha sido bautizado como el «fenómeno Proust», en referencia a la anécdota literaria de Marcel Proust en la que el aroma y el sabor de una magdalena mojada en té desencadenaron un aluvión de recuerdos de infancia largamente olvidados y emociones alegres.

A diferencia de otros sistemas sensoriales, como la visión o la audición, la información olfativa no pasa por un relevo preliminar a través del tálamo antes de llegar a la corteza cerebral. En cambio, la información sobre los olores se transmite directamente desde el bulbo olfatorio a los componentes clave del sistema límbico, especialmente la amígdala y el hipocampo.

Esta vía directa otorga al olfato un poder excepcional y potente para influir inmediatamente en el estado de ánimo, facilitar la adquisición de nueva información e incidir en el uso de la información en una multitud de contextos, incluidas las interacciones sociales complejas.

La conexión íntima entre los olores y la experiencia de las emociones y los recuerdos es, por tanto, una consecuencia directa de esta disposición neuroanatómica única. Las conexiones sinápticas directas entre el bulbo olfatorio y los núcleos de la amígdala se consideran centrales para los vínculos íntimos observados entre el olfato y las emociones.

El bulbo olfatorio, el centro de procesamiento inicial del olfato, envía información olfativa directamente para ser procesada posteriormente en la amígdala, la corteza orbitofrontal (COF) y el hipocampo, todos ellos con funciones cruciales en la emoción, la memoria y el aprendizaje.

La naturaleza convincente de los recuerdos vinculados a los olores se ve subrayada aún más por las investigaciones que indican que los recuerdos autobiográficos desencadenados por señales olfativas a menudo se sienten más emocionales y se recuerdan con mayor claridad en comparación con aquellos evocados por señales visuales o verbales.

Además, los estudios han demostrado que los recuerdos relacionados con olores tienden a ser más antiguos y con frecuencia se originan en la primera década de vida, mientras que los recuerdos asociados con señales verbales y visuales suelen alcanzar su punto



máximo en la edad adulta temprana.

Esto sugiere que el olfato humano es especialmente hábil para captar las dimensiones emocionales de la memoria autobiográfica, particularmente aquellas formadas temprano en la vida, que son fundamentales para la supervivencia y los comportamientos sociales entre las especies.

El núcleo del tracto olfatorio lateral (NLOT), una vía menos estudiada, se ubica en el extremo caudal del tracto olfatorio lateral y recibe entradas olfativas y amigdalares convergentes. Se ha planteado la hipótesis de que el NLOT desempeña un papel en la asignación de valor emocional a los olores, lo que refuerza aún más la relación directa entre el olfato y el procesamiento emocional.

La transmisión directa, no talámica, de la información olfativa al sistema límbico constituye la base neurobiológica fundamental que explica el profundo e inmediato impacto del olfato en los estados psicológicos humanos. Esta singularidad anatómica implica que las entradas olfativas en un entorno construido no son meros detalles sensoriales incidentales, sino que actúan como moduladores directos del estado emocional, los niveles de estrés y la actividad cognitiva del ocupante. Para los certificadores, esta comprensión eleva la gestión del entorno olfativo de una mera consideración de comodidad a una intervención directa y eficaz en el bienestar emocional y mental del ocupante.

Tabla 4.1: Regiones cerebrales clave involucradas en el olfato, la emoción y la memoria

Región del cerebro	Función primaria en la olfacción, la emoción y la memoria	Conexiones/Notas relevantes
Bulbo olfatorio (OB)	Primer centro de procesamiento de información olfativa; recibe información directa de las neuronas sensoriales olfativas.	Envía salida directamente a la corteza olfativa primaria y a las estructuras del sistema límbico, sin pasar por el tálamo.



Corteza piriforme (corteza olfatoria primaria)	Participa en la percepción y discriminación de olores.	Proyectos a la amígdala y al hipocampo.
Amígdala	Crucial para procesar las emociones (especialmente el miedo), la memoria emocional y asignar valor emocional a los estímulos.	Recibe información directa del obstetra, quien le explica el fuerte vínculo que existe entre el olfato y la emoción. ⁶
Hipocampo	Crítico para la formación de nuevas memorias, particularmente memorias autobiográficas y espaciales.	Recibe información directa lo que contribuye a la viveza de los recuerdos provocados por los olores.
Corteza entorinal	Parte del sistema límbico, que sirve como puerta de entrada al hipocampo.	Participa en la formación de la memoria y la navegación espacial.
Corteza orbitofrontal (corteza olfatoria secundaria)	Integra estímulos olfativos, gustativos y visuales para formar la percepción del sabor.	Participa en el procesamiento de recompensas y la toma de decisiones relacionadas con las experiencias sensoriales.
Núcleo del tracto olfatorio lateral (NLOT)	Integra entradas olfativas y amigdalares convergentes.	Se ha planteado la hipótesis de que desempeña un papel en la asignación de valor emocional a los olores.

5.4.4 Variaciones genéticas e individuales en la percepción de olores: implicaciones para la comodidad universal

Si bien las vías neurobiológicas fundamentales del olfato son prácticamente constantes entre individuos, la experiencia subjetiva del olfato exhibe una variabilidad notable. Esta variación significativa en la percepción de los aromas, su intensidad y si resultan agradables o desagradables se debe en gran medida a diferencias genéticas. Esta



diversidad biológica inherente presenta un desafío notable para lograr un estándar verdaderamente universal de confort olfativo en el diseño arquitectónico.

Las variaciones del código genético, particularmente en los genes receptores olfativos, pueden alterar dramáticamente cómo se registra e interpreta un olor específico en el cerebro. Por ejemplo, un solo cambio en el gen OR11H7P influye en la sensibilidad de una persona al ácido isovalérico, un compuesto asociado con el olor a queso en los pies. Quienes poseen una versión funcional de este gen pueden detectar el olor en concentraciones extremadamente bajas, mientras que otros apenas lo perciben.

De igual manera, se ha demostrado que diferentes variantes del gen del receptor olfativo OR10G4 alteran la respuesta de las personas al guayacol, un compuesto con un aroma a humo similar al de una fogata. Algunas personas lo describen como acogedor y nostálgico, mientras que otras lo perciben como goma o plástico quemado, mostrando valores hedónicos muy diferentes para la misma molécula, todos atribuibles al ADN.

Esta investigación indica que la percepción del olfato no es meramente una peculiaridad aprendida, sino que está incorporada en la biología de cada individuo y que más del 12 % de la variación en la percepción del olfato entre individuos se explica por diferencias en apenas un puñado de genes.

Además, la intensidad de un olor y su agrado son rasgos genéticamente independientes. Esto significa que una persona puede percibir un aroma sutil y, sin embargo, encontrarlo completamente repugnante, o, por el contrario, encontrarlo muy intenso y, aun así, agradable.

Más allá de las predisposiciones genéticas, la eficacia de olores específicos, como aquellos con efectos ansiolíticos, puede variar sustancialmente no sólo entre individuos sino también dentro del mismo individuo a lo largo del tiempo o en diferentes contextos. El sistema olfativo humano también demuestra una fuerte capacidad de habituación a los olores de fondo, lo que significa que la exposición continua puede reducir la intensidad percibida y la eficacia de un aroma con el tiempo. Esta adaptación presenta un desafío para las aplicaciones terapéuticas a largo plazo de los olores, ya que se esperaría que la adaptación del receptor y la habituación central redujeran su efectividad. Las presiones evolutivas también han contribuido a esta diversidad, al crear diferentes preferencias



olfativas en las poblaciones humanas en función de las demandas ambientales y las señales de advertencia, y se han observado variaciones étnicas y geográficas en los genes olfativos.

La significativa variabilidad individual en la percepción de olores, derivada de diferencias genéticas y factores contextuales, tiene profundas implicaciones para el diseño arquitectónico y la certificación. Esto sugiere firmemente que un enfoque universal para la aromatización intencional es inherentemente problemático para una certificación que busca el confort universal.

Esta realidad biológica refuerza el principio de que el objetivo principal del confort olfativo en entornos construidos debe ser la eliminación rigurosa de olores nocivos y generalmente desagradables. Este paso fundamental mejora la salud universalmente y reduce el malestar de todos los ocupantes, independientemente de su predisposición genética.

La aromatización positiva, si bien potencialmente potente, debe considerarse una capa secundaria, cuidadosamente gestionada y potencialmente personalizable, o idealmente, basarse en aromas naturales, sutiles y generalmente bien tolerados, como los derivados de elementos de diseño biofílicos. Este enfoque reconoce la complejidad del olfato humano y prioriza la seguridad y la amplia aceptación.

5.5 Impacto de los entornos olfativos en el bienestar, la productividad y la salud humana

5.5.1 Bienestar psicológico y emocional: modulación del estado de ánimo, el estrés y los estados mentales

El entorno olfativo ejerce una influencia profunda, y a menudo subconsciente, en el bienestar psicológico y emocional humano. Las vías neurobiológicas únicas que conectan el sentido del olfato directamente con los centros emocionales del cerebro permiten que los olores puedan modular directamente el estado de ánimo, aliviar o inducir la ansiedad e



incluso mostrar complejas relaciones recíprocas con trastornos de salud mental como la depresión.

Se ha demostrado que la exposición a olores específicos altera rápidamente los estados emocionales. Por ejemplo, se ha informado que tan solo cinco minutos de exposición a un olor desagradable, como la piridina, induce un estado de ánimo negativo y ansiedad leve. Por el contrario, una exposición de duración similar a un olor agradable, como un perfume comercial, puede inducir un estado de ánimo positivo y una sensación de calma. Este efecto no se limita a entornos de laboratorio; observaciones reales confirman estos impactos.

Se ha demostrado que el uso de colonias como parte de la rutina diaria mejora el estado de ánimo de los participantes, mientras que quienes viven cerca de explotaciones porcinas intensivas informaron de reducciones en su estado de ánimo debido a la emanación de olores desagradables.

Ciertas fragancias, como la vainilla o la lavanda, se asocian ampliamente con sentimientos de calma, relajación y tranquilidad, mientras que los olores fuertes, como los de la basura o la comida podrida, evocan instintivamente sentimientos aversivos e incómodos. Esta modulación de la emoción y del estado de ánimo por los olores puede ocurrir incluso sin conciencia, lo que pone de relieve la influencia directa y a menudo subliminal del entorno olfativo.

Además del estado de ánimo general, ciertos olores poseen propiedades ansiolíticas (que reducen la ansiedad). Estudios han demostrado que la exposición a aromas como la naranja y la lavanda puede reducir significativamente la ansiedad en una habitación.

Se ha demostrado que la aromaterapia olfativa, que implica la inhalación de fragancias específicas, reduce notablemente los niveles de ansiedad y dolor, particularmente en situaciones de estrés agudo como los procedimientos dentales. En tales contextos, se ha observado que la aromaterapia reduce los niveles de ansiedad entre tres y cuatro veces y la percepción del dolor el doble, en comparación con los grupos de control, notándose el mayor impacto durante los períodos de espera. Este impacto directo en los estados emocionales se atribuye a la estrecha conexión entre el bulbo olfatorio y la amígdala, una región cerebral clave que controla los cambios emocionales.



