

**CRISIS COVID-19  
INFORME 10**

---

# **BACK to STUDY**

**en Centros Educativos**

**PROTOCOLOS OPERATIVOS,  
DE RE-COMMISSIONING Y DE DISEÑO**

Junio 2020

**ingenieros JG** 

[www.jgingenieros.es](http://www.jgingenieros.es)

# 1. PRESENTACION

Después de varias semanas con los edificios cerrados por el estado de alarma decretado a raíz de la crisis sanitaria provocada por el Covid-19, se plantea ya la gradual vuelta a las operaciones y ocupación de los edificios docentes.

Para garantizar un entorno saludable en estos edificios es necesario aplicar un protocolo de “vuelta al trabajo” que garantice que los centros educativos estén en las mejores condiciones de salubridad posibles cuando los ocupantes (estudiantes, profesores, personal de administración y servicios) comiencen a volver, y que se mantengan así en el tiempo.

La relación de los contaminantes microbiológicos (como los virus) con las instalaciones de los edificios está ampliamente documentada:

- Los desinfectantes y la limpieza los eliminan.
- La ventilación los diluye.
- La luz ultravioleta los desactiva.
- Los filtros de eficacia tipo F8 y F9 los detienen en un grado razonable
- La adecuada humedad relativa interior dificulta su desarrollo.

Conseguiremos un entorno seguro en los edificios si evitamos la transmisión del virus dentro de los mismos. Para ello, hay que intentar atacar en todos los puntos posibles con medidas como:

- Prevenir que las personas infectadas o a los receptores susceptibles de tener problemas graves penetren en el edificio.
- Higiene personal: extremar las medidas de higiene y desinfección personal.
- Higiene del entorno: Extremar la higiene del entorno e instalaciones.
- Ventilación y purificación: para diluir o retirar los agentes infecciosos del ambiente.

Este documento pretende recoger el conjunto de medidas operativas y estructurales que permitan garantizar esta condición de salubridad.

- El punto de partida debe ser la puesta a punto de estos edificios (re-commissioning, capítulo 2) previa a la ocupación de los mismos. Aunque el foco debe ponerse en las instalaciones de climatización, también deben revisarse las instalaciones mecánicas, eléctricas y de seguridad.
- Debe haber también un conjunto de indicaciones operativas a seguir por todos los ocupantes del edificio (capítulo 3). Aunque este punto ha sido ya muy trabajado por diferentes agentes (como la propia administración y las empresas de limpieza y prevención de riesgos laborales), nos parece que tiene interés tener aquí también recogidas estas indicaciones.

- A continuación, se plantean un conjunto de intervenciones en el propio edificio para facilitar el mantenimiento de esas condiciones de seguridad (capítulo 4). Se recogen las posibles modificaciones en los sistemas de climatización, y la incorporación de elementos de tecnología Smart para la monitorización y gestión de esas condiciones ambientales interiores.
- Finalmente, el documento recoge un conjunto de recomendaciones a tener en cuenta en el diseño de nuevos centros educativos (o remodelaciones integrales) para garantizar la salud de los ocupantes frente a este virus u otras situaciones futuras similares que se pudieran producir (capítulo 5). De nuevo, la afectación más importante se debe dar en las instalaciones de climatización, aunque se presentan también orientaciones de tipo arquitectónico y para el resto de instalaciones. También se indica la aportación que la metodología BIM y las certificaciones ambientales y de bienestar pueden realizar en este objetivo de diseñar nuevos edificios más saludables y resilientes.



## 2. RE-COMMISSIONING DE LOS EDIFICIOS

Antes de la entrada de usuarios, será necesaria una desinfección a fondo del edificio, y la re-activación de todos los protocolos de mantenimiento que pudieran estar suspendidos por la crisis, especialmente los que afectan a la seguridad de las personas: protección contra incendios, aparatos elevadores, legionella, etc.

Respecto a las instalaciones y sistemas de los edificios, es necesario realizar unos trabajos preliminares y auditoría que los verifique, que son los siguientes:

### 2.1 Instalaciones de climatización

- Substitución o limpieza de los filtros de las unidades de tratamiento de aire (climatizadores, fan-coils, equipos autónomos).
- Comprobación y ajuste de los caudales de aire de las unidades climatizadoras y de aportación de aire exterior. Respecto a la aportación de aire exterior, actuar para que se aumente el caudal a lo máximo posible y validar el resultado con mediciones. Esta modificación comportará un mayor consumo energético de la instalación de climatización.
- Confirmar que las descargas de las extracciones de los sistemas de aire (tanto generales como aseos u otros) se encuentran alejadas de las tomas de aire exterior. En caso contrario, modificarlas para que se garantice esa independencia.
- Limpieza general de difusores y rejillas.
- Sistemas de recuperación de calor: Los recuperadores de rueda entálpica deben pararse para evitar posibles re-contaminaciones del aire de entrada con el aire de extracción. En los recuperadores de flujos cruzados, hay una posibilidad remota de reentrada por posibles fugas de aire, pero no es relevante. Los recuperadores de doble batería son seguros y pueden usarse sin limitaciones.
- Confirmar que la humedad relativa interior se encuentra entre 40 y 60%, o ajustarla en su caso. La baja humedad del aire (<30%) provoca el resecaimiento de las vías respiratorias haciéndolas más vulnerables a las infecciones, y favorece la rápida creación de núcleos de gotas al secar las gotículas dejando los sólidos en suspensión con capacidad infectiva por más tiempo.
- Comprobar el correcto funcionamiento de los equipos de producción energética (enfriadoras, calderas, bombas de calor). Hay que tener la máxima disponibilidad de dichos equipos debido al posible aumento de consumo energético por el aumento de aire exterior.

