

CÓDIGO DOCUMENTO	PRO-DOC-01	Versión	01	Nº DE HOJAS	14
EDICIÓN	AGOSTO 2021	VIGENCIA		4 MESES	
<p>“GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE VENTILACIÓN EN ESPACIOS CERRADOS”</p> <p>PARA ACTIVIDADES PRESENCIALES EN EL INSTITUTO DE ESTUDIOS AVANZADOS EN EDUCACIÓN.</p>					
					
ELABORADO POR:	APROBADO POR:	APROBADO POR:			
Comité Operativo Covid-19 del IE	Hans Bustos Contreras Presidente Comité Paritario de Higiene y Seguridad	Alejandra Mizala Salces Directora del IE			
Firma:	Firma:	Firma:			
					
Fecha:	Fecha:	Fecha:			
23-08-2021					

PROCEDIMIENTO IV

“GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE VENTILACIÓN EN ESPACIOS CERRADOS”

1. OBJETIVO.

Proporcionar recomendaciones y directrices para evaluar el funcionamiento y disposición de la ventilación general de los espacios cerrados de los distintos organismos, de acuerdo con la normativa legal vigente en el contexto de la emergencia sanitaria COVID-19, y entregar recomendaciones para corregir las deficiencias encontradas.

2. ALCANCE.

El presente procedimiento es aplicable a toda la comunidad universitaria que se encuentre desarrollando actividades presenciales en lugares cerrados, vale decir, al personal de colaboración, académicos, estudiantes, honorarios, contratistas y todos quienes concurren a el Instituto de Estudios Avanzados en Educación de la Universidad de Chile.

3. DEFINICIONES.

Ventilación adecuada y permanente: Para efectos de esta definición se considerarán 2 conceptos.

a) **Natural:** Aquella que consiste en, al menos, una ventana o puerta que permita la entrada de aire y luz del exterior, de un tamaño mínimo del 4% de toda el área utilizada por los usuarios, debiendo permanecer abiertas y libres de obstrucciones durante todo el funcionamiento de dicho lugar.

b) **Artificial:** Aquella que consiste en sistemas de extracción de aire que cumplan con el estándar Ashrae 62.1-2019, siempre que estos sistemas estén en funcionamiento permanente.

Espacio abierto o al aire libre: aquel que no tiene techo o aquel que, teniendo techo, cuenta con más del 50% de su perímetro sin muros. No se considerará techo aquella estructura que permita la circulación de aire a través de ella.

Espacio cerrado: aquel que tiene techo y más del 50% de su perímetro con muros.

ASHRAE (en inglés): Asociación Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado, para ambientes de oficina cuenta con una serie de recomendaciones que asocian parámetros de confort en función de las preferencias de las personas, considerando un porcentaje mínimo de disconformidad.

Renovación hora: Es la cantidad de volumen de aire más limpio renovado por hora desde un recinto cerrado por medios naturales o mecanizados con la finalidad de mantener una calidad de aire adecuada.

Efluentes humanos: Se refiere a los olores producidos por los seres humanos, los cuales pueden incluir olores corporales, flatulencias, entre otros. De acuerdo con ASHRAE, una forma de cuantificarlos en oficinas es por medio de mediciones concentración de CO₂.

Temperatura del aire: Magnitud física que expresa el nivel de energía térmica del aire y el cual es percibido por las personas.

Humedad del aire: Contenido de vapor de agua presente en el aire, el cual puede provenir desde el mismo ambiente como por medio de la transpiración de las personas.

Velocidad del aire: Magnitud física o rapidez con la que el aire se desplaza a través de las personas que ocupan la oficina, provocando una sensación de enfriamiento en ellas.

Recinto: Espacio cerrado de uso individual o compartida que se usa para actividades temporales o permanentes, oficinas laboratorios, talleres, salas de clases, sala de reuniones, etc.

Recinto de uso común: Espacio cerrado de uso compartido de uso transitorio, baños comedores.