Cuando los olores desagradables se perciben como ansiedad, la amígdala puede estimular el hipotálamo, lo que provoca la secreción de hormonas del estrés como la adrenalina y los corticosteroides.

Existe una estrecha relación recíproca entre la alteración del olfato y la depresión. Las personas diagnosticadas con depresión suelen presentar una disminución de sus capacidades olfativas, y, a la inversa, los pacientes con deterioro del olfato suelen mostrar una correlación positiva entre la gravedad de su pérdida del olfato y la presencia de síntomas depresivos.

Se ha demostrado que el estrés leve, crónico e impredecible, un modelo para la depresión, altera selectivamente la hedónica de los olores, disminuyendo específicamente la atracción de un individuo hacia los olores agradables. Además, el estrés y las emociones asociadas, como el miedo, pueden alterar profundamente la percepción de los olores, desde el nivel sensorial periférico hasta la interpretación que hace el cerebro de la información sensorial. El propio bulbo olfatorio expresa receptores para las hormonas del estrés, como la adrenalina, la hormona liberadora de corticotropina (CRH) y los glucocorticoides, lo que indica su respuesta directa al estrés fisiológico. En estudios con animales, los olores involucrados en la comunicación química, como los de los depredadores o los de congéneres estresados, pueden señalar peligro e inducir estrés en los animales receptores, lo que facilita un proceso conocido como contagio emocional.

Los efectos ansiolíticos y anímicos documentados de olores específicos sugieren un potencial terapéutico directo para el diseño olfativo intencional en ciertas tipologías arquitectónicas. Por ejemplo, en centros sanitarios, entornos educativos o espacios residenciales, una aromatización cuidadosamente seleccionada y controlada podría ser una característica de diseño con beneficios terapéuticos mensurables. Esto lleva el concepto de confort olfativo más allá de la simple prevención de impactos negativos, a un apoyo activo al bienestar psicológico, contribuyendo directamente al estándar de "Confort Mental" de la Certificación de Confort.

5.5.2 Función cognitiva y productividad: mejora de la atención, la memoria y el rendimiento

El entorno olfativo ejerce una influencia perceptible en la función cognitiva humana y la



productividad general. Un estado olfativo positivo puede mejorar significativamente la concentración, estimular la creatividad y mejorar la capacidad de resolución de problemas. Por el contrario, la presencia de olores desagradables o distractores puede tener el efecto contrario, perjudicando la atención y provocando una reducción del rendimiento general.

15

El vínculo entre el estado emocional y el rendimiento cognitivo está bien establecido. Cuando un aroma agradable desencadena un estado emocional positivo, las personas tienden a sentirse más tranquilas y concentradas. Esta mejora mental potencia directamente la capacidad de concentración y aumenta la productividad. Por el contrario, la exposición a malos olores puede reducir el estado de ánimo, colocando a las personas en un estado menos receptivo a nuevas ideas y prácticas laborales eficientes.

Las investigaciones indican que los olores influyen ampliamente en una variedad de variables humanas, incluidos los estados afectivos (emociones, estado de ánimo, ansiedad), las respuestas fisiológicas/biológicas (actividad cerebral, cambios químicos, niveles de excitación), las funciones cognitivas (memoria, velocidad de procesamiento, percepción del dolor) y los resultados conductuales (velocidad, precisión y duración de las tareas).

Si bien algunos estudios han mostrado efectos directos no significativos sobre medidas cognitivas como el consumo de oxígeno o el esfuerzo percibido durante tareas físicas, se ha observado una tendencia que sugiere que los olores pueden afectar los procesos cognitivos y el rendimiento. Por ejemplo, se ha observado que el olor a menta mejora el rendimiento general al ayudar a los participantes a centrar su atención en la tarea en cuestión. Por el contrario, los olores relajantes como la lavanda se han asociado con disminuciones en la memoria y la atención, lo que sugiere que el tipo de aroma es significativamente importante para tareas cognitivas específicas.

Más allá de la influencia directa de olores específicos, la calidad del aire interior (CAI) en general, que abarca los factores olfativos, tiene un impacto sustancial en el rendimiento cognitivo. Los altos niveles de contaminación atmosférica se han relacionado directamente con el deterioro cognitivo en niños, un mayor riesgo de deterioro cognitivo en adultos y una menor productividad laboral. Estudios han descubierto que un aumento en la materia particulada combinado con una ventilación deficiente contribuyó a tiempos



de respuesta más lentos y a niveles de precisión reducidos en las pruebas cognitivas. Los niños son particularmente vulnerables: la exposición a partículas pone en peligro el desarrollo de su cerebro, lo que conduce a un deterioro cognitivo más adelante en la vida e impacta en el coeficiente intelectual verbal y no verbal, las pruebas de memoria y el rendimiento académico.

16

Investigaciones de referencia, como el estudio CogFX de Harvard, han aportado pruebas convincentes de que una calidad superior del aire interior puede agudizar la toma de decisiones y mejorar significativamente las capacidades cognitivas. En este estudio, las puntuaciones de uso de la información de los participantes en entornos verdes y verdes mejorados fueron notablemente más altas (172 % y 299 %, respectivamente) en comparación con los entornos convencionales. De igual manera, las puntuaciones de estrategia en edificios verdes y verdes mejorados fueron un 183 % y un 288 % más altas. Esta mejora cuantificable en las funciones cognitivas se traduce en importantes beneficios económicos para los propietarios y administradores de edificios, con estimaciones que sugieren un posible retorno de la inversión por ocupante debido al aumento de la función cognitiva resultante de una mejor calidad del aire interior.

La relación directa entre la calidad del aire interior, que incluye inherentemente factores olfativos, la función cognitiva y la productividad, transforma el confort olfativo, pasando de ser un atractivo a un imperativo económico cuantificable. Las inversiones en entornos olfativos superiores, impulsadas por una sólida calidad del aire interior (CAI), generan beneficios tangibles mediante un mejor rendimiento de los empleados, la reducción de las bajas por enfermedad y una mejor toma de decisiones. Esto constituye un sólido argumento comercial para la implementación de los estándares de la Certificación de Confort, demostrando que priorizar el bienestar de los ocupantes mediante una gestión olfativa integral no solo es un ideal humanístico, sino también una decisión financiera estratégicamente acertada.

5.5.3 Salud y seguridad física: cómo abordar las complejidades de la calidad del aire interior y la exposición a contaminantes

La salud física está inextricablemente ligada a la calidad del aire que respiramos en entornos construidos. El entorno olfativo, en particular en lo que respecta a la calidad del aire interior, puede suponer riesgos significativos, que van desde irritaciones y molestias



inmediatas hasta enfermedades graves a largo plazo. Un aspecto fundamental para garantizar la comodidad y la seguridad olfativas es comprender la diferencia crucial entre los olores percibidos y la calidad real del aire, ya que muchos contaminantes peligrosos son completamente inodoros.

17

5.5.3.1 Olor vs. Calidad del aire: Comprender la desconexión crítica y los peligros de los olores

Un error común, y a menudo peligroso, es creer que la ausencia de un olor perceptible indica automáticamente una buena calidad del aire, o que un olor agradable garantiza seguridad. En realidad, el olor percibido es un indicador poco fiable y potencialmente engañoso de la calidad del aire interior, como lo declara explícitamente la EPA. Esta desconexión surge porque los olores pueden provocar respuestas muy variadas en diferentes individuos, y algunos productos químicos nocivos pueden desencadenar reacciones físicas adversas en personas sensibles, incluso si el olor en sí no es inherentemente peligroso o universalmente desagradable.

Fundamentalmente, muchos contaminantes del aire interior altamente peligrosos son completamente inodoros. Por ejemplo, el monóxido de carbono (CO), una de las principales causas de muerte por intoxicación, y el radón, un gas radiactivo natural que es la segunda causa principal de cáncer de pulmón, son incoloros e inodoros, pero pueden causar daños graves o ser mortales. Por el contrario, las sustancias con olores fuertes y a menudo desagradables, como el vinagre, generalmente son inofensivas si se utilizan adecuadamente. Esto pone de relieve que basarse únicamente en la percepción sensorial no es suficiente para evaluar los riesgos para la salud. Además, incluso los productos comercializados como "sin olor" o "sin aroma" pueden liberar sustancias químicas que causan problemas de calidad del aire en algunas personas, especialmente si se usan en exceso o de forma incorrecta. Las personas tienden a evaluar la calidad del aire interior basándose en los olores y el riesgo para la salud asociado percibido, lo que puede generar falsas garantías.

Un aspecto particularmente insidioso de esta desconexión es la formación de aerosoles orgánicos secundarios (AOS). Estas partículas microscópicas se crean cuando el ozono, que puede entrar al interior desde el exterior o ser generado por ciertos electrodomésticos, reacciona con gases orgánicos volátiles, como el limoneno (la sustancia química que



proporciona el agradable aroma a naranja) o el α -pineno (parte del aroma a pino), presentes a menudo en productos de limpieza y ambientadores. Estas reacciones químicas, similares a las que forman el smog en exteriores, ocurren en ambientes interiores y pueden producir subproductos nocivos, incluso si el olor inicial se percibe como agradable. La exposición a los AOS se ha vinculado con resultados de morbilidad y mortalidad. La concentración masiva de AOS que se forman en interiores puede variar significativamente, con algunos niveles comparables al Estándar Nacional de Calidad del Aire Ambiental de la EPA para aerosoles finos.

La profunda y peligrosa discrepancia entre el olor percibido y la calidad real del aire es un factor crucial para la Certificación Confort. Esto exige que la certificación informe activamente a los certificadores y a los ocupantes de los edificios sobre esta distinción. Esto exige un cambio, pasando de basarse en la evaluación sensorial subjetiva a exigir pruebas de rendimiento objetivas y mensurables para los contaminantes. Este cambio fundamental de mentalidad, desde el confort puramente sensorial hacia una protección sólida de la salud, es fundamental para garantizar ambientes interiores verdaderamente saludables.

5.5.3.2 Contaminantes comunes del aire en interiores: fuentes, características olfativas e impactos integrales en la salud

Los ambientes interiores pueden albergar una amplia gama de contaminantes que comprometen significativamente la salud humana. Estos contaminantes provienen de diversas fuentes, tanto internas como externas, y pueden provocar diversas consecuencias para la salud, desde irritaciones inmediatas hasta enfermedades graves, debilitantes o incluso mortales a largo plazo, que afectan los sistemas respiratorio, cardiovascular y neurológico.

La exposición a contaminantes atmosféricos se ha relacionado directamente con el deterioro de la función olfativa. Estos contaminantes pueden causar daño directo al nervio olfatorio, alterar la morfología tisular o inducir inflamación local y respuestas de estrés celular en el aparato olfativo. En concreto, se ha demostrado que las partículas finas (PM_{2,5}) entran en el epitelio olfativo, se transportan al bulbo olfatorio e incluso llegan a la corteza olfatoria y a otras regiones del cerebro, donde pueden depositarse y causar daños.