- Respecto a los equipos terminales (fan-coils, VRV), convendría fijar su operación a velocidad mínima, para reducir al máximo la inducción de aire de estos equipos. Para compensar la menor capacidad térmica de estos equipos, se debería intentar climatizar el ambiente interior con el climatizador de aire primario (bajando la temperatura de impulsión si es preciso), o utilizando la ventilación natural a través de las ventanas, si fuera posible,

## 2.2. Instalaciones eléctricas y de seguridad

- Validar el correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos de emergencia, como grupos electrógenos, si los hubiera (comprobar reserva de combustible) y SAI.
- Comprobar el correcto funcionamiento de sistemas de aviso de alarmas y actuaciones de emergencia.

## 2.3. Instalaciones mecánicas

- Abrir todos los grifos de agua y dejarla circular unos minutos para renovación. Especial importancia de vaciado y limpieza de los depósitos de agua de cafeteras, fuentes y similar.
- Comprobar el correcto funcionamiento de los grupos de presión.
- Comprobar el correcto funcionamiento de los sistemas de cloración y descalcificación. En los depósitos de agua sanitaria se deberá contrastar con las analíticas o registros realizados durante el periodo de confinamiento. En caso de no poder dar garantías de la correcta salubridad del agua, será necesario vaciado y limpieza profunda.
- Agua caliente sanitaria: Realizar un proceso preventivo de tratamiento anti legionella (mediante cloración o choque térmico).

## 2.4. Otras actuaciones

- Se recomienda también efectuar una auditoría de calidad ambiental previa a la ocupación de las instalaciones, una vez realizados los procedimientos de limpieza y re-commissioning de las instalaciones.
- Repaso y actualización de los contratos y procesos y registros de mantenimiento y limpieza. Garantizar la aplicación de dichos procedimientos con registros de actuación. Recomendable el uso de una herramienta informática de Facility Management.

### 3. PROTOCOLOS OPERATIVOS

Por protocolos operativos entendemos los que hacen referencia más directamente a las personas que utilizan nuestros edificios. Debe haber una fase de preparación de la “vuelta al trabajo”, y una fase operativa que recoja la organización de la accesibilidad y circulaciones interiores, la organización de los puestos de trabajo y la organización de la limpieza y desinfección de los espacios.

Hay que tener en cuenta que estos modelos y protocolos pueden ser cambiantes en el tiempo, debido a nuevas reglamentaciones e incertidumbres propias de la pandemia. Por ello se recomienda establecer una comisión permanente de trabajo de las diferentes áreas de actividad del centro educativo, así como representantes del claustro, alumnos, área jurídica y facility manager, cuya misión será actualizar dichos protocolos e informar y comunicar debidamente a todos los usuarios.

#### 3.1. Preparación de la vuelta al edificio de los usuarios

- Cursillo de prevención de riesgos on-line para todos los profesores, alumnos, personal de administración y servicios del campus.
- Registrar el recorrido de los usuarios-empleados del edificio desde su casa al campus y viceversa. Esto permite conocer el grado de exposición que tiene cada uno de los usuarios y, en función de esto, elaborar un protocolo operativo más ajustado a las necesidades. Conocer el uso del transporte público, transporte privado o plataformas de *sharing* permite conocer de antemano que usuario está más expuesto al contagio por coronavirus y hacerles llegar las medidas de prevención más adecuadas según su situación, así como poder ajustar las prestaciones del campus, como por ejemplo adaptando la reserva de plazas de aparcamiento, aumentar los racks de bicicletas y patinetes o habilitar más taquillas para los cascos de moto y bici.
- Organización de las aulas y espacios de trabajo individuales: garantizar la distancia de seguridad de 2 m entre usuarios. Si esto no es posible, colocar mamparas separadoras entre los puestos de trabajo. Si esto tampoco es posible, deberá ser obligatorio llevar mascarilla en el aula o el puesto.

Obtención de los equipos de protección individual necesarios para usuarios habituales y visitas:

- Suministro de mascarillas a cada usuario, principalmente para el traslado de su residencia al centro educativo. Se recomienda el uso de mascarillas FFP2 ya que ofrecen protección al usuario a la vez que evita la propagación del virus.

- Dos guantes al día para cada usuario: unos para ponérselos al salir del centro educativo hacia casa y otros para ir de casa al centro y sacárselos al llegar y empezar a trabajar. En el centro educativo no llevarán guantes.
- Adquisición de un termómetro digital para tomar la temperatura a la entrada de los usuarios al edificio.
- Botellas con gel hidroalcohólico accesibles en las zonas comunes.

### 3.2. Acceso al edificio

- Si el edificio tiene servicio de consejería, mantener las puertas de acceso al inmueble abiertas para una buena circulación de aire y evitar tener contacto con los pomos.
- Felpudos desinfectantes: un felpudo conteniendo una solución de hipoclorito de sodio con agua, y posteriormente se secarán los zapatos y objetos en otro felpudo instalado centímetros más adelante.
- Colocar señales en el suelo para el mantenimiento de las distancias ante el mostrador de recepción.
- Ascensores: limitar el aforo al 50% de su capacidad, y prever toallitas desechables en recepción para el accionamiento de botoneras. Además, se deberá añadir un cartel detallado de consejos de uso del ascensor y recomendaciones de prevención, junto con la colocación de vinilos de señalización en el suelo de la cabina del ascensor y en los lobbies de planta para indicar la posición en la que deberán situarse los pasajeros.
- Las puertas ubicadas en las escaleras de emergencia se mantendrán abiertas para que las personas puedan trasladarse por ellas, para minimizar el uso de los ascensores. El recorrido por las escaleras se deberá realizar manteniendo la distancia mínima de un metro entre personas y sin tener contacto alguno con las barandas. Si hubiera varias escaleras en el edificio, e habilitarían unas para subir y otras para bajar.
- Los abrigos, cascos, etc. se dejarán en un armario o colgador a la entrada de cada zona.