Espacio de tránsito: pasillos y hall

Edificio: La suma de varios recintos y espacios de tránsito

Aforo máximo: cantidad máxima de personas que pueden ingresar a un recinto o edificio de manera simultánea

Medida de distanciamiento físico: La Universidad de Chile determinó un mínimo de 1,5 metros entre personas como regla general, en espacios cerrados y abiertos, exceptuando salas de clases de dos metros; respecto de auditorios 2 metros.

Aerosol: Partículas sólidas o de fluido que son pequeñas y livianas que son fácilmente suspendidas en el aire. El virus SARS-CoV-2 puede estar suspendido por horas en forma de aerosol a temperatura alrededor de 20°C

Bioaerosol: es un aerosol cuyas partículas tienen su origen en fuentes biológicas (vivas o muertas): virus, protozoos, bacterias, hongos, algas, plantas, animales y fragmentos o productos derivados de los mismos, como: endotoxinas, micotoxinas, polen, excrementos, descamaciones de la piel y restos de pelo de animales, etc.

Sistema de ventilación: El método y el conjunto de elementos empleados para **ventilar** un recinto cerrado.

Abertura de ventilación: Cualquier hueco ejecutado en uno de los elementos constructivos que delimitan un recinto para posibilitar la transferencia de aire entre este y otro contiguo o entre este y el espacio exterior.

4. PROCESO.

Como información relevante para la construcción del presente documento, se consideró lo señalado en las recomendaciones de actuación para la realización de actividades presenciales en instituciones de educación superior en el contexto del COVID-19 y a su vez lo indicado en la resolución exenta N°43 del MINSAL.

Se debe tener presente que la resolución previamente indicada regula los lugares públicos y privados donde se realicen eventos con público, actividades deportivas, atención a público, restaurantes, cafés y similares.

En relación con estándares de ventilación esta guía considera suficiente para ventilación natural que el recinto tenga un área abierta (ventana o puerta) de 4 % de la superficie utilizada por los usuarios, sin indicar mayor requerimiento respecto de la ubicación de la abertura ni de la necesidad de contar con aberturas de entrada y salida. Para la ventilación artificial, se refiere al estándar ASHRAE 62.-2019, el cual establece caudales mínimos de ventilación con aire exterior para diferentes tipos de recintos en función del número de ocupantes y la superficie ocupada para una densidad de ocupación fija (ver Anexo 1).

4.1 Cálculo de la ventilación:

Para evaluar la ventilación requerida de un espacio se consideraron al menos las siguientes variables:

- Cantidad de personas, que estarán en cada recinto del Instituto de Estudios Avanzados en Educación, (Oficinas, salas de Clases, Espacios Comunes, entre otras).
- Tipo de recinto a evaluar, (en este punto dejaremos fuera los espacios denominados abiertos y solo se considerará los recintos cerrados)
- Tipos de Ventilación (natural; sistema de inyección/extracción de aire solo con toma de aire exterior; sistema de acondicionamiento solo con recirculación tipo Split o climatización; sistema de acondicionamiento mixto).

4.2 Ventilación Natural:

Se ha considerado el caudal como valor de 36 m³/h por persona, según estándar indicado por OMS, ya que es superior a la mayoría de los caudales que recomienda ASHRAE para actividades de bajo consumo metabólico, donde no existen fuentes de contaminación distintas a las personas y existe un número reducido de personas en el espacio por ejemplo oficinas, no se recomienda cuando el número de personas es numeroso como por ejemplo salas de clases, auditorios, sala de reuniones, entre otros, debido a que la ventilación natural es muy variable por depender de las condiciones ambientales.

Para realizar la evaluación de caudales de ventilación necesaria, se ha completado el Anexo 2 del presente procedimiento.