Los efectos inmediatos sobre la salud comúnmente asociados con los contaminantes del aire interior incluyen irritación de los ojos, la nariz y la garganta, dolores de cabeza, mareos y fatiga. Estos síntomas a menudo pueden imitar los de los resfriados comunes o las enfermedades virales, lo que hace que sea difícil atribuirlos definitivamente a la contaminación del aire interior sin una observación cuidadosa de los patrones de síntomas en relación con el tiempo y el lugar. Además, la exposición a ciertos contaminantes del aire interior puede agravar o empeorar afecciones preexistentes como el asma. La probabilidad de reacciones inmediatas varía significativamente en función de factores como la edad, las condiciones médicas preexistentes y la sensibilidad individual; algunas personas se sensibilizan después de exposiciones repetidas o de alto nivel.

Los efectos a largo plazo de la exposición crónica o repetida a contaminantes del aire en interiores sobre la salud son mucho más graves e incluyen el desarrollo de enfermedades respiratorias, enfermedades cardíacas y diversas formas de cáncer, que pueden ser profundamente debilitantes o fatales. La exposición a la contaminación del aire aumenta ampliamente el riesgo de infecciones respiratorias, enfermedades cardíacas, accidentes cerebrovasculares y cáncer de pulmón. Las poblaciones vulnerables, incluidos los bebés, los niños pequeños, los adultos mayores (más de 65 años), las personas con enfermedades pulmonares preexistentes (como asma, bronquitis crónica, enfisema y enfermedad pulmonar obstructiva crónica), las personas con enfermedades cardiovasculares y las personas en comunidades de bajos ingresos o minoritarias, se ven afectadas de manera desproporcionada y son más susceptibles a los impactos adversos para la salud.

Tabla 4.2: Contaminantes comunes del aire en interiores: fuentes, características olfativas e impactos en la salud

Contaminante	Fuentes comunes	Características olfativas	Impactos en la salud
Monóxido de carbono (CO)	Aparatos que queman combustible (hornos, estufas a gas, calentadores de agua,	Gas inodoro e incoloro.	Dolores de cabeza, mareos, náuseas, fatiga, visión borrosa, confusión, dolor en el



	chimeneas, calentadores de queroseno o gas sin ventilación), escape de vehículos.		pecho, muerte.
Radón	El gas radiactivo que se produce de forma natural en el suelo y las rocas se filtra en los edificios a través de grietas en los cimientos.	Gas inodoro, incoloro e insípido.	Segunda causa principal de cáncer de pulmón.
Compuestos orgánicos volátiles (COV) (por ejemplo, formaldehído, benceno, tolueno, acetona, terpenos)	Materiales de construcción (pinturas, adhesivos, pisos nuevos, tapizados, productos de madera prensada, muebles, ebanistería), productos de limpieza, productos de cuidado personal, humo de tabaco, procesos industriales, ropa lavada en seco.	A menudo tienen olores químicos distintivos o "nuevos" (por ejemplo, "olor a auto nuevo", "pintura fresca"); algunos son agradables (limoneno, α -pineno) pero pueden reaccionar para formar aerosoles orgánicos secundarios (AOS) dañinos.	Irritación de ojos, nariz y garganta, dolores de cabeza, mareos, náuseas, problemas respiratorios, daños al hígado, riñones y sistema nervioso central, cáncer, reducción de la productividad.
Materia particulada (PM2.5, PM10)	Fuentes de combustión (velas, chimeneas, humo de tabaco, humo de madera), cocina, polvo, polen, caspa de animales, contaminación del aire exterior.	Puede estar asociado con olores ahumados o polvorientos, pero las partículas finas a menudo son imperceptibles.	Enfermedad pulmonar agravada, ataques de asma, bronquitis aguda, infecciones respiratorias, ataques cardíacos, latidos cardíacos anormales, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), enfermedad cardiovascular, cáncer de pulmón, deterioro



			cognitivo.
Esporas de moho	Exceso de humedad, zonas húmedas (baños, cocinas, sótanos, goteras, materiales de construcción sin sellar).	Olores a humedad, tierra y humedad.	Estornudos, secreción nasal, ojos rojos, erupciones en la piel, desencadenan ataques de asma, problemas respiratorios, alergias.
Dióxido de nitrógeno (NO₂)	Aparatos que queman combustible (estufas a gas, calentadores de queroseno o gas sin ventilación), escape de vehículos.	Gas incoloro e inodoro.	Irritación de ojos, nariz y garganta, dificultad para respirar, mayor susceptibilidad a enfermedades respiratorias.
Contaminantes biológicos (por ejemplo, polen, caspa de animales, ácaros del polvo, cucarachas)	Mascotas, alfombras, ropa de cama, muebles tapizados, zonas húmedas.	Puede tener olores asociados (por ejemplo, caspa de mascotas), pero a menudo son imperceptibles.	Problemas respiratorios, síntomas alérgicos, ataques de asma, tos, sibilancias, opresión en el pecho.

Las fuentes de contaminación del aire interior son diversas y omnipresentes. Los aparatos de combustión, como estufas de gas, hornos, chimeneas y estufas de leña, pueden liberar monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y partículas finas, como humo de leña que contiene alquitranes, gases, hollín, COV y dioxinas. Los productos de tabaco son particularmente peligrosos, ya que contienen más de 200 venenos conocidos (como formaldehído y CO) y al menos 60 sustancias químicas que se sabe que causan cáncer; no existe un nivel seguro de exposición al humo del tabaco.

Los materiales de construcción y el mobiliario contribuyen significativamente, especialmente a través de la emisión de gases. Los pisos, tapicerías, alfombras, gabinetes y muebles recién instalados de madera prensada pueden liberar formaldehído y otros COV. Históricamente, los paneles de yeso problemáticos procedentes de China han emitido altos niveles de sulfuro de hidrógeno, lo que ha provocado problemas de salud, y



ciertos pisos laminados fabricados entre 2012 y 2014 han emitido altos niveles de formaldehído. Los materiales de construcción más antiguos, como el aislamiento que contiene asbesto o la pintura con plomo, pueden liberar sustancias químicas peligrosas cuando se alteran durante la renovación o la demolición.

Los productos de consumo diario también contribuyen a la contaminación del aire interior. Los productos de limpieza y mantenimiento del hogar, artículos de cuidado personal y artículos para hobbies pueden emitir COV, formaldehído, benceno y otras sustancias químicas tóxicas. Los ambientadores, si bien proporcionan un olor agradable, pueden reaccionar con el ozono y formar aerosoles orgánicos secundarios (AOS) dañinos en interiores. Los sistemas centrales de calefacción y refrigeración, junto con los dispositivos de humidificación, pueden hacer circular contaminantes si no se mantienen adecuadamente.

El exceso de humedad es un factor crítico que provoca el crecimiento de moho y hongos, que liberan esporas que degradan la calidad del aire interior y provocan alergias y asma. Las fuentes exteriores, como el radón, los pesticidas y la contaminación general del aire exterior, pueden infiltrarse en los espacios interiores, comprometiendo aún más la calidad del aire. Por último, los contaminantes biológicos como el polen, la caspa de animales, los ácaros del polvo y las cucarachas también pueden provocar problemas respiratorios, síntomas alérgicos o ataques de asma.

Un factor importante que agrava los niveles de contaminantes en interiores es la ventilación inadecuada. Si la cantidad de aire exterior que entra al interior es insuficiente, los contaminantes pueden acumularse hasta niveles que representan graves problemas de salud y confort, ya que las emisiones de fuentes interiores no se diluyen ni se evacúan lo suficiente del espacio. Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son una clase de contaminantes particularmente prevalente, definidos como sustancias químicas orgánicas que pasan fácilmente a la fase gaseosa a temperatura ambiente. Perjudican significativamente la calidad del aire interior y pueden causar irritación ocular, problemas respiratorios e incluso cáncer. La lista de COV es extensa e incluye formaldehído, acetona e hidrocarburos cíclicos como benceno, tolueno, naftaleno y numerosos terpenos.

La amplia gama de impactos en la salud, desde el daño olfativo directo hasta enfermedades respiratorias, cardiovasculares y neurológicas sistémicas, subraya que la



falta de confort olfativo no es un problema aislado, sino una puerta de entrada a un deterioro más amplio de la salud. El deterioro del sistema olfativo en sí, a medida que los contaminantes entran en contacto directo con el nervio y el bulbo olfatorios y los dañan, sirve como señal de alerta temprana de riesgos sistémicos más generalizados para la salud. Por lo tanto, abordar el confort olfativo mediante una gestión integral de la calidad del aire interior contribuye inherentemente a múltiples dimensiones del bienestar físico y la salud general de los ocupantes, en consonancia con el mandato holístico de la Certificación de Confort.

5.6 Lograr el confort olfativo: principios de diseño integrales y estrategias técnicas

Lograr un ambiente olfativo verdaderamente confortable y saludable en los espacios construidos requiere un enfoque multifacético e integrado. Esto implica una combinación sinérgica de principios de diseño proactivos y soluciones técnicas avanzadas. Las estrategias principales incluyen un control meticuloso de la fuente de contaminación, una ventilación robusta, una purificación eficaz del aire y una gestión precisa de la humedad, todo ello en sintonía para crear un ambiente interior saludable y olfativa agradable.

5.6.1 Control de la fuente: Estrategias proactivas para minimizar los olores indeseables

La estrategia más eficaz y fundamental para gestionar la calidad del aire interior y mitigar los olores indeseables es controlar los contaminantes directamente en su origen. Este enfoque proactivo implica una cuidadosa selección de los materiales de construcción, el cumplimiento riguroso de las mejores prácticas operativas y un diseño arquitectónico inteligente para evitar que los olores y contaminantes externos se filtren en la envolvente del edificio.

5.6.1.1 Materiales de construcción y mobiliario: selección, desgasificación y estándares de bajo contenido de COV



Los materiales de construcción y el mobiliario contribuyen significativamente, y a menudo se pasan por alto, a la contaminación del aire interior mediante un proceso conocido como desgasificación. Este fenómeno implica la liberación continua de compuestos orgánicos volátiles (COV) y otras sustancias químicas al aire interior, lo que puede causar olores desagradables y diversos problemas de salud. Por ejemplo, el característico "olor a edificio nuevo" no es un signo de limpieza sino más bien una mezcla compleja de sustancias químicas transportadas por el aire, incluidos adhesivos, selladores, vapores de pintura y COV, que persisten mucho tiempo después de finalizada la construcción. Los materiales recién instalados, como madera contrachapada, muebles, productos de madera prensada, pisos, tapizados y alfombras, son fuentes conocidas de estas emisiones, que liberan gases y olores a medida que envejecen. Ejemplos históricos, como los paneles de yeso problemáticos que emitían altos niveles de sulfuro de hidrógeno y los pisos laminados que liberaban altos niveles de formaldehído, subrayan los posibles riesgos para la salud asociados con la liberación de gases de los materiales. Además, los materiales de construcción más antiguos, como las baldosas que contienen amianto o la pintura con plomo, pueden liberar sustancias químicas peligrosas cuando se alteran durante la renovación o la demolición.