### 3.3. Organización de la actividad diaria

- Facilitar la limpieza diaria de las aulas y resto de espacios: eliminar papel (folletos, libros) en zonas comunes. Obligación de dejar las mesas completamente limpias al abandonar los diferentes espacios.
- No compartir ordenadores ni otros elementos de trabajo.

### 3.4. Limpieza y desinfección

- Doblar el turno de limpieza de los espacios: por la mañana/noche y a mediodía, cada día.
- Desinfección semanal por vía aérea de los diferentes espacios mediante procedimientos de nebulización. Este proceso debería ser llevado a cabo por una empresa autorizada que tenga personal cualificado para dicha función y utilice productos registrados y adecuados.



## 4. MODIFICACIONES EN LAS INSTALACIONES EXISTENTES

En este apartado se incluyen básicamente los diferentes equipos que pueden incorporarse con relativa facilidad al edificio, para mejorar las condiciones de seguridad y salud del mismo.

### 4.1. Instalaciones de climatización

La limpieza completa del aire es sumamente difícil de conseguir con las instalaciones de climatización habituales para esta tipología de edificios. Las estrategias se basan en diversas actuaciones y mejoras en línea a la mejora de la calidad del aire y reducción de partículas y, por consiguiente, de la posible carga vírica.

En cuanto a las instalaciones de climatización y ventilación, podemos clasificar los centros educativos en 3 grupos:

- Los que tienen sistema de climatización y ventilación para las diferentes aulas, con sistema centralizado, o individualizado por estancia.
- Los que tienen sistema de solo calefacción y sistema de ventilación mecánica individualizado por estancia.
- Los más antiguos, sin sistema de ventilación mecánica, solamente con sistema de calefacción tipo radiadores, en los que la ventilación se realiza mediante apertura de ventanas.

Seguidamente se exponen criterios y medidas de aplicación posible para las diferentes tipologías, cuya aplicación en cada caso deberá ser analizada; medidas que suman y son necesarias, pero no son garantía de la eliminación completa del virus.

#### a) **Maximizar la cantidad de aire exterior para diluir la eventual concentración del virus.**

Si el ambiente exterior lo permite, para mejorar la calidad de aire interior del edificio, hacer funcionar los sistemas de aportación de aire exterior y extracción de aire viciado 24 horas al día. Como alternativa, arrancar los sistemas de renovación de aire dos horas antes de la ocupación del edificio, y mantenerlos operativos dos horas después de la desocupación del mismo.

La renovación del aire tendrá poco efecto sobre las gotículas infectadas más grandes (>10 micras) ya que se depositan rápidamente, y deberán controlarse con la higiene de superficies, pero sí que será efectiva frente a las más pequeñas (5 micras) que pueden permanecer horas en suspensión en los ambientes cerrados.

Si los hay, anular si es posible los sistemas de recirculación de aire en los climatizadores, aunque esto provoque un aumento del consumo energético. Si esto no es posible, se deberá analizar el instalar conjuntos suplementarios de filtros de alta eficacia + ventilador para conseguir filtrar el aire de recirculación para la retención de partículas antes de que pueda volver a ser introducido en el ambiente.

Si las condiciones térmicas y acústicas exteriores lo permiten y con la calidad del aire exterior satisfactoria, es conveniente el mejorar la aportación de aire por ventilación natural a través de la apertura de las ventanas.

**b) El aire de aportación y el de extracción de los espacios compensados.**

El que el aire de aportación y extracción estén prácticamente compensados nos garantiza el que las partículas se queden en el ámbito ventilado.

Desde hace algunos años, algunas aulas se han venido tratando con sistemas de ventilación con convección apoyados con pequeños ventiladores para la calefacción, y que sustituyen los radiadores de pared. En ocasiones la extracción de aire se realiza por sistema de transferencia a pasillos, vía aseos, o espacios generales en lugar de extracción mecánica. En estos casos se debería abrir ventanas ligeramente, y que el aire interior a renovar salga por ventanas en lugar de transferencia a otras áreas.

**c) Filtrar el aire con elementos de alta eficacia, especialmente el aire que se va a recircular.**

Instalar filtros de aire de clase F9 en climatizadores si el ventilador lo permite. Un filtro de clase F9 es capaz de retener un 70%-80% de las partículas de 0,1 micras y un filtro de clase F7 sólo un 50%-60%. Es decir, los filtros pueden tener un efecto considerable en la reducción de la carga vírica ambiental, incluso en el improbable caso de que el virus se encuentre como una partícula aislada. Normalmente las emisiones humanas se producen dentro de una gota de fluido corporal (saliva, flemas, mucosidades, etc.) y por tanto van agrupadas en gotas o conglomerados de partículas que suelen tener tamaños más grandes, lo cual incrementa la capacidad de eliminación de dichos organismos mediante filtros.