Recomendaciones ventilación natural:

Si el caudal de ventilación no cumple el requerimiento mínimo de 36 m³/h por persona o el valor indicado en, según corresponda, se puede hacer lo siguiente:

- a) Revise si es posible aumentar la superficie abierta para la entrada y salida del aire mediante nuevas aberturas o modificación de las dimensiones de estas (ventanas o puertas).
- b) En el caso de no tener ventilación cruzada, es decir por lo menos una entrada y una salida del aire ubicadas en muros opuestos, evalúe si puede implementarla. El caudal de aire circulante aumenta en el orden de 10 veces.
- c) Si las entradas de aire no se ubican en la dirección preferencial del viento revise si puede hacer un cambio. La cantidad de aire que ingresa por aberturas orientadas en forma perpendicular a la dirección del viento es el del orden del doble que el que ingresa por aquellas que no lo están. También tenga presente que una posibilidad de aumentar el caudal de aire circulante es mediante la instalación de ventiladores eólicos.

- d) Si el recinto es ocupado en forma intermitente, es decir existen periodos en que no se encuentra ocupado, abra puertas y ventanas para permitir el máximo de ventilación antes y después de los periodos de ocupación, especialmente cuando los ocupantes son distintos.
- e) Si necesita acondicionar térmicamente el aire utilice de preferencia equipos tipo Split que tienen la ventaja adicional de mezclar bien el aire del recinto minimizando la concentración de la contaminación en rincones o sectores con menor circulación natural del aire. Debe tener presente que estos equipos solo recirculan el aire y no lo renuevan luego más allá de mejorar la temperatura y mezcla del aire no se pueden considerar como aporte a la ventilación. Por lo tanto, no se pueden considerar como sistemas de ventilación.
- f) La resolución exenta N°43 considera suficiente para ventilación natural que el recinto tenga un área abierta (ventana o puerta) de 4% de la superficie utilizada por los usuarios, sin indicar mayor requerimiento respecto de la ubicación de la abertura ni de la necesidad de contar con aberturas de entrada y salida.
- g) Aumenta la renovación de aire interior con aire exterior, abriendo ventanas y puertas para provocar el flujo necesario. Se puede favorecer la ventilación natural mediante la utilización de un ventilador junto a una ventana colocado con el flujo hacia el exterior, de manera que favorece la extracción del aire interior.
- h) Se ha de maximizar la cantidad de aire exterior con respecto a la cantidad de aire recirculado. La configuración existente y su modificación ha de estar a cargo de personal técnico especializado.
- i) Controlar la humedad interior manteniendo una buena ventilación en lugares habilitados para el consumo de alimentos y evitando secar ropa al interior de oficinas si es inevitable, hacerlo con una buena ventilación.
- j) Ventilar al menos tres veces al día (mañana, tarde y noche) aplicando la metodología 2:3:30 (2 ventanas o puertas opuestas, tres veces al día, durante 30 minutos). Por lo tanto, durante media hora ventilar se reduce el polvo, las partículas en suspensión y los malos olores.
- k) En tiempos fríos, se recomienda ventilar en el instante más cálido del día, hacia el mediodía generalmente, o cuando haya más sol. Hay que recordar que mientras más personas estén en una instalación cerrada la ventilación debe ser más frecuente y por más tiempo.

4.3 Ventilación Artificial o Forzada Existente:

Al igual que en el caso de la Ventilación natural se sugiere utilizar el estándar de 36 m³/h por persona, según estándar indicado por OMS. También se puede considerar aceptable el valor de 20 m³/h por persona, de acuerdo con el Decreto 594/1999, siempre y cuando no existan quejas por la calidad del aire. También se sugiere estandarizar considerando las renovaciones por hora sugeridas por ASHRAE y considerar el caudal de mayor valor por prevención.

Se recomienda utilizar la ventilación artificial cuando el número de personas es numeroso como por ejemplo salas de clase, auditorios, sala de reuniones, otros, debido a que la ventilación

artificial no depende de las condiciones ambientales, debido a que utiliza medios mecánicos para mover el aire.

La evaluación de la ventilación artificial o forzada deberá ser realizada por un especialista en ventilación, el que deberá utilizar un anemómetro para su evaluación.