Por lo tanto, priorizar los materiales de baja emisión y no tóxicos es un paso fundamental e innegociable para lograr el confort olfativo y garantizar la salud de los ocupantes. Esto implica la selección activa de materiales como pinturas y revestimientos con bajo contenido de COV, adhesivos no tóxicos, madera contrachapada sin formaldehído (ideal para armarios, estanterías y muebles) y aislamiento de fibra natural fabricado con materiales como la lana o el algodón. También es aconsejable solicitar que los materiales de construcción y las alfombras se ventilen durante al menos 72 horas antes de la instalación para permitir la desgasificación inicial en un entorno controlado. A la hora de seleccionar productos, es fundamental buscar aquellos con bajas o nulas emisiones, teniendo en cuenta que la definición de "bajo contenido de COV" puede variar significativamente entre fabricantes.

Las principales certificaciones de construcción ecológica ofrecen criterios claros para la selección de materiales. El estándar WELL Building, por ejemplo, exige niveles de formaldehído inferiores a 27 ppb y COV totales inferiores a 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De manera similar, LEED v4 requiere niveles de formaldehído por debajo de 27 ppb y niveles de TVOC por



debajo de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y fomenta el cumplimiento de normas como el Método Estándar CDPH v1.2 y la Sección 7.6.2 de ANSI/BIFMA e3 para materiales de baja emisión en varias categorías de productos, incluidas pinturas, revestimientos, adhesivos, selladores, pisos, techos, paredes, aislamientos y muebles. BREEAM también requiere un Plan de Calidad del Aire Interior que identifique los materiales de construcción y acabados que cumplen con los estándares de bajas emisiones, y exige pruebas posteriores a la construcción (antes de la ocupación) para detectar niveles de formaldehído y TVOC para garantizar concentraciones aceptables.

El énfasis en la selección de materiales y el control de la emisión de gases implica un cambio crucial hacia decisiones de diseño proactivas desde la fase inicial, en lugar de una mera mitigación reactiva. Esto significa que lograr el confort olfativo no es solo una preocupación operativa que pueda abordarse después de la construcción; debe integrarse desde las etapas iniciales de la planificación arquitectónica y la especificación de materiales, considerando el ciclo de vida completo de los componentes del edificio. Al evitar la introducción de contaminantes en origen, los diseñadores pueden garantizar un entorno olfativo más saludable y confortable desde el primer día, lo cual resulta más rentable y, por ende, más seguro para los ocupantes.

5.6.1.2 Fuentes operativas: protocolos de limpieza, actividades de los ocupantes y gestión de residuos

Más allá de la fase inicial de construcción, las actividades operativas continuas dentro de un edificio y el comportamiento diario de sus ocupantes influyen significativamente en el ambiente olfativo. Por lo tanto, establecer protocolos claros e integrales para la limpieza, la gestión de fragancias personales y la gestión de residuos es esencial para mantener un confort olfativo sostenido y una buena calidad del aire interior.

Muchos productos comunes de limpieza y mantenimiento del hogar, artículos de cuidado personal y materiales utilizados en pasatiempos pueden liberar contaminantes de manera intermitente al aire. Una preocupación importante surge con los productos diseñados para mejorar el aroma de un espacio, como los ambientadores. Si bien proporcionan un aroma agradable, estos productos suelen contener compuestos orgánicos como el limoneno, que pueden reaccionar con el ozono interior y formar aerosoles orgánicos secundarios (AOS) nocivos, vinculados a efectos adversos para la salud. Reconociendo esto, la característica



de confort olfativo del estándar de construcción WELL prohíbe explícitamente los ambientadores, las velas aromáticas, la aromaterapia en habitaciones con más de dos ocupantes habituales y los agentes de limpieza perfumados.

Los productos de tabaco, incluidos los cigarrillos, son otra fuente importante de contaminación del aire interior, liberando numerosos venenos y carcinógenos. No existe un nivel seguro de exposición al humo de tabaco, por lo que la prohibición de fumar es fundamental para un ambiente interior saludable. En consecuencia, el estándar OLFATIVO de la Certificación Confort incluye una característica de "Prohibición de fumar".

La gestión eficaz de residuos y el diseño de zonas específicas con alto olor también son vitales. Espacios como baños, aseos, cocinas, cafeterías y despensas pueden ser fuentes importantes de olores fuertes. Para evitar que estos olores se propaguen a espacios de trabajo habitualmente ocupados, se recomiendan estrategias de diseño como la presurización negativa (que garantiza que el aire fluya hacia estas áreas en lugar de hacia afuera), salas intersticiales, vestíbulos, pasillos o el uso de puertas con cierre automático.

El impacto de las fuentes operativas y las actividades de los ocupantes subraya que el confort olfativo no puede lograrse únicamente mediante el diseño arquitectónico y los sistemas tecnológicos. Requiere la integración de políticas de comportamiento y protocolos operativos sólidos.

Esto significa que la Certificación Confort debe extender su influencia más allá de las características físicas del edificio para incluir directrices integrales para los ocupantes y prácticas de gestión de las instalaciones. Este enfoque integrado reconoce la interacción dinámica entre el entorno construido y las actividades humanas, garantizando un nivel holístico y sostenido de confort. El hallazgo, contradictorio, de que productos aparentemente beneficiosos, como los ambientadores, pueden generar contaminantes nocivos, resalta la necesidad de educación y vigilancia continuas para mantener un ambiente olfativo interior verdaderamente saludable.

5.6.1.3 Fuentes externas y gestión de infiltraciones: protección contra olores ambientales

Los edificios no son entidades aisladas; existen dentro de un entorno más amplio, y los



factores externos pueden afectar significativamente la calidad del aire interior y el confort olfativo. La contaminación del aire exterior, así como ciertos olores externos, pueden infiltrarse en los espacios interiores, afectando el ambiente interior. Por lo tanto, es fundamental implementar estrategias eficaces para gestionar esta infiltración y proteger a los ocupantes de los olores externos indeseables.

27

Las fuentes externas, como la contaminación ambiental general del aire, el gas radón y los pesticidas, pueden penetrar las envolturas de los edificios y afectar la calidad del aire interior. Por ejemplo, en zonas urbanas e industriales, los altos niveles de partículas, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles provenientes de fuentes externas requieren soluciones internas robustas.

Para mitigar la intrusión de contaminantes y olores externos, se pueden emplear diversas estrategias arquitectónicas y de ingeniería. Por ejemplo, el Plan de Calidad del Aire Interior (PAI) BREEAM incluye específicamente medidas para controlar la exposición de los ocupantes a contaminantes exteriores, especialmente en zonas con altos niveles de contaminación exterior. Estas medidas pueden incluir sistemas avanzados de filtración de aire o estrategias específicas de diseño de edificios para minimizar la infiltración. Una estrategia arquitectónica clave es la implementación de envolventes herméticas y prácticas constructivas minuciosas. Esto incluye el uso meticuloso de selladores, juntas y capas superpuestas en la fachada del edificio para garantizar la hermeticidad, evitando así la infiltración incontrolada de contaminantes y olores indeseados del exterior.

La influencia de los factores ambientales externos en el confort olfativo en interiores implica que no se trata únicamente de un problema interno del edificio, sino que también depende significativamente del contexto del emplazamiento y de la calidad del aire exterior. Esto implica que los Certificadores Confort deben considerar la ubicación geográfica del edificio y su entorno circundante al evaluar el confort olfativo. Además, la certificación promueve estrategias de diseño que aumenten la resiliencia frente a la contaminación externa, como la ubicación estratégica de las entradas de aire, las zonas de amortiguación o la filtración avanzada del aire exterior entrante. Esta consideración integral garantiza que la experiencia olfativa en interiores esté protegida de las influencias externas, vinculando los estándares de "Confort Olfativo" con los de "Confort Ambiental" y "Confort de Instalaciones Urbanas".



5.6.2 Sistemas avanzados de ventilación y purificación del aire

Una ventilación eficaz y sistemas avanzados de purificación de aire son pilares fundamentales para mantener una calidad superior del aire interior y, por consiguiente, garantizar un confort olfativo óptimo en los entornos construidos. Estos sistemas están diseñados para garantizar la dilución y eliminación continua de contaminantes interiores, a la vez que introducen aire fresco y limpio, evitando así la acumulación de aire viciado y olores indeseables.

28

5.6.2.1 Estrategias de ventilación natural: Aprovechamiento del flujo de aire para lograr frescura olfativa

La ventilación natural aprovecha las fuerzas ambientales inherentes, como la presión del viento y la flotabilidad térmica (efecto chimenea), para circular aire fresco del exterior por el edificio. Este proceso diluye eficazmente los contaminantes interiores, elimina el aire viciado y proporciona a los ocupantes una sensación palpable de frescura y conexión con el exterior. Una buena ventilación es reconocida por su capacidad para mejorar una amplia gama de problemas en interiores, como la humedad, la mala calidad del aire, la acumulación de polvo y la presencia de contaminantes químicos.

Un principio clave en el diseño de ventilación natural es maximizar las oportunidades de ventilación y brindar a los ocupantes los medios para controlar la ventilación de manera efectiva, por ejemplo, a través de ventanas que se puedan abrir. La ventilación cruzada, lograda colocando estratégicamente ventanas y rejillas de ventilación en lados opuestos de un edificio para crear diferencias de presión, puede facilitar un cambio de aire completo en un período relativamente corto, generalmente de 12 a 20 minutos en condiciones de verano. Las estrategias de diseño pasivo, que incluyen ventilación cruzada y ventilación por chimenea (que utiliza las diferencias de temperatura para crear flujo de aire), son cruciales para maximizar el flujo de aire natural y reducir la dependencia de sistemas mecánicos. Los avances en la tecnología de la construcción también incluyen sistemas de ventanas automatizadas equipadas con sensores y actuadores que pueden optimizar el flujo de aire en función de las condiciones en tiempo real, mejorando así la eficiencia energética al aprovechar de forma inteligente la ventilación natural.

Mientras que los sistemas mecánicos ofrecen un control preciso y constante de la calidad



del aire interior, la ventilación natural proporciona una sensación fundamental de frescura y permite la autonomía de los ocupantes al abrir las ventanas. Esto sugiere que un confort olfativo óptimo suele implicar un enfoque equilibrado, que combina la fiabilidad y la capacidad de eliminación de contaminantes de los sistemas mecánicos con las oportunidades de ventilación natural y control por parte de los ocupantes. Esta estrategia híbrida no solo contribuye al confort olfativo, sino que también mejora el confort funcional al proporcionar autonomía al usuario y bienestar mental mediante la conexión con el entorno exterior.