Otra tecnología muy interesante para la reducción de carga vírica en el sistema de climatización es la lámpara UV (ultravioleta). Esta tecnología de esterilización permite contribuir en eliminar virus y bacterias, aunque con condicionantes: es sumamente efectiva con el aire en reposo o a una velocidad muy reducida (menor que 1,5m/s, por ejemplo). Por consiguiente, se desaconseja su instalación en conductos por sus velocidades de paso elevadas, ya que su efecto sería muy bajo. En cambio, sí resulta una opción a contemplar para instalar antes de los filtros para eliminar los virus atrapados o en las bandejas de condensados para eliminarlos del agua condensada.

En las unidades terminales de tratamiento de aire (fan-coils, unidades autónomas de conducto) pueden instalarse equipos de ionización de plasma, que tienen cierto potencial de atrapar las moléculas de agua que rodean los agentes patógenos (virus, bacterias, etc.) y eliminar el hidrógeno que rodea el virus y que éste necesita para su supervivencia. Existen algunos estudios que demuestran cierta capacidad de inactivación de virus. El fabricante debe garantizar que no hay generación de gases dañinos, como por ejemplo ozono, según recomendaciones de organismos o asociaciones de referencia. Es un sistema complementario de las medidas a adoptar, que puede resultar de ayuda a otras medidas más eficientes.

#### **d) Purificadores de aire ambiente**

Los purificadores de aire ambiente son un complemento para limpiar el aire interior de una estancia adecuados para los espacios con múltiples personas, como aulas, salas de reuniones, comedores, pero también en espacios que puedan ser más diáfanos tipo recepción, pasillos, zona administrativa, etc. El sistema se basa en un ventilador que hace recircular el aire a través de un filtro de alta eficacia que atrapa las partículas contenidas en el aire.

Existen diferentes tecnologías para llevar a cabo el proceso de filtración, entre las que destacan:

- **Filtros HEPA:** Es el sistema más efectivo y con más garantías de retención de partículas. La eficiencia en la filtración es sumamente elevada y aunque la molécula sea muy diminuta es igualmente atrapada debido a que su vibración provoca en algún momento contacto con las fibras. El mantenimiento asociado a esta tecnología se basa en el cambio de filtro únicamente y llevan asociado un ventilador y atenuación acústica. Son equipos que permiten realizar de 2 a 4 movimientos/hora de aire interior, pasando éste por los filtros. El número de movimientos hora del aire de la estancia que pasan a través del filtro es un dato a tener en consideración, ya que de ello depende el tiempo que tarda en eliminar las partículas. A título informativo, para un equipo que realice 4 renovaciones por hora de un espacio, en un tiempo de 70 minutos habrá retenido aproximadamente el 99% de las partículas presentes en el aire y si se dota de equipo con 10 movimientos hora, el tiempo para la misma retención se reduce a 30 minutos. No reemplaza la necesidad de llevar mascarilla dentro de los espacios de trabajo compartidos, pero reduce de forma considerable la concentración de partículas.
- **Ionización de plasma en frío:** Este sistema, anteriormente introducido, se basa en la creación de iones para que atrapen moléculas de agua que rodeen los agentes patógenos (virus, bacterias, etc.) y eliminen el hidrógeno que rodea el virus y que necesita para su supervivencia. No tiene la misma capacidad de eliminación, ni las mismas certificaciones y test que en el caso anterior de filtros HEPA. Esta tecnología también ha resultado efectiva en la disminución de moho en ambientes cerrados y

en la disminución del desarrollo de ácaros. Como se ha comentado anteriormente, el fabricante debe garantizar que no hay generación de gases dañinos según recomendaciones de organismos o asociaciones de referencia. No reemplaza la necesidad de llevar mascarilla dentro de los espacios de trabajo compartidos, pero reduce la concentración de partículas.

Estos equipos se pueden distribuir por los espacios ocupados de manera que se asegure entre 2 y 5 movimientos cada hora en espacios sin alta ocupación, y a ser posible, aumentar los movimientos hora en espacios de alta ocupación. El equipo, que solamente necesita una toma de corriente, irá limpiando el aire de su alrededor y es por este motivo que resulta interesante distribuirlos equitativamente en toda la zona ocupada. Muchos de estos equipos llevan incorporado un panel de control donde se puede gestionar su funcionamiento y sus operaciones de mantenimiento.

#### e) **Movimiento interior del aire**

Las probabilidades de transmisión de las partículas entre personas dependen también del movimiento de aire, se debe tener en cuenta que los sistemas de difusión de aire mezclan el aire aportado con el aire ambiente, provocando turbulencias, movimientos de partículas y arrastre de aire del entorno. Ello implica que puede mover de forma impredecible las partículas desde las proximidades de unas personas a otras. Se deben analizar en cada caso si son necesarios y las posibilidades de reducción de esta inducción.

En general, para todos los espacios, la distancia entre las personas y la mascarilla será imprescindible para evitar que las partículas pasen de unas personas a otras. No es posible garantizar la no mezcla del aire ni el movimiento de partículas entre personas. Aforo limitado al 50% de su capacidad.