Recomendaciones para mejorar el caudal de aire exterior en una instalación:

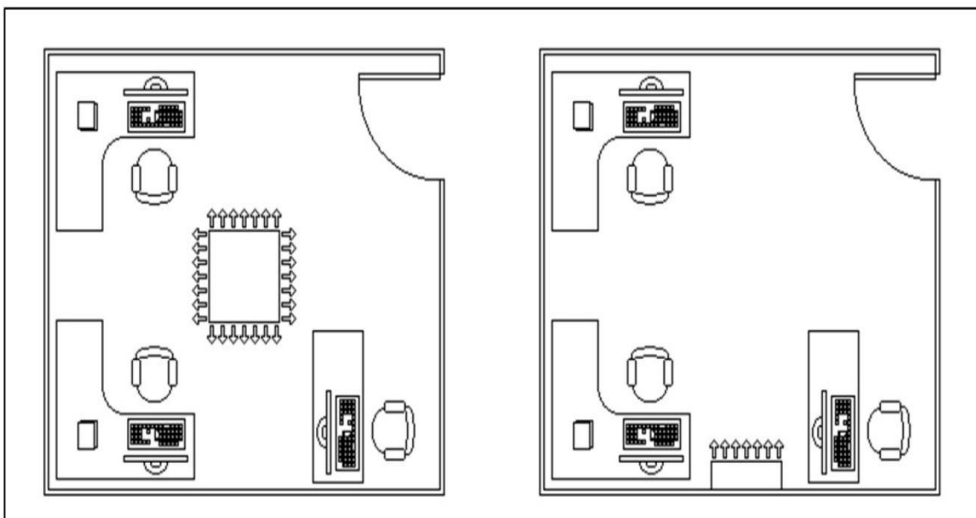
Si el caudal de ventilación no cumple el requerimiento mínimo de 36 m³/h por persona o 20 m³/h según corresponda, se puede hacer lo siguiente:

- a) Consulte con el mantenedor del aire acondicionado o especialistas en el tema, si el sistema tiene la capacidad de aumentar el caudal de aire externo de acuerdo con la necesidad del estándar.
- b) En el caso que el sistema funcione a demanda de acuerdo con la temperatura y/o nivel de ocupación, deshabilite el control a demanda de modo que la ventilación sea permanente.
- c) Si la ventilación no puede ser aumentada mecánicamente considere si es posible complementarla con ventilación natural a través de ventanas.
- d) Si ninguna de las medidas anteriores permite conseguir ni siquiera el estándar mínimo de 20 m³/h por persona que establece el Decreto N° 594/1999 revise la posibilidad de reducir el aforo de la instalación o reforzar con nuevas unidades el sistema de ventilación actualmente en uso.

4.4 Distribución ideal del flujo de aire en sistema de ventilación:

La ubicación de la extracción o Inyección de aire al interior de recintos cerrados (oficinas; salas; otras) se debe determinar considerando el posicionamiento de los puestos de trabajo, evitando que el flujo de aire impacte directamente a las personas en sus puestos de trabajo, como se muestra en la figura adjunta (inyección de aire).

Para aquellas dependencias que no cuentan con ventilación natural o artificial, se considerará como aforo una persona para dicha dependencia, la que podrá hacer actividades puntuales.



IMPORTANTE: Al momento de realizar los cálculos ya sea por aforo (distanciamiento y/o metros cuadrados) y ventilación, la cantidad de personas que podrán estar en dicho lugar será el "valor menor" que arrojen estas evaluaciones.

5. REFERENCIAS.

- “Calidad de Ambiente Interior en Oficinas”. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España.
- “Confort Térmico en Ambientes Laborales”. Instituto de Salud Pública de Chile.
- “Ventilación de los Lugares de Trabajo”. Interpretación Técnica del D.S. N° 594/99 del MINSAL. Instituto de Salud Pública de Chile.
- “Ventilación para una Calidad Aceptable de Aire Interior”, ANSI/ASHRAE 62.1 2007.
- Guía Ventilación del MINVU:
<https://www.minvu.gob.cl/wpcontent/uploads/2020/09/Guia-ventilacion.pdf>
- La ventilación como medida preventiva frente al coronavirus Fuente: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). <https://ccs.org.co/laventilacion-como-medida-preventiva-frente-al-coronavirus-sars-cov-2/>
- Guía para ventilar los ambientes de trabajo en contexto covid-19 (rubros no salud) ACHS
- Recomendaciones de actuación para la realización de actividades presenciales en instituciones de educación superior en el contexto del COVID-19