5.6.2.2 Ventilación mecánica y recuperación de calor (HRV/MVHR): intercambio de aire controlado y eficiencia energética

Los sistemas de ventilación mecánica, en particular los que incorporan tecnologías de recuperación de calor, como los ventiladores de recuperación de calor (HRV) o los sistemas de ventilación mecánica con recuperación de calor (MVHR), ofrecen un método de intercambio de aire altamente controlado y continuo. Estos sistemas están diseñados para garantizar una calidad constante del aire interior mediante la sustitución continua del aire viciado interior por aire fresco exterior, minimizando al mismo tiempo la pérdida de energía.

Un sistema HRV funciona captando el calor del aire viciado saliente y utilizándolo para precalentar el aire fresco entrante, especialmente durante los meses más fríos. Este proceso reduce significativamente la carga térmica del sistema de climatización (HVAC) del edificio, lo que se traduce en un ahorro energético considerable y una reducción de las emisiones de carbono. Los HRV son muy eficaces para mejorar la calidad del aire interior al reducir la acumulación de contaminantes comunes como polvo, alérgenos y compuestos orgánicos volátiles (COV). También juegan un papel crucial en el control de olores desagradables provenientes de la cocina, mascotas o productos de limpieza al reemplazar continuamente el aire. Además, estos sistemas ayudan a mantener niveles ideales de humedad en interiores al equilibrar el contenido de humedad en el aire, evitando así el exceso de humedad que puede provocar el crecimiento de moho, una fuente común de olores a humedad y desencadenantes de alergias y problemas respiratorios.

El estándar de construcción WELL reconoce la importancia de dichos sistemas a través de características como "Efectividad de la ventilación", "Mayor ventilación", "Control de



humedad" y "Ventilación de fuente directa". BREEAM también enfatiza que el diseño del sistema de ventilación debe apuntar a minimizar la concentración y recirculación de contaminantes dentro del edificio.

Los sistemas HRV/MVHR ejemplifican cómo una sola intervención arquitectónica puede abordar simultáneamente múltiples estándares de confort. Su capacidad para gestionar la calidad del aire, recuperar energía térmica y controlar la humedad demuestra un beneficio sinérgico crucial para certificaciones integrales como Confort. Al invertir en estos sistemas, un edificio no solo mejora su confort olfativo mediante el suministro continuo de aire fresco y el control de olores, sino que también contribuye significativamente al confort térmico mediante la recuperación de calor, al confort ambiental mediante la eficiencia energética y la reducción de emisiones de carbono, y a la salud física general al prevenir la acumulación de moho y alérgenos. Este aspecto multibeneficio convierte a la ventilación mecánica con recuperación de calor en una estrategia altamente recomendada e impactante para la Certificación Confort.

5.6.2.3 Tecnologías avanzadas de filtración de aire: HEPA, carbón y oxidación fotocatalítica (PCO): consideraciones de eficacia y seguridad

Más allá de la ventilación general, las tecnologías avanzadas de filtración de aire son indispensables para eliminar partículas finas, contaminantes gaseosos y olores persistentes que la ventilación por sí sola no podría eliminar por completo. Sin embargo, la selección e implementación de estas tecnologías requiere una evaluación cuidadosa de su eficacia comprobada y de sus posibles consideraciones de seguridad.

Los filtros de aire de partículas de alta eficiencia (HEPA) son altamente efectivos, capaces de capturar el 99,97 % de las partículas en el aire, lo que los hace ideales para eliminar polvo, polen y otros contaminantes particulados que pueden contribuir a la mala calidad del aire y a problemas respiratorios. Los filtros de carbón, por otro lado, se especializan en absorber gases y olores, proporcionando un medio eficaz para mejorar la calidad del aire al unir químicamente los compuestos volátiles. Las tecnologías de filtración modernas, incluidas las técnicas de adsorción avanzadas que utilizan materiales como zeolitas, estructuras metalorgánicas (MOF) y monolitos de carbón activado cerámico de alta capacidad, ofrecen soluciones eficaces para eliminar incluso los COV más difíciles del aire, y algunas permiten la recuperación y reutilización de solventes valiosos.



La oxidación fotocatalítica (OCP) es otra tecnología avanzada de purificación del aire que utiliza un fotocatalizador, generalmente dióxido de titanio (TiO_2), junto con luz ultravioleta para producir agentes oxidantes. Estos agentes están diseñados para destruir contaminantes orgánicos, como COV, contaminantes inorgánicos y microorganismos, convirtiéndolos teóricamente en sustancias inocuas como el agua y el dióxido de carbono.

31

Sin embargo, la aplicación de la tecnología PCO en interiores conlleva importantes consideraciones de seguridad y eficacia que justifican un análisis minucioso. Si bien muchos fabricantes afirman una alta eficiencia en la eliminación de contaminantes, las pruebas realizadas en condiciones reales han puesto en duda en ocasiones la efectividad prometida.

Más críticamente, la seguridad del PCO, en particular cuando se utiliza dióxido de titanio (TiO_2) como catalizador, ha sido cuestionada por expertos. La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer ha clasificado el dióxido de titanio como carcinógeno, y estudios en animales han indicado su potencial para causar cáncer de pulmón e impedir el desarrollo fetal. Además, los mecanismos de degradación implicados en el PCO pueden conducir a la formación de subproductos peligrosos, como cetonas y aldehídos, que poseen propiedades irritantes y tóxicas, especialmente si la reacción fotocatalítica es incompleta. La integridad de la reacción puede verse influenciada por factores como el número de pasos de aire sobre superficies activas y la naturaleza y concentración de los contaminantes.

Por el contrario, algunos defensores del PCO, como los que utilizan la tecnología de oxidación fotocatalítica hidratada avanzada (AHPCO[®]), afirman producir oxidantes 100% seguros que se convierten nuevamente en oxígeno e hidrógeno después de neutralizar los olores y eliminar la contaminación, y también ayudan a desinfectar las superficies interiores.

La información contradictoria sobre la oxidación fotocatalítica resalta la necesidad crucial de una diligencia debida rigurosa y la aplicación del principio de precaución al recomendar tecnologías avanzadas de purificación del aire. La Certificación Confort debe ir más allá de la simple enumeración de las tecnologías disponibles; debe proporcionar una evaluación matizada de su eficacia comprobada, perfil de seguridad y potencial de consecuencias imprevistas. Esto garantiza que los certificadores asesoren sobre soluciones que



realmente protejan la salud de los ocupantes y mantengan la credibilidad de la certificación. Por lo tanto, es esencial contar con directrices claras para la evaluación y aprobación de tecnologías avanzadas de purificación del aire, que posiblemente requieran la validación independiente de la seguridad y el rendimiento en condiciones reales por parte de terceros, para proteger la salud de los ocupantes y garantizar la integridad del estándar de "Confort Olfativo".

32

5.6.3 Control de humedad y gestión de la humedad: prevención del moho y los olores a humedad

Controlar los niveles de humedad interior y prevenir su acumulación son elementos fundamentales para mantener una calidad superior del aire interior y, en consecuencia, lograr un confort olfativo óptimo. Estas medidas son esenciales para inhibir el crecimiento de moho, hongos y bacterias, que son fuentes importantes de olores desagradables a humedad y diversos problemas de salud.

El exceso de humedad conduce directamente a la proliferación de moho y otros olores indeseables. El moho prospera en ambientes húmedos y libera esporas en el aire, que no solo degradan la calidad del aire interior, sino que también actúan como potentes alérgenos y desencadenantes de enfermedades como el asma. Las áreas comunes propensas al crecimiento de moho incluyen baños, cocinas, sótanos y cualquier superficie con suficiente humedad. Inhalar o tocar esporas de moho puede causar síntomas como estornudos, secreción nasal, ojos rojos, erupciones cutáneas y puede desencadenar ataques de asma.

Por lo tanto, un control eficaz de la humedad es fundamental. Las prácticas de construcción sostenible suelen integrar métodos integrales de gestión de la humedad, como la instalación estratégica de barreras de vapor y el uso de deshumidificadores de bajo consumo, para mantener niveles óptimos de humedad interior, generalmente entre el 30 % y el 50 %. Los ventiladores de recuperación de calor (HRV) también juegan un papel crucial en este sentido, ya que ayudan a mantener niveles ideales de humedad interior al equilibrar el contenido de humedad en el aire, evitando así el exceso de humedad e inhibiendo el crecimiento de moho.

Las prácticas arquitectónicas históricas ofrecen lecciones valiosas: las pinturas, acabados y



revestimientos tradicionales a menudo eran permeables, lo que permitía la transferencia de humedad y, de ese modo, prevenía problemas como el moho y los hongos asociados con la humedad. De manera similar, los materiales que amortiguan la humedad, incluidos los inherentes a la estructura del edificio como el ladrillo y la madera, ayudan naturalmente a regular la humedad interior, pero solo funcionan eficazmente cuando no están sellados por acabados impermeables.

El control y la gestión de la humedad no se limitan a prevenir los olores a humedad, sino que representan estrategias interdisciplinarias que inciden en la integridad estructural, la durabilidad de los materiales y la salud general del edificio. Al abordar estos factores, un edificio no solo mejora su confort olfativo al eliminar los olores relacionados con el moho, sino que también contribuye significativamente al confort formal (al proteger los elementos estructurales de los daños causados por la humedad) y al confort ambiental (al preservar los materiales de construcción y reducir la necesidad de costosas remediaciones). Esto demuestra cómo las soluciones para un estándar de confort pueden tener un efecto dominó beneficioso en múltiples dimensiones del rendimiento del edificio y el bienestar de los ocupantes, lo que refuerza la naturaleza holística de la Certificación de Confort.

5.6.4 Diseño biofílico e integración intencional de aromas (aromacología): mejora de la experiencia sensorial

Más allá del imperativo fundamental de mitigar los olores negativos y garantizar una calidad del aire interior impecable, el confort olfativo puede mejorarse significativamente mediante la integración intencionada y meditada de aromas agradables y beneficiosos. Este enfoque avanzado se basa principalmente en los principios del diseño biofílico y, en contextos específicos, en la aplicación cuidadosa de la aromacología, con el objetivo general de generar respuestas emocionales y cognitivas positivas en los ocupantes.

El diseño de arquitectura olfativa crea activamente espacios que atraen a los ocupantes a través de olores cuidadosamente seleccionados. El vínculo directo entre el olfato, la memoria y la emoción significa que al seleccionar e integrar meticulosamente los aromas, los arquitectos y diseñadores pueden crear ambientes que evocan recuerdos o sentimientos específicos, haciendo así que la experiencia de un espacio sea más personal e impactante. Se ha demostrado que las fragancias agradables tienen beneficios tangibles



en entornos comerciales, ampliando el tiempo que se pasa en los espacios, aumentando la intención de compra e incluso alterando sutilmente las percepciones subjetivas de temperatura, amplitud o limpieza.