## 4.2. Tecnología de monitorización y gestión de las condiciones interiores del edificio

Varias son las soluciones y aplicaciones tecnológicas que pueden ayudar a conocer en tiempo real las condiciones de operación del edificio desde el punto de vista de su salubridad. La mayoría de estas soluciones son “plug and play” y de fácil instalación en edificios existentes. Se pueden considerar las siguientes:

- Control de accesos con reconocimiento facial y apertura automática de puertas. Este sistema de reconocimiento facial permite además registrar la temperatura de las personas que acceden al edificio e identificar si llevan mascarilla o no.
- Control de accesos de proximidad, sin contacto, como alternativa al anterior sistema. Lector de tarjeta sin necesidad de contacto. Identifica la tarjeta a unos 15 cm de distancia, reduciendo así el contacto físico. Pensado para el acceso a ciertas áreas restringidas (no en tornos).
- Control higiene cumplimiento higiene de manos (dispensador de gel con sensores y contadores) en los accesos del campus o a salas específicas. Aunque pueda vincularse con la apertura de puertas, puede ser interesante tener un sistema de monitorización de la higiene de manos en el momento que el usuario entra en el edificio o una zona/sala concreta.
- Señalización y comunicación digital: Pantallas de contenido actualizables y dinámicas que permiten la interacción digital con el usuario del edificio para facilitar información sobre ocupación de salas, localización de departamentos, puestos de trabajo, recorridos de evacuación, políticas de educación sostenible y promoción de la salud (recordatorio higiene manos, uso mascarillas) así como también información personalizada para el usuario.
- Posicionamiento interior de personas: para conocer recorridos de personas que pudieran ser diagnosticadas posteriormente como positivas. Es importante garantizar la cobertura wifi en todo el edificio para poder realizar esta función.
- Análisis de vídeo inteligente: tecnología que permite analizar vídeos y extraer datos específicos como el comportamiento, estado de salud (análisis termográfico) y actitudes de las personas grabadas. También permite verificar si se cumple el distanciamiento social de 2 m e identificar si los usuarios llevan mascarilla o no.
- Conteo de personas: control de la afluencia de personas y ocupación de ciertos espacios. Vinculado con la señalización y comunicación digital, puede indicarse por

pantalla aquellas plantas/zonas/salas que ya han llegado al aforo máximo permitido y así evitar desplazamientos de personas innecesarios.

- Reserva de salas: Si se tiene control sobre el uso de las salas, puede limitarse el número de reservas, puede regularse la climatización en función del uso de las mismas, puede gestionarse la limpieza entre un uso y el siguiente, o simplemente bloquearse la sala porque ya se han realizado el número máximo de reuniones permitidas en el día.
- Asistentes virtuales (Siri, Alexa): Accionamiento por voz de ciertos sistemas o rutinas del edificio con la intención de minimizar el contacto físico.
- Limpieza de espacios según ocupación: gestión de las tareas de limpieza teniendo en cuenta las zonas más frecuentadas y salas ocupadas. Muy importante en la gestión de los aseos y vestuarios. Conteo de personas y “semáforos” que indiquen cuando se puede entrar en función del aforo establecido y así reducir el riesgo. Cuando el uso del aseo llegue a determinados servicios, alertar al servicio de limpieza.
- Sistema de gestión de la recogida de residuos: gestión de la recogida de residuos según el grado de llenado de los contenedores.
- Monitorización de la calidad ambiental en tiempo real (T, HR, CO2, VOC): control de la calidad del aire de un recinto, incluyendo control de la temperatura, humedad, CO2 y partículas.
- Control de la calidad del agua en tiempo real para la prevención de Legionella: sistema de monitorización que controla la cantidad de biofilm que se forma en una instalación y en función de los umbrales definidos, pone automáticamente en funcionamiento el sistema de tratamiento. Sólo para instalaciones con torres de refrigeración.
- Sistema informático de gestión y seguimiento del mantenimiento: sistema de gestión integral de la explotación de las infraestructuras, combinando con el mantenimiento predictivo de equipos específicos.
- Robots que patrullan por el recinto de forma autónoma con funcionalidades como reconocimiento facial, detección de gases nocivos, identificación de ruidos anormales, alarma de incendios, análisis de comportamiento, lectura de matrículas, cámara termográfica, etc.

- Taquillas multiservicio ubicadas en el hall o aparcamiento del edificio que funcionan como punto de recogida de servicios y paquetes para ocupantes del edificio, controlando el acceso a la taquilla a través de una App móvil. Gracias a la implantación de este sistema de gestión de la paquetería y mensajería, se evita la circulación innecesaria de los repartidores por el interior del campus, reduciendo así el riesgo de contagio.
- Taquillas electrónicas modulares para el almacenaje de objetos y carga de dispositivos electrónicos personales con una variedad de métodos de acceso diferentes como lectores biométricos, tarjetas, código PIN, etc. Implantando esta solución, los usuarios pueden guardar sus objetos personales en un espacio seguro y desinfectado de forma que otros usuarios no puedan tocarlos, reduciendo así el riesgo de contagio por contacto. En caso de disponer de vestuarios, los usuarios que utilicen el transporte público o se desplacen al centro escolar haciendo algún tipo de deporte, tendrán la posibilidad de cambiarse de muda favoreciendo así la higiene y seguridad en el trabajo.



## 5. CRITERIOS DE DISEÑO PARA NUEVOS CENTROS EDUCATIVOS Y GRANDES REMODELACIONES

Además de todos los criterios indicados en el capítulo 4, en este capítulo se incluyen los criterios de diseño a tener en cuenta en remodelaciones integrales de los edificios existentes y en futuros diseños de nuevos edificios.

### 5.1. Planteamiento arquitectónico

En todas las zonas del centro educativo es esencial mantener una buena limpieza superficial. En relación a los materiales constructivos, son viables todos aquellos a los que se les puede aplicar una limpieza superficial fácilmente, garantizando su conservación. Se recomienda la utilización de materiales antibacterianos (como puede ser el cobre) en aquellos puntos de contacto con el usuario, como pueden ser pomos o barandillas.