6. ANEXOS

Anexo 1	Valores de Caudales de Aire externo para ventilación general de distintos tipos de ocupación.
Anexo 2	Evaluación de aforo por ventilación
Anexo 3	Resumen de parámetros aplicables a recintos
Anexo 4	Tipos de sistemas de acondicionamiento de aire
Anexo 5	Tipo de Aberturas

Anexo N° 1: Valores de Caudales de Aire externo para ventilación general de distintos tipos de ocupación de acuerdo con nivel de ocupación por defecto de ASHRAE Estándar 62.1 2019.

Tipo de Ocupación	Caudal de aire por persona m ³ /h x pers
Sala de arte	34,2
Sala de clases (desde 5 hasta 8 años)	26,64
Sala de clases (desde 9 años en adelante)	24,2
Laboratorio de computación	26,6
Guardería enfermería	31,0
guardería (hasta 4 años)	31,0
Salón de conferencias	15,3
Sala de conferencias (asientos fijos)	14,4
Bibliotecas	30,6
Centro de medios	26,64
Sala multiusos	14,76
Música/teatro/danza	21,1
Laboratorio de ciencias	30,96
laboratorios de Universidad	30,96
cafeterías/Comedor comida-rápida	16,92
Cocinas	24,48
restorán comedor	60,0
Sala de descanso	13,3
Estaciones de café	14,4
Conferencia/Reuniones	11,2
Cafeterías /comedor /comida rápida	16,92
Sala de descanso en servicios de alimentación	13,3
Estaciones de café	14,4
Conferencia/reuniones	11,2
Computador sin impresora	36
Oficinas sala de descanso	13,3
vestíbulos de entrada principal	19,8
Espacios de oficina	30,6
áreas de recepción	12,6
Teléfono /entrada de datos	10,8
Deportes/gimnasios	82,3
Salas aeróbicas	38,7
Salas de pesas	46,8

Anexo N°2: Evaluación de aforo por ventilación (Este archivo de Excel solo se puede abrir con versiones superior al 2019 o teniendo Microsoft Office 365)

Evaluación de caudal Natural de Ventilación de acuerdo a formula					
$Q [m^3/h] = k \times V[m/s] \times A [m^2] \times 3600 (s/h)$ Donde,					
NOTA : Debe llenar las celdas en amarillo con las dimensiones en metros, de las aberturas de entrada y salida respectivamente, y posteriormente debe seleccionar el tipo de recinto colocando el valor 1 en la celda de color gris claro correspondiente					
Evaluación de áreas aberturas de entrada		Lado x (m)	lado y (m)		
	Abertura 1			0	m ²
	Abertura 2			0	m ²
	Abertura 3			0	m ²
	Abertura 4			0	m ²
			Σ suma	0	m ²
Evaluación de áreas aberturas de salida		Lado x (m)	lado y (m)		
	Abertura 1			0	m ²
	Abertura 2			0	m ²
	Abertura 3			0	m ²
	Abertura 4			0	m ²
			Σ suma	0	m ²
Seleccionar Tipo de Recinto					
Caso 1	Recinto con una sola abertura de entrada y salida de aire				0
Caso 2	Recinto con aberturas de entrada y salida de aire en muros cruzados (ventilación cruzada) El aire incide perpendicular a la abertura				0
Caso 3	Recinto con aberturas de entrada y salida de aire en El aire no incide perpendicular a la abertura sino en ángulo.				0
Valor correspondiente al caudal del recinto seleccionado					
Caso 1		Caso 2		Caso 3	
#N/D	m ³ /h	#N/D	m ³ /h	#N/D	m ³ /h
Valor correspondiente al aforo de Acuerdo a la ventilación					
#N/D	personas	#N/D	personas	#N/D	personas