El concepto de "marca olfativa" está ganando terreno e implica el desarrollo de aromas exclusivos para reforzar la identidad de una marca, crear conexiones emocionales duraderas con los usuarios e incluso reducir el estrés en entornos específicos como las cabinas de los aviones. Los avances tecnológicos han permitido un uso cada vez más inteligente y personalizado de los aromas, con difusores digitales que permiten la liberación programada de aromas en función de factores como la hora del día, la densidad de la multitud o la temperatura ambiente, mejorando así tanto la eficiencia como el impacto. Los sensores de presencia, los sistemas de automatización y el control remoto mediante aplicaciones son cada vez más habituales en espacios comerciales y hoteleros, permitiendo entornos olfativos dinámicos. En las experiencias multisensoriales, el aroma se utiliza para intensificar la inmersión, desencadenar emociones específicas o señalar transiciones espaciales y temporales.

Un método particularmente eficaz y generalmente bien tolerado para la integración de aromas positivos es el diseño biofílico. Incorporar vegetación y plantas de interior, como muros verdes y jardines en azoteas, puede purificar el aire de forma natural al absorber gases y olores, a la vez que añade un valor estético significativo al espacio. Se ha demostrado que los elementos de diseño biofílico, ejemplificados por el ecosistema de la selva tropical dentro de las Esferas Amazónicas, reducen el estrés, mejoran el estado de ánimo y potencian la función cognitiva. Estos elementos naturales proporcionan señales olfativas positivas sutiles, a menudo subconscientes, que contribuyen al bienestar general.

Sin embargo, es crucial equilibrar el gran potencial de la integración intencional de aromas con un enfoque cauteloso y responsable. La característica "Confort Olfativo" busca explícitamente mantener los ambientes interiores *inoloros* por lo que están prohibidos los ambientadores, las velas aromáticas y la aromaterapia en habitaciones con más de dos ocupantes habituales, así como los productos de limpieza perfumados. Esta postura estricta refleja un reconocimiento del potencial de sensibilidades químicas, reacciones alérgicas y la formación de subproductos dañinos a partir de aromas artificiales. La importante variabilidad individual en la percepción de olores también sugiere que es difícil lograr un aroma artificial universalmente "agradable" sin causar potencialmente



incomodidad a algunas personas.

Para la Certificación Confort, esto implica un enfoque matizado. La certificación debe promover la integración de aromas naturales, sutiles y no alergénicos, principalmente mediante elementos biofílicos y el uso de materiales con fragancias naturales y bajas emisiones, como estrategia preferida. La aromacología más activa, en particular con fragancias sintéticas, debe reservarse para contextos específicos, controlados y bien ventilados donde las sensibilidades individuales puedan gestionarse con cuidado, o donde el beneficio terapéutico supere claramente el riesgo. Este enfoque equilibrado permite a la Certificación Confort aprovechar los poderosos efectos positivos del olfato en el confort estético-espacial y mental, a la vez que mantiene rigurosamente su compromiso con la salud física y la seguridad.

5.7 Confort olfativo en los principales estándares de certificación de edificios

Comprender cómo otras certificaciones de edificios ecológicos importantes abordan la calidad del aire interior y el confort olfativo proporciona un contexto crucial para definir el enfoque único de la Certificación Confort y su posición dentro del panorama global de estándares de edificios saludables. Examinar las metodologías y limitaciones de los marcos existentes permite articular la propuesta de valor diferenciada de Confort.

5.7.1 Descripción general de los estándares existentes: Enfoques WELL, LEED y BREEAM para la calidad del aire interior y el olfato

Certificaciones líderes como el Estándar de Edificación WELL, Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED) y el Método de Evaluación Ambiental del Building Research Establishment (BREEAM) han integrado la calidad del aire interior (CAI) como un componente fundamental del diseño de edificios sostenibles y saludables. Si bien todas estas normas contribuyen a entornos interiores más saludables al abordar la reducción de contaminantes, su enfoque y profundidad en el aspecto sensorial del olfato varían considerablemente, reflejando filosofías distintas.



WELL. Dentro de WELL, la "Comodidad Olfativa" se aborda como una función específica (Función 77). Esta función se enfoca específicamente en olores excesivamente fuertes o distintivos que pueden perturbar el bienestar físico y psicológico, y potencialmente provocar reacciones alérgicas, náuseas y dolores de cabeza. La norma apoya explícitamente las políticas de construcción que desalientan los olores fuertes de productos químicos y fragancias, con el objetivo declarado de mantener los ambientes interiores libres de olor. Dentro de las estrategias para lograrlo, entre otras ya mencionadas, exige la separación de fuentes para áreas de alto olor, como baños, armarios de limpieza, cocinas, cafeterías y despensas, utilizando métodos como presurización negativa, salas intersticiales, vestíbulos, pasillos o puertas de cierre automático para evitar la migración de olores a los espacios de trabajo.

LEED. Si bien LEED no incluye una característica explícita de "confort olfativo", aborda este aspecto de forma implícita a través de sus créditos de Calidad Ambiental Interior (CA), en particular el crédito de "Materiales de Baja Emisión". Este crédito busca fomentar la selección de productos de construcción y mobiliario con un impacto mínimo en la calidad ambiental interior, estableciendo límites para las emisiones y el contenido de COV. Específicamente, LEED v4 requiere la demostración de niveles de formaldehído inferiores a 27 ppb y niveles totales de COV inferiores a 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, alineándose con los límites de WELL. Promueve el uso de pinturas, revestimientos, adhesivos, selladores, pisos, techos, paredes, aislamientos y muebles con bajo contenido de COV, y el cumplimiento está determinado por la cantidad de productos que cumplen con estándares específicos como el Método Estándar CDPH v1.2.

BREEAM. En BREEAM, la calidad del aire interior se clasifica en la categoría "Salud y Bienestar", específicamente en la norma HEA 02. Esta norma exige el desarrollo de un Plan de Calidad del Aire Interior (PAI) con el objetivo explícito de minimizar la contaminación del aire interior durante la ocupación del edificio. Los componentes clave de un IAQP sólido incluyen una descripción detallada del diseño del sistema de ventilación y su capacidad para proporcionar aire fresco adecuado, medidas para controlar los contaminantes del aire interior (como partículas y COV), identificación de materiales de construcción y acabados que cumplan con los estándares de bajas emisiones, estrategias para el monitoreo y prueba regulares de la calidad del aire interior, educación de los ocupantes sobre cómo mantener una buena IAQ, medidas para controlar la exposición de



los ocupantes a contaminantes exteriores y documentación completa.

Estas certificaciones representan un espectro de enfoque en cuanto a la calidad del aire interior y el confort olfativo. LEED se centra principalmente en el rendimiento ambiental, siendo la calidad del aire interior (CAI) un componente crucial para la selección de materiales. BREEAM integra la CAI en una categoría más amplia de salud y bienestar, lo que requiere un plan integral. WELL, en cambio, se centra explícitamente en el ser humano, dedicando una sección específica al "Confort olfativo" y estableciendo métricas detalladas de rendimiento para la calidad del aire. Este espectro destaca la oportunidad única de la Certificación Confort para definir e integrar explícitamente la experiencia sensorial y psicológica humana del olfato, yendo más allá de los niveles de contaminantes para abarcar un enfoque verdaderamente holístico del confort.

37

5.7.2 Análisis comparativo de los requisitos olfativos y de calidad del aire interior y sus limitaciones

Si bien WELL, LEED y BREEAM contribuyen a la creación de ambientes interiores más saludables, un análisis comparativo de sus enfoques específicos sobre el confort olfativo y la calidad del aire interior revela filosofías distintas y limitaciones inherentes. Estas diferencias son particularmente evidentes en sus posturas sobre el uso intencional de aromas frente a la búsqueda de un ambiente completamente sin olores.

El Estándar de Construcción WELL destaca por su gran énfasis en la salud, la comodidad y el bienestar de las personas. Este enfoque ha contribuido de forma demostrable a una mayor satisfacción de los ocupantes. Una comparación estadística de encuestas a ocupantes de edificios con certificación WELL y edificios con certificación LEED reveló una probabilidad un 39 % mayor de encontrar ocupantes más satisfechos en los edificios con certificación WELL. La satisfacción general con el edificio y el espacio de trabajo es notablemente mayor en los espacios con certificación WELL (94 % y 87 %, respectivamente, en comparación con el 73 % y el 71 % en los edificios con certificación LEED). Esta mayor satisfacción en los edificios con certificación WELL se extiende consistentemente a todos los parámetros de calidad ambiental interior percibida, excepto en la cantidad de espacio. Además, estudios que comparan encuestas posteriores a la ocupación antes y después de la certificación WELL han mostrado mejoras en la satisfacción de los ocupantes, la salud mental y física percibida y la productividad.



Sin embargo, una limitación filosófica y práctica clave del estándar "Confort olfativo" de WELL es su objetivo explícito de mantener los ambientes interiores *inodoro*. Esta política, si bien es prudente en términos de salud y seguridad al prohibir aromas artificiales como ambientadores, velas aromáticas y aromaterapia en habitaciones con varios ocupantes, excluye implícitamente la posibilidad de una integración intencional y positiva de aromas que podría mejorar el bienestar. Este enfoque, si bien minimiza los riesgos de los COV y los alérgenos, pasa por alto la poderosa capacidad de los aromas naturales y cuidadosamente seleccionados para evocar emociones y recuerdos positivos, y contribuir a la identidad de un espacio, como se analizó en secciones anteriores.

38

LEED, se centra más en el diseño y el cumplimiento de la construcción. Si bien promueve materiales de baja emisión, su énfasis directo en los aspectos sensoriales y psicológicos de la olfacción es menos pronunciado en comparación con WELL.

BREEAM, otra norma integral, exige un Plan de Calidad del Aire Interior y análisis posteriores a la construcción para detectar ciertos contaminantes. Sin embargo, algunos estudios han arrojado resultados dispares sobre la satisfacción de los ocupantes en edificios con certificación BREEAM, con una menor satisfacción en algunos parámetros de Calidad Ambiental Interior (CAI), como la calidad del aire y el ruido, en comparación con los edificios sin certificación. Esto sugiere que, si bien BREEAM establece marcos, el impacto real en la experiencia de los ocupantes puede variar.

En cambio, otros estándares, como Passive House, si bien no son certificaciones tan amplias como LEED o WELL, ofrecen criterios rigurosos que benefician directamente el confort. Los estándares Passive House, por ejemplo, exigen ventilación filtrada para cada





espacio, proporcionan un excelente aislamiento acústico y cumplen fundamentalmente con los criterios de confort térmico. La capacidad de combinar certificaciones, como LEED y Passive House, como se ve en proyectos como The House at Cornell Tech, demuestra que una combinación de estándares puede abordar una gama más amplia de objetivos de sostenibilidad y confort, incluidos materiales sostenibles, uso del agua, acceso a la comunidad, eficiencia energética, calidad del aire interior y confort térmico interior.

