

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**Propuesta de sistema de ventilación en una IPRESS nivel I-4 acorde  
a la normativa nacional y recomendaciones internacionales**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Biomédico**

**AUTOR:**

Rodrigo Encabo Caballero

**ASESOR:**

**Fernando Octavio Jiménez Ugarte**

Lima, Diciembre, 2023

## Informe de Similitud

Yo, Fernando Octavio Jiménez Ugarte, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado

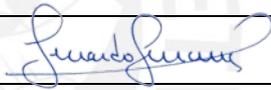
**Propuesta de sistema de ventilación en una IPRESS nivel I-4 acorde a la normativa nacional y recomendaciones internacionales,**

del/de la autor(a)/ de los(as) autores(as) Rodrigo Encabo Caballero

dejo constancia de lo siguiente:

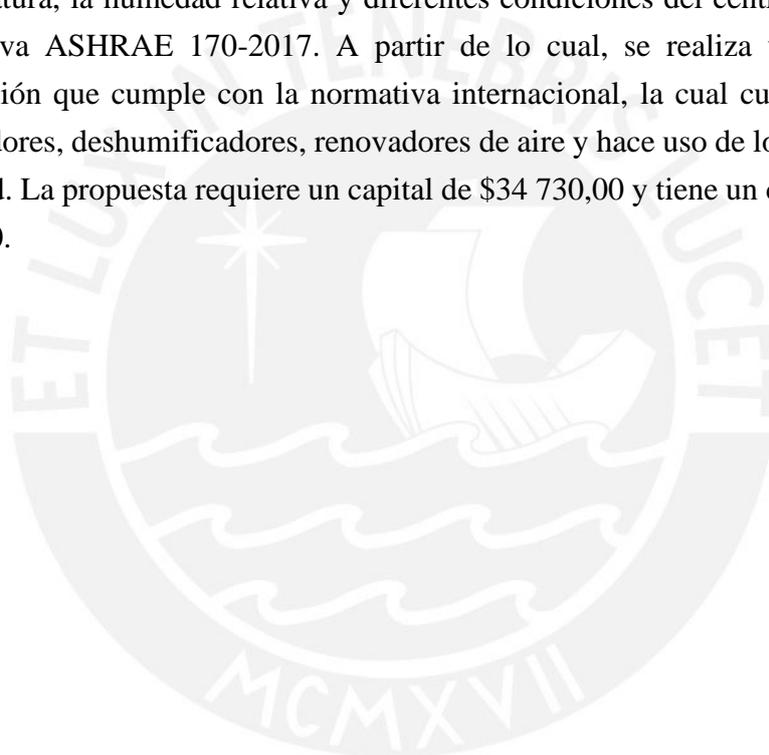
- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 23%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 30/11/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.
- La similitud de 23% es sin filtros y corresponde a recopilar bibliografía, títulos de documentos, nombres de instituciones y catálogos colocados en anexos.

Lugar y fecha: 04/12/2023

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Jiménez Ugarte, Fernando, Octavio</u>	
DNI: 08734404	Firma 
ORCID: 0000-0003-0540-9481	

## RESUMEN

Las infecciones intra hospitalarias (IIH) se definen como procesos infecciosos no previamente existentes que se manifiesten 2 o 3 días después de la estadía de un paciente en una Institución Prestadora de Servicios de Salud (IPRESS). Una forma