Anexo N°3: Resumen de parámetros aplicables a recintos (extraído de Norma técnica N° 78 del ISP Ventilación en Oficinas)

Parámetro	D.S. N°594	ASHRAE
Velocidad del aire a nivel de las personas	1 m/s máximo ²	0,25 m/s
Caudal de Aire	20 m ³ /h por persona	30 m ³ /h por persona
Renovaciones hora	6 a 60	4 a 10
Temperatura	No aplica para confort	21 a 23 °C invierno 23 a 26 °C verano

Anexo N°4 Tipos de sistemas de acondicionamiento de aire

Figura 1: Sistema de Ventilación con recirculado de aire desde varias dependencias (este sistema tiene la desventaja que, si existe alguien contagiado en alguna dependencia, podría contagiar a otros por efecto del recirculado).

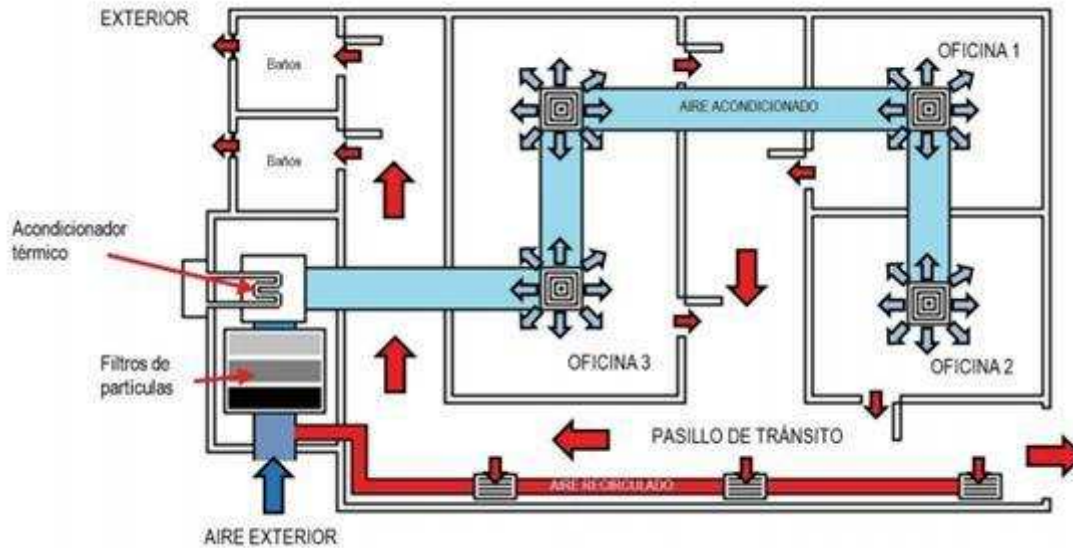


Figura 2: Sistema de impulsión de aire simple 100% aire exterior tiene la desventaja que podría ocasionar mucho aire por encima de las personas con velocidades por sobre las recomendadas en tabla 2 del anexo.