Fotografía. The Cornell House. Handel Architects

La principal limitación del estándar de confort olfativo de WELL, que busca entornos completamente sin olores, es la exclusión de la integración de aromas positivos e intencionales que podrían mejorar genuinamente el bienestar. Esto representa una oportunidad única y significativa para la Certificación Confort, la cual puede superar esta limitación al establecer un estándar que prioriza la eliminación de contaminantes y la neutralidad de olores como base fundamental para la salud y la seguridad. Partiendo de esto, la certificación permite y guía estratégicamente la integración responsable de aromas naturales beneficiosos, quizás mediante elementos de diseño biofílico o una aromacología cuidadosamente seleccionada, para mejorar la experiencia humana.

Este enfoque se alinea con los estándares más amplios de confort "Estético-Espacial" y "Mental" de la Certificación Confort, ofreciendo una comprensión verdaderamente matizada y un diferenciador significativo en el mercado. Al equilibrar cuidadosamente la importancia de la protección de la salud con el potencial de un enriquecimiento sensorial positivo, la Certificación Confort puede ofrecer una definición más completa y centrada en el ser humano del confort olfativo.

Tabla 4.3: Comparación de los requisitos olfativos/CAI en las principales certificaciones de edificios (WELL, LEED, BREEAM, Confort)

Característica	Estándar de construcción WELL	LEED	BREEAM	Certificación Confort (enfoque propuesto)



Enfoque principal	Salud y bienestar humanos	Desempeño ambiental	Impacto ambiental y salud/bienestar	Confort humano holístico (salud física y mental)
Característica olfativa explícita	Sí (Característica 77: Comodidad olfativa)	No (implícitamente a través de IAQ)	No (implícitamente a través del Plan de Calidad del Aire Interior)	Sí (Estándar olfativo dedicado)
Enfoque de confort olfativo	Objetivos para <i>inodoro</i> ambientes; prohíbe los aromas artificiales (ambientadores, velas aromáticas, aromaterapia en habitaciones con varios ocupantes, agentes de limpieza perfumados); exige separación en origen para áreas con mucho olor.	Se aborda a través de créditos de materiales de bajas emisiones; se centra en la reducción de COV de los productos de construcción.	Requiere un Plan de Calidad del Aire Interior (IAQP) para minimizar la contaminación del aire interior; se centra en la ventilación, los materiales y el monitoreo.	Tiene como objetivo eliminar olores dañinos/desagradables. Se integran responsablemente aromas beneficiosos para el bienestar, la productividad y la salud. Equilibra la salud con una experiencia sensorial positiva.
Parámetros y límites clave de la calidad del aire interior (ejemplos)	Formaldehído <27 ppb; COVT <500 µg/m³; CO <9 ppm; PM2,5 <15 µg/m³; PM10 <50 µg/m³; Ozono <51 ppb; NO2 <53 ppb; Radón <4 pCi/L.	Formaldehído <27 ppb; TVOC <500 µg/m³ (para materiales).	Medición posterior a la construcción de formaldehído y TVOC en "niveles aceptables".	Se definen con base en puntos de referencia mensurables para una amplia gama de contaminantes.
Método de	Pruebas de	Revisión de	Documentación	Combinación de



verificación	desempeño posteriores a la ocupación por parte de un evaluador acreditado.	documentación, certificaciones de materiales.	IAQP, pruebas post-construcción.	revisión de diseño, documentación de materiales, pruebas de rendimiento y evaluación posterior a la ocupación, incluida la retroalimentación de los ocupantes.
Fortalezas	Fuerte enfoque centrado en el ser humano; característica olfativa explícita; límites de calidad del aire interior cuantitativos detallados; verificación basada en el rendimiento; alta satisfacción de los ocupantes.	Ampliamente reconocido a nivel mundial; promueve materiales de bajas emisiones; alcance integral para el desempeño ambiental.	IAQP integral; considera aspectos operativos; reputación de larga data.	Integración holística única de experiencia sensorial y salud; potencial para una percepción olfativa positiva (natural/controlada); fuerte énfasis en la salud mental/física y la productividad.
Limitaciones	El enfoque "sin olor" puede limitar el diseño sensorial positivo; potencial de sensibilidades químicas.	Enfoque menos directo en la experiencia/comodidad humana; criticado por no verificar el desempeño posterior a la ocupación de manera integral.	Se proporcionan límites cuantitativos menos específicos en fragmentos; algunos estudios muestran una satisfacción mixta de los ocupantes con respecto al IEQ.	Como nuevo estándar, requiere una definición clara, una implementación sólida y adopción en el mercado.



5.8 Estudios de caso y prácticas ejemplares en diseño olfativo y calidad del aire interior

Ejemplos reales ofrecen evidencia convincente de los beneficios tangibles derivados de priorizar una calidad superior del aire interior e integrar cuidadosamente el diseño olfativo. Estos estudios de caso no solo destacan una mejor salud de los ocupantes y una mayor productividad, sino que también demuestran un importante retorno de la inversión, lo que subraya el valor práctico de estas iniciativas.

42

5.8.1 Edificios que priorizan la calidad superior del aire interior y el bienestar de los ocupantes

Numerosos proyectos a nivel mundial han demostrado con éxito el profundo impacto positivo de las estrategias sólidas de Calidad del Aire Interior (CAI) en la salud, la función cognitiva y la satisfacción general de los ocupantes. Estos ejemplos ilustran con claridad cómo las inversiones en un ambiente interior saludable se traducen en beneficios humanos y económicos mensurables.

El innovador estudio CogFX de la Universidad de Harvard, realizado entre 600 trabajadores de oficina en seis países, proporcionó evidencia convincente de que una calidad superior del aire interior se correlaciona directamente con una toma de decisiones más agudizada y capacidades cognitivas mejoradas. El estudio encontró que los puntajes cognitivos de los participantes eran significativamente más altos en entornos de oficina "verdes" y "verdes mejorados" en comparación con los entornos convencionales. En concreto, las puntuaciones de uso de la información fueron un 172% y un 299% más altas, respectivamente, en los entornos verdes y verdes mejorados, mientras que las puntuaciones de estrategia fueron un 183% y un 288% más altas. Estas mejoras en la función cognitiva se traducen en ventajas económicas sustanciales para los propietarios y administradores de edificios, con estimaciones que sugieren un retorno potencial de la inversión de hasta \$6,500 anuales por ocupante debido al aumento de la función cognitiva.

Más allá de los beneficios cognitivos, una mejor calidad del aire interior (CAI) tiene un impacto directo en la salud y la productividad de los empleados. Por ejemplo, el proyecto del Hospital Infantil Akron, diseñado por HKS, logró un ahorro energético anual de más de



900.000 USD, lo que demuestra la viabilidad financiera del diseño sostenible. La oficina de Cundall en el Reino Unido informó un ahorro anual de más de £200.000, en gran parte debido a una menor rotación de personal y a la reducción de las tasas de enfermedad, lo que destaca los beneficios del capital humano de un espacio de trabajo más saludable. La oficina con emisiones netas de carbono cero de Floth logró una impresionante tasa de satisfacción del personal del 94,5%, y el 72% de los empleados informaron mejores resultados de salud. De manera similar, en la sede de Sherwin-Williams en Centro América, hubo una notable reducción del 68% en los problemas respiratorios reportados entre el personal y los días de enfermedad se redujeron casi a la mitad. Estos ejemplos subrayan colectivamente que los empleados prefieren los edificios ecológicos que los hacen sentir más saludables y productivos, y que las inversiones en dichos entornos suelen producir retornos rápidos de la inversión.

Estudios de casos prácticos también ilustran la eficacia de las intervenciones específicas para mejorar la calidad del aire interior. Una planta de fabricación en el Área de la Bahía, tras consultar con Healthy Building Science (HBS), implementó recomendaciones para diluir los contaminantes y mejorar las vías de ventilación. Esto resultó en una reducción drástica de los contaminantes en el aire, con una disminución de los compuestos orgánicos volátiles totales (COVT) de hasta un 84 %, y disminuciones significativas en los niveles de dióxido de carbono, partículas en suspensión y formaldehído. Esto condujo a una mejora apreciable de la calidad del aire y a una reducción de los olores perceptibles, mejorando así la comodidad en el lugar de trabajo.

Edificios innovadores a nivel mundial son referentes en cuanto a calidad del aire interior (CAI) y confort. The Edge, un edificio de oficinas en Ámsterdam, es reconocido por su sistema de climatización de alta eficiencia, que consume un 70 % menos de energía que un edificio de oficinas típico. Incorpora un jardín en la azotea y muros verdes para el aislamiento y la biodiversidad, además de un sistema de construcción inteligente que optimiza el consumo energético y el confort de los ocupantes.

El galardonado pabellón deportivo de Řevnice, República Checa, ejemplifica la arquitectura moderna que prioriza la sostenibilidad y la madurez tecnológica. Equipado con el sistema FLOWBOX EMOS, el pabellón funciona de forma autónoma, optimizando el consumo energético, gestionando la calefacción, la seguridad y la ventilación en tiempo real y creando un ambiente interior saludable. Esto ha generado importantes ahorros



operativos y una gran satisfacción del propietario.

Incluso estructuras emblemáticas como el Empire State Building, el Burj Khalifa, la Ópera de Sídney, el Taipei 101 y The Shard han experimentado importantes mejoras en sus sistemas de climatización (HVAC) e incorporado funciones de ahorro de energía (por ejemplo, protección solar, aislamiento térmico, recuperación de calor) y estrategias de ventilación natural para mantener un confort interior y una calidad del aire óptimos a pesar de sus desafíos únicos.

Los numerosos estudios de caso ofrecen pruebas contundentes del retorno tangible de la inversión en edificios saludables. Este retorno no se limita al ahorro energético, sino que se extiende fundamentalmente al capital humano, manifestándose en un aumento de la productividad, la reducción de las bajas por enfermedad y una mayor satisfacción de los ocupantes. Esto demuestra que priorizar el confort olfativo, mediante sólidas estrategias de calidad del aire interior (CAI), no solo es un compromiso con el bienestar humano, sino también una decisión financiera acertada.

Estos ejemplos hacen que el estándar de "Confort Olfativo" sea altamente comercializable y replicable, lo que refuerza la idea de que invertir en confort es invertir en las personas y en los beneficios.

5.8.2 Aplicaciones innovadoras del diseño olfativo para mejorar la experiencia humana

Más allá del objetivo fundamental de garantizar una calidad del aire interior saludable, algunos proyectos arquitectónicos exploran el uso deliberado e innovador del aroma para crear experiencias inmersivas, memorables y emocionalmente impactantes. Esto representa una frontera en el diseño olfativo, que va más allá de la mitigación de contaminantes hacia la mejora sensorial activa.