Los espacios de circulación serán aquellos de uso compartido por todos los usuarios del edificio, tanto alumnos como profesores y personal. Forman parte de este conjunto la concatenación de espacios desde la entrada del edificio hasta la entrada a las diferentes aulas y espacios.

Hasta el momento presente, los recorridos de salida y entrada de un edificio forman parte de los recorridos de evacuación y se han dimensionado para garantizar una evacuación segura de los usuarios. Debemos replantearnos si es necesario que las normas evolucionen, redimensionando estos espacios para que en ningún caso se produzcan aglomeraciones con el fin de proteger también al usuario de posibles contagios en momentos de pandemia.

Será necesario redimensionar estos espacios de circulación (vestíbulos de acceso, pasillos, vestíbulos de ascensores) para evitar aglomeraciones de personas en ellos. La dimensión de estos espacios deberá garantizar en caso de pandemia la separación de 2 metros entre los usuarios. Será necesario disponer de señalética que indique el aforo de cada espacio en condiciones normales y en condiciones de pandemia.

Respecto a la accesibilidad de los edificios, el objetivo será tratar de evitar al máximo el contacto manual de los usuarios con los diferentes elementos del edificio.

## 5.2. Instalaciones de climatización

Al igual que sucede con otros tipos de edificios, el diseño actual algunos aspectos de los sistemas de acondicionamiento y climatización de los centros educativos no va a favor de las estrategias para evitar el movimiento de partículas entre personas en las zonas abiertas y comunes, lo que conlleva en que se puedan mover virus o bacterias asociados a estas partículas que se transmiten por el aire. En la actualidad tenemos:

- Espacios de alta ocupación sin compartimentaciones: aulas, comedores, salas reuniones y conferencias.
- Difusión de aire utilizada es de muy alta inducción que favorece la mezcla, pero provoca el cruce de flujos de aire. Caudales de aire que varían en función de la carga térmica, para maximizar el ahorro energético.
- Sistemas de ventilación centralizados con retornos/extracciones poco distribuidos.
- Sistemas de recuperación de calor en el aire de ventilación de muy alta eficacia, tipo rueda entálpica, en los que la superficie en contacto con el aire de extracción contacta posteriormente el aire de aportación para transferencia de energía y humedad, pero también de contaminantes.
- Los mínimos de aire de ventilación exigidos por normativa, IDA 2 en aulas, son bajos para una dilución efectiva de partículas/virus.
- Estrategias de mejora de la eficiencia energética por aire de transferencia. Los aseos comunes se ventilan con el aire general de ventilación de las zonas comunes, con extracción específica, de modo que el aire extraído es substituido por aire que proviene de las zonas colindantes por arrastre del mismo.
- Las consideraciones del aire de extracción de descarga al exterior son habitualmente de nivel AE1 (según RITE, bajo nivel de contaminación). Si este aire puede tener contaminantes perjudiciales, la categoría a considerar es de AE4 (muy alto nivel de contaminación), lo que conllevaría que la distancia entre descargas de aire y captaciones o aperturas de fachadas se debe incrementar de manera significativa para evitar contaminaciones cruzadas.

En este contexto, las estrategias que podemos adoptar en el diseño de las instalaciones de climatización de nuevos edificios o reformas integrales, para tener la consideración de covid-free, deben ser la suma de diferentes acciones, en que ninguna de ellas es eficaz por sí sola, ni soluciona completamente el problema. Se necesita pues la combinación de diferentes estrategias para reducir la carga vírica del aire, siendo conscientes de que nunca se podrá eliminar en su totalidad. A continuación, presentamos un conjunto de propuestas:

a) **Espacios de alta ocupación: Aulas, salas conferencias, comedor**

- Aumentar la tasa ventilación de estos espacios o prever la posibilidad de aumentarla hasta IDA 1 (20 l/s/pers) mediante compuertas de aire motorizadas, para permitir la mejora de la ventilación en situaciones de necesidad.
- Dejar neutro el local en ventilación para evitar entrada de aire contaminado desde zonas comunes.
- Mejoras de la efectividad de los sistemas de filtraje del aire de ventilación y recirculación, con ventiladores sobredimensionados en capacidad de vencer la pérdida de carga, que permitan sustituir los filtros por unos de mayor eficiencia en situaciones como la actual.
- Sistemas que incluyan mejora de filtraje de recirculación que reduzcan la carga vírica en el ambiente, dotados de filtros HEPA; sistemas, como la ionización por plasma frío o similares comentados anteriormente.

En estos espacios puede ser muy interesante el uso de sistemas de climatización por baja turbulencia, como los sistemas por desplazamiento o sistemas radiantes.

Sistemas por desplazamiento:

La impulsión del aire por el suelo o paredes a baja velocidad puede ser una solución que evite turbulencias del aire en la zona ocupada y minimice el esparcimiento de partículas. Además, en condiciones normales estos sistemas ya utilizan una gran cantidad de aire para el tratamiento de los espacios, ya que la temperatura de impulsión es más elevada que en los sistemas de techo. Por este motivo, en caso de pandemia, se obtendrían fácilmente unas elevadas renovaciones del aire interior con el simple cierre de la compuerta de recirculación del climatizador, pasando a ser un equipo 100% aire exterior.

Los sistemas por desplazamiento pueden ser controlados por una única sonda de temperatura o varias conectadas a reguladores VAV. Este sistema se adapta perfectamente en espacios abiertos donde la carga latente es elevada.