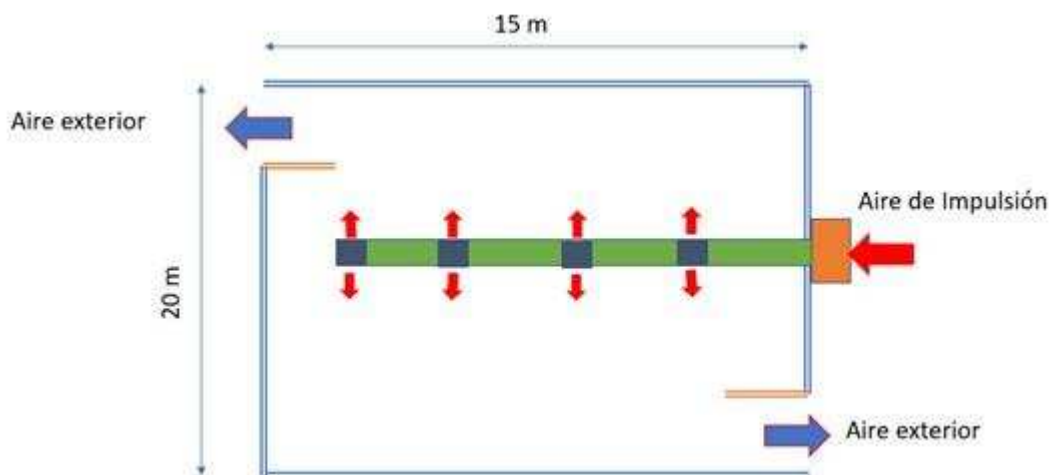


Figura 3: Sistema de extracción de aire utilizando ingreso de aire mediante puertas, ventanas, ranuras este sistema es más recomendable por que la velocidad del aire que pasa a través de las personas es menor que en el caso anterior.

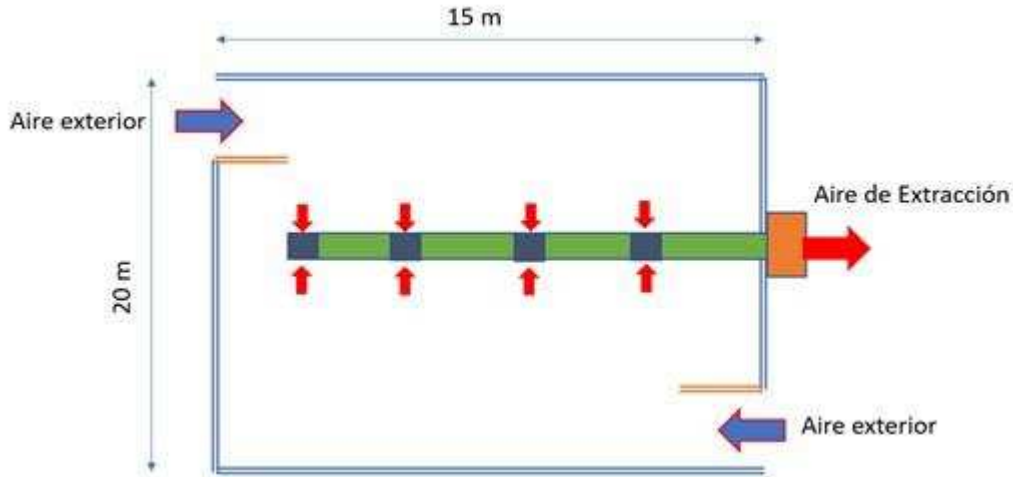
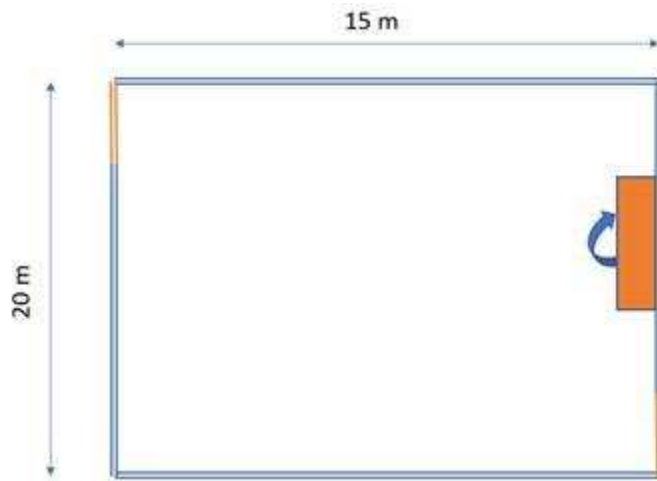
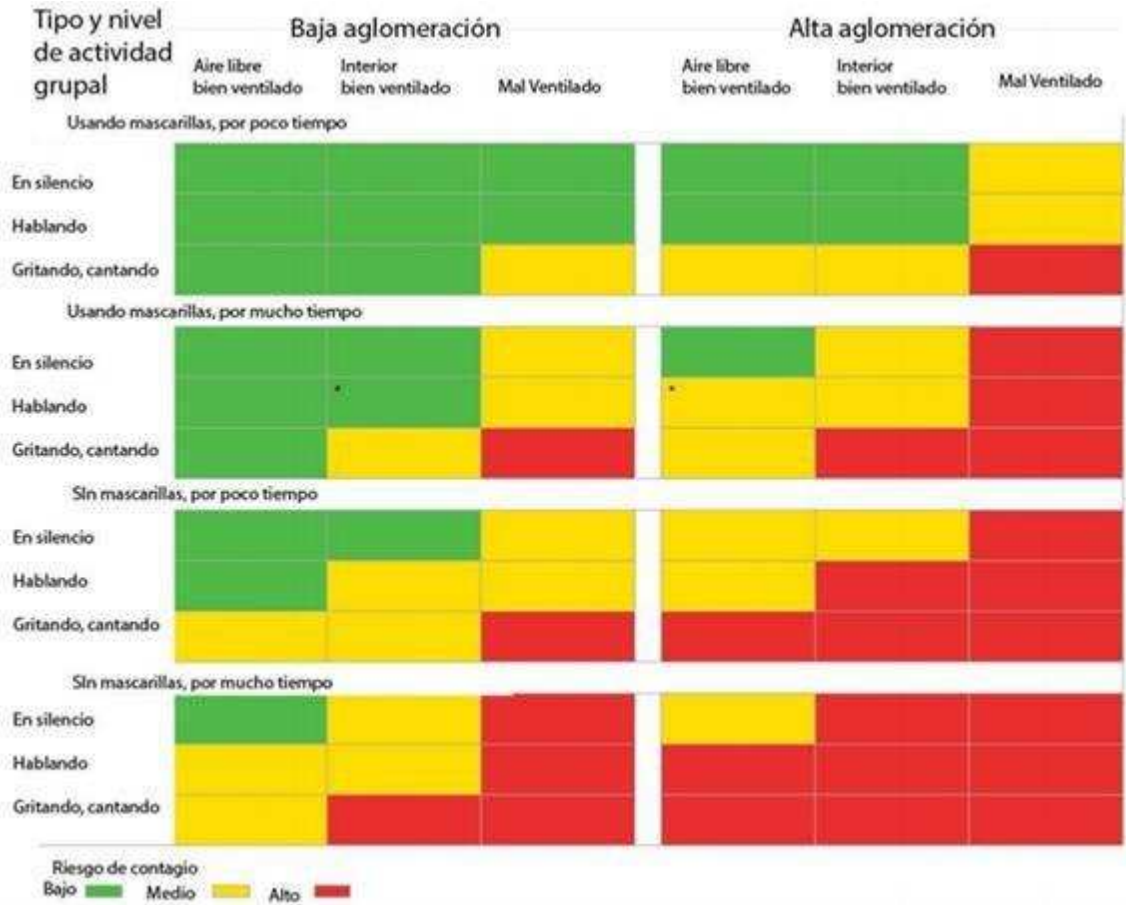


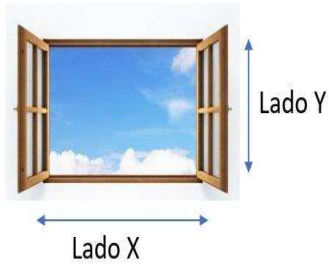
Figura 4: Sistema tipo Split para acondicionamiento del aire interior (no sirve como sistema de ventilación) **Figura 5:** Representa el riesgo de contagio de acuerdo con el tipo y nivel de una actividad vs el nivel de ventilación (tomada de Jones et al. 2020)





Anexo N°5: Tipo de Aberturas

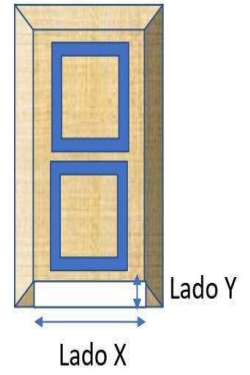
Ventana normal



Ventana proyectante



Puerta



Ventana oscilante
área multiplique por 2



ventana de corredera



Puerta corredera