El diseño olfativo, también conocido como branding olfativo o diseño sensorial, está cobrando gran impulso en diversos sectores, como la arquitectura, el comercio minorista, la hostelería e incluso los entornos institucionales. Su objetivo principal es provocar respuestas emocionales específicas en entornos físicos, utilizando el aroma como un canal potente y poco utilizado. Este enfoque va más allá de simplemente agregar fragancia; implica la selección intencional de aromas que se alinean con la identidad de un lugar,



provocan sensaciones deseadas en los usuarios y, a menudo, refuerzan el mensaje de una marca o el propósito de un proyecto.

El poder del aroma para evocar recuerdos y emociones es fundamental en estas aplicaciones. Al seleccionar e integrar cuidadosamente los aromas, arquitectos y diseñadores pueden crear espacios que evoquen recuerdos o sentimientos específicos, haciendo la experiencia más personal e impactante. Por ejemplo, los hoteles de lujo a menudo rocían aromas exclusivos en sábanas y cortinas, creando una atmósfera cargada de recuerdos para los huéspedes que refuerza su identidad de marca. Las aerolíneas introducen aromas específicos en las cabinas para reducir el estrés del vuelo y mejorar la comodidad de los pasajeros. En los espacios comerciales, se ha demostrado que las fragancias agradables prolongan el tiempo que los clientes pasan allí, aumentan la intención de compra e incluso alteran sutilmente las percepciones subjetivas de temperatura, amplitud o limpieza.

Los avances tecnológicos permiten aplicaciones de aromas cada vez más inteligentes y personalizadas. Los difusores digitales permiten la liberación programada de aromas según datos en tiempo real, como la hora del día, la densidad de público o la temperatura ambiente, mejorando así la eficiencia y el impacto. Los sensores de presencia, los sistemas de automatización y el control remoto a través de aplicaciones móviles son cada vez más habituales en entornos comerciales y hoteleros, permitiendo experiencias olfativas dinámicas y receptivas.

El diseño olfativo también se está extendiendo a territorios digitales e inmersivos, con la realidad virtual, las exposiciones sensoriales y las instalaciones artísticas que comienzan a incorporar el aroma como una capa narrativa para intensificar la inmersión, desencadenar emociones específicas o señalar transiciones espaciales y temporales.

Un método particularmente impactante y generalmente bien recibido para integrar aromas positivos es el diseño biofílico. Incorporar vegetación y plantas de interior, como muros verdes y jardines en azoteas, no solo aporta atractivo visual, sino que también purifica el aire de forma natural al absorber gases y olores. Se ha demostrado que los elementos de diseño biofílico, como el ecosistema de selva tropical dentro del complejo de oficinas Amazon Spheres en Seattle, reducen el estrés, mejoran el estado de ánimo y potencian la función cognitiva, proporcionando señales olfativas sutiles pero poderosas de



la naturaleza.

La prohibición explícita de aromas artificiales en algunas certificaciones, como WELL, debido a la preocupación por la sensibilidad química y su potencial daño, pone de relieve una tensión crucial en el diseño olfativo. Si bien la integración intencional de aromas ofrece importantes oportunidades para un impacto emocional y cognitivo positivo, la Certificación Confort promueve la integración de aromas naturales, sutiles y no alergénicos (por ejemplo, mediante elementos biofílicos o materiales naturales) como estrategia principal.

Una aromacología más activa, en particular con fragancias sintéticas, debería reservarse para contextos específicos y controlados donde las sensibilidades individuales puedan gestionarse o donde el beneficio terapéutico supere claramente el riesgo. Este enfoque equilibrado permite a Certificación Confort aprovechar los importantes efectos positivos del olfato en el confort estético-espacial y mental, a la vez que mantiene rigurosamente su compromiso con la salud física y la seguridad.

5.8 Conclusiones y recomendaciones

La exploración exhaustiva del confort olfativo revela que se trata de una dimensión multifacética y profundamente impactante del entorno construido, que se extiende mucho más allá de la mera ausencia de olores desagradables. Las singulares vías neurobiológicas del olfato, que se vinculan directamente con los centros emocionales y de memoria del cerebro, subrayan su poder incomparable para influir en el bienestar, el estado de ánimo, la función cognitiva y la productividad humana. Esta comprensión exige un enfoque sofisticado para el estándar "Confort Olfativo" de Certificación Confort, que sea a la vez científicamente riguroso y profundamente centrado en el ser humano.

Un hallazgo crucial es la peligrosa desconexión entre el olor percibido y la calidad real del aire interior. Muchos contaminantes nocivos, como el monóxido de carbono y el radón, son inodoros, mientras que algunos aromas agradables pueden, paradójicamente, provocar la formación de subproductos tóxicos como aerosoles orgánicos secundarios.



Esta realidad exige que la Certificación Confort priorice las pruebas de rendimiento objetivas y mensurables de los contaminantes sobre las evaluaciones sensoriales subjetivas. La amplia gama de contaminantes del aire interior, provenientes de los materiales de construcción, las actividades operativas y la infiltración externa, requiere una estrategia integral para el control de la fuente, una ventilación robusta, una filtración avanzada y una gestión meticulosa de la humedad.

Si bien certificaciones líderes como WELL, LEED y BREEAM abordan la calidad del aire interior, sus enfoques sobre el aspecto sensorial del olfato varían. WELL, con su enfoque centrado en el ser humano, busca explícitamente un ambiente sin olores, prohibiendo los aromas artificiales para mitigar los riesgos para la salud. Esta postura, si bien prudente, ignora el potencial de la integración positiva e intencional de aromas para mejorar la experiencia humana. La Certificación Confort tiene una oportunidad única para cerrar esta brecha.

Con base en este análisis, se proponen las siguientes recomendaciones para el estándar “Confort Olfativo” de Certificación Confort:

1. **Establecer un mandato dual: primero la neutralidad en materia de salud y luego la mejora responsable.**
 - **Priorizar la eliminación de contaminantes y la neutralidad de olores:** El objetivo fundamental del estándar de "Confort Olfativo" debe ser el control riguroso y la eliminación de todos los contaminantes nocivos del aire interior (COV, partículas, CO, radón, NO₂, esporas de moho) y olores desagradables en general. Esto garantiza un ambiente de referencia saludable y no irritante para todos los ocupantes, reconociendo la crucial desconexión entre el olor percibido y la calidad real del aire. Esto implicará parámetros de referencia medibles y rigurosos para la calidad del aire, que cumplan o superen las directrices de la OMS y la EPA.
 - **Integración estratégica y responsable de aromas:** Partiendo de esta base sólida, la Certificación Confort debe permitir y guiar estratégicamente la integración responsable de aromas beneficiosos. Dada la variabilidad individual y las posibles sensibilidades, el principal método para una mejora olfativa positiva debe ser



mediante elementos naturales, en particular el diseño biofílico.

Esto incluye el uso de materiales naturales de baja emisión (p. ej., madera, ciertas arcillas) y la integración de plantas de interior y muros verdes, que purifican el aire de forma natural y proporcionan aromas sutiles y de amplio atractivo. La aromacología activa o el uso de fragancias sintéticas debe abordarse con extrema precaución, reservándose para contextos específicos y altamente controlados (p. ej., consultorios individuales con difusores controlados por el usuario o espacios terapéuticos donde un aroma específico y aprobado forma parte de un protocolo clínico) donde se puedan gestionar las sensibilidades individuales y se monitoricen rigurosamente los posibles subproductos.

48

2. Mandato de control integral de fuentes.

- **Materiales de baja emisión:** Exigir el uso exclusivo de materiales de construcción, acabados y mobiliario con bajo contenido de COV y sin formaldehído, con requisitos de certificación claros (p. ej., Método Estándar CDPH v1.2, productos que cumplen con WELL/LEED). Los certificadores deben verificar las especificaciones de los materiales y exigir periodos de desgasificación previos a la instalación, siempre que sea posible.
- **Protocolos operativos:** Implementar protocolos de limpieza estrictos que prohíban el uso de productos de limpieza perfumados y ambientadores que produzcan subproductos nocivos. Imponer la prohibición total de fumar dentro y en las inmediaciones de los edificios certificados. Exigir sistemas robustos de gestión de residuos y características de diseño (p. ej., presurización negativa, puertas con cierre automático) para evitar la migración de olores desde zonas con alto olor, como cocinas y baños.
- **Gestión de la infiltración:** Fomentar prácticas de diseño y construcción de envolventes de edificios que minimicen la infiltración de contaminantes exteriores y olores externos no deseados, teniendo en cuenta el contexto del sitio del edificio y la calidad del aire ambiental circundante.

3. Requiere sistemas avanzados de ventilación y purificación de aire.



- **Ventilación mecánica con recuperación de calor (HRV/MVHR):** Recomendar enfáticamente o exigir la instalación de sistemas HRV/MVHR de alta eficiencia para garantizar un intercambio de aire continuo y controlado, dilución de contaminantes, control de olores y niveles óptimos de humedad mientras se maximiza la eficiencia energética.
- **Filtración multietapa:** Requieren sistemas de filtración de aire de múltiples etapas, incluidos filtros HEPA para partículas y filtros de carbón para gases y olores.
- **Enfoque cauteloso hacia el PCO:** Extreme las precauciones con las tecnologías de oxidación fotocatalítica (PCO). Si se permite, exija la validación independiente de terceros de su eficacia y, fundamentalmente, de su seguridad en condiciones reales, garantizando la ausencia de subproductos tóxicos. Los certificadores deben estar informados sobre los posibles riesgos asociados a las reacciones incompletas de PCO.

4. Integrar el control de la humedad y la gestión de la humedad.

- **Niveles óptimos de humedad:** Establecer estrategias operativas y de diseño para mantener los niveles de humedad interior entre el 30% y el 50% para prevenir el crecimiento de moho y hongos.
- **Prevención de la humedad:** Requieren estrategias sólidas de control de la humedad, incluyendo barreras de vapor, drenaje adecuado y el uso de materiales que amortigüen la humedad en la estructura del edificio, asegurándose de que no queden sellados por acabados impermeables.

5. Enfatizar la educación y concientización de los ocupantes.

- **Educar a los certificadores y ocupantes:** Desarrollar materiales educativos integrales para certificadores y ocupantes de edificios sobre la distinción crítica entre el olor percibido y la calidad real del aire, los peligros de los contaminantes inodoros y los riesgos potenciales de ciertos productos perfumados.



- **Promover el control del usuario:** Cuando sea apropiado, fomentar características de diseño que permitan a los ocupantes un grado de control personal sobre su entorno olfativo inmediato, como ventanas que se puedan abrir (donde la calidad del aire exterior lo permita) o sistemas de difusión de aromas personalizados y seguros.

Al adoptar estas recomendaciones, la Certificación Confort puede establecer un estándar sólido y verdaderamente holístico de "Confort Olfativo" que no solo protege la salud física de los ocupantes al garantizar una calidad del aire interior impecable, sino que también mejora significativamente su bienestar psicológico y emocional mediante experiencias sensoriales cuidadosamente diseñadas.

Este enfoque integral diferenciará a la Certificación Confort como líder en la creación de entornos construidos que realmente fomentan el desarrollo humano.