Sistemas radiantes:

Los sistemas de suelos radiantes o radiadores son óptimos para la calefacción de espacios, tanto por las consideraciones acústicas como por el reducido movimiento de aire. Incluso si se quiere refrigeración, el techo radiante puede ser interesante, aunque tiene un coste más elevado y se debe tener la capacidad de controlar la humedad.

Los sistemas radiantes tienen la gran ventaja que no provocan movimientos del aire interior ni flujos cruzados, favoreciendo que las posibles partículas decanten, se depositen sobre las superficies, sin llegar a otras personas.

Para todos los tipos de sistemas radiantes se debe aportar además aire de ventilación, esto se podría hacer a baja velocidad, por desplazamiento, con la temperatura más neutra posible, así como distribución del aire por todo el espacio. La misma estrategia se deberá seguir para la extracción, que se deberá realizar localmente y con el caudal equivalente a la aportación.

Los sistemas radiantes en régimen de refrigeración en espacios con una elevada ocupación pueden no funcionar correctamente si no están bien dimensionados, y pueden llegar a provocar condensación de vapor de agua en superficie, provocando foco de hongos o proliferación de bacterias. Para evitar esto, la ventilación (aire exterior) debe ser suficiente para extraer la totalidad de la carga latente del espacio tratado. Para ajustar el exceso de caudal de aire necesario para eliminar el calor latente en ciertos momentos, se puede recurrir a sistemas de ventilación variable con sonda de calidad de aire y que ajustan el caudal de forma proporcional. De este modo se evitarían excesos de consumo energético que podría conllevar una ventilación alta en todo momento.

#### Sistemas convencionales:

Si se opta por un sistema convencional, formado por unidades de tratamiento de aire para todo el espacio con la difusión en el techo, se recomienda lo siguiente:

- Preferible la utilización de sistemas centralizados y que puedan funcionar con todo aire exterior, preferible climatizadores a fan-coils.
- Impulsar el aire a muy baja velocidad para tener poca inducción.
- Incorporar filtros de alta eficacia en los climatizadores.
- Tener una alta tasa de ventilación ajustable con sondas de CO<sub>2</sub>, para minimizar el consumo energético durante el funcionamiento con normalidad.



- Individualizar la difusión, impulsión/retorno para que los flujos de aire se mezclen lo mínimo posible entre aulas diferentes.

#### **b) Zona administrativa, salas de profesores:**

Los sistemas individualizados permiten la recirculación del aire personalizada. Un despacho cerrado, con su unidad interior de climatización propia, moverá el aire sobre sí mismo, sin afectar los otros espacios, y sea cual sea el sistema de climatización (fan-coil, expansión directa, viga fría) o sistema de difusión. Por ello, las zonas administrativas dentro de los centros educativos que se conceptúen para estar adaptadas a situaciones como la del Covid-19 también deben tener en cuenta:

##### Puestos de trabajo

- Sistemas que recirculen el aire interior específicos por puesto de trabajo, sea oficina compartimentada o diáfana. En caso de ser diáfana, que permita sistemas de compartimentación con mamparas de alguna tipología. Ello implica instalar tantas unidades terminales de tratamiento de aire como posibles usuarios compartimentados (cada 10 o 12 m<sup>2</sup> máximo).
- Cada posible unidad individualizable deberá tener su aportación de aire de ventilación y su extracción, quedando neutro el espacio de trabajo respecto los colindantes.
- Sistema de ventilación con canales completamente separados entre aportación de aire nuevo y extracción, o que se pueda parar en caso necesario.
- Sistema que incluya mejora de filtraje de recirculación, sistemas que reduzcan la carga vírica en el ambiente, como la ionización por plasma frío o similares.

##### Salas de reuniones

- Sistemas que recirculen el aire interior tipo purificador con filtro de alta eficacia del aire de recirculación (HEPA). Si se recircula y filtra convenientemente el aire, se recuperará el ambiente de la sala en un tiempo prefijado después de cada uso, y se podrá programar una nueva ocupación en función de ello.
- Aportación de aire de ventilación y su extracción en la propia sala, quedando neutro respecto las colindantes.
- Sistema de ventilación con canales completamente separados entre aportación de aire nuevo y extracción.

**c) Núcleos de aseos, zonas de paso, ascensores**

- Sistema de ventilación con aportación y extracción por zonas. En el caso de los aseos, aportación de aire de ventilación en el propio aseo y extracción neutra con las renovaciones necesarias para la correcta ventilación.
- Pasillos y similares con aportación de aire de ventilación y extracción neutras.
- Sistemas de recirculación y filtrado del aire HEPA para reducir partículas con posible carga vírica.
- Ascensores con ventilación forzada en cabina, con filtración de aire.
- Escaleras con ventilación natural

**d) Diseño de los sistemas de tratamiento de aire**

Climatizadores:

El diseño de los climatizadores debe incluir ciertas medidas que podrán ayudar en caso de pandemia:

- Dimensionar los equipos a baja velocidad en el paso por batería y seleccionar ventiladores holgados en caudal y presión. Además de mejorar considerablemente el consumo energético de los mismos durante el funcionamiento normal, permitirá aumentar considerablemente el caudal de aire con facilidad en caso de necesidad, sin tener que hacer ninguna actuación especial, así como el poder instalar filtros de mayor eficacia en caso de requerir mayor retención de partículas.
- Seleccionar la potencia de las baterías de frío y calor para equipos con recirculación de parte del aire de retorno como si fueran unidades 100% aire exterior.
- Utilizar recuperadores de calor sin posibilidad de bypass o que se pueda parar en caso que sean del tipo rueda.
- Instalar los ventiladores de manera que el recuperador, esté en depresión permanentemente para evitar cualquier bypass residual.
- Instalar lámparas UV en las baterías de condensados y en los filtros de extracción, que se utilizan para inertizar los virus y bacterias allí retenidos.
- En unidades de tratamiento de aire con recirculación de aire, además de la filtración convencional, se pueden incorporar filtros foto catalíticos, que permitirán eliminar virus y bacterias del aire del local cuando esté funcionando de manera habitual. Esta tecnología se basa en una ionización que se produce a partir de la radiación de una

lámpara UV sobre una malla de  $\text{TiO}_2$ , y que permite llevar a cabo una reacción química que permitirá filtrar el aire; el fabricante debe asegurar que no se genera gases dañinos en el proceso. Este sistema puede representar una solución con baja pérdida de carga y, por consiguiente, una contención del consumo energético de ventiladores.

#### Unidades terminales:

Los elementos terminales del tipo fancoil, unidades autónomas VRV, etc., pueden incorporar filtros de ionización de plasma en frío como los descritos anteriormente, UV, fotocátalisis, etc., siempre que se asegure que no se generan gases dañinos según recomendaciones de organismos o asociaciones de referencia.

#### Expulsión de aire extraído:

El aire extraído por los climatizadores y ventiladores y descargas de cocinas y aseos debe salir al exterior del edificio en un punto lejano de tomas de aire y del paso de cualquier persona. Adoptar la consideración de que el aire de extracción es categoría AE4 y alejar de tomas de aire lo que corresponda a la categoría.

### **e) Medidas auxiliares para la gestión de la instalación**

#### Motorización ventanas:

En edificios de nueva construcción se pueden motorizar ventanas y ser gobernadas desde el sistema de gestión. Esto permitiría reducir la demanda energética en condiciones normales, cuando la temperatura exterior sea favorable para ello, y aportar una ventilación adicional en caso de pandemia.

#### Sistema de gestión:

En general, incluir cuantos más elementos de monitorización y gestión sea posible permitirá una mejor adaptación de las instalaciones de climatización en el caso de pandemia. Climatizadores, ventiladores, compuertas, exutorios, etc., serán elementos que deberán ser readaptados en caso de urgencia, de modo que tener una mayor monitorización y control sobre todos los elementos, permitirá acciones más eficaces.

## **5.3. Otras instalaciones**

### **a) Instalaciones mecánicas**

Con el objetivo de minimizar el contacto físico y garantizar unas condiciones de higiene y seguridad óptimas en los centros educativos, se recomienda la instalación de aparatos sanitarios con accionamiento automático temporizado, válvulas a pedal y/o caños giratorios. Sistemas dotados con detección por infrarrojos con cierre automático tras un

cierto intervalo de tiempo (ajustable en función de las necesidades). En los aseos y las cocinas se podría instalar, por ejemplo:

- Grifería con accionamiento fotoeléctrico y/o caño giratorio para la regulación de caudal y temperatura a través de los mismos.
- Dispensadores de jabón y gel hidroalcohólico con accionamiento fotoeléctrico
- Secadores de manos o dispensadores de papel eléctricos con accionamiento fotoeléctrico
- Urinarios e inodoros con accionamiento de la descarga fotoeléctrico

#### **b) Instalaciones de comunicaciones y seguridad. Tecnología Smart**

Todos los elementos propuestos en el capítulo 4.2. (Soluciones Smart de monitorización y gestión de las condiciones interiores del edificio) podrían lógicamente ser incorporados en nuevos proyectos o remodelaciones integrales.

### **5.4. Otros aspectos a considerar**

#### **a) Building Information Modelling**

En todos los nuevos proyectos o remodelaciones integrales es muy conveniente realizar el proyecto en BIM, para tener tanto el modelo en 3D del edificio como los datos técnicos de todos los elementos constructivos del mismo.

El uso de la metodología BIM no solo se limita a la computación de equipos, materiales y el desglose de información. Para cumplir estándares relacionados con la calidad del ambiente interior, la metodología BIM nos permite llevar a cabo una planificación adecuada de los sistemas de impulsión y extracción de aire reduciendo los focos de contaminación y mejorando el confort interno.

El uso del BIM permite, gracias a la cantidad de información que incorpora de cada producto y al modelado detallado, comprobar la eficacia que pueden tener ciertas remodelaciones de los espacios o instalaciones del edificio de antemano, teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la zona, la orientación del edificio y las obstrucciones existentes en el entorno, permitiendo así encontrar la solución óptima de la forma más rápida posible en caso de situaciones de emergencia.

#### **b) Certificaciones ambientales y de salud y bienestar**

Las certificaciones ambientales como LEED y BREEAM o las certificaciones de salud y bienestar como WELL nos permiten conseguir una gran mejora de la calidad de los espacios en los que invertimos la mayor parte de nuestra vida diaria. Aunque ambas certificaciones tienen criterios muy similares, las certificaciones ambientales pretenden conseguir un

ahorro de energía que deriven a la mejoría de la calidad de un inmueble, mientras que las certificaciones de salud y bienestar pretenden incorporar medidas para generar un confort y bienestar generalizado de los ocupantes del edificio.

Ambas certificaciones recogen algunas de las soluciones y actuaciones mencionadas anteriormente, por lo que edificios con dichas certificaciones ya han realizado un primer paso en materia de prevención de riesgos de infección y allanan el camino para combatir la propagación de virus en los entornos de trabajo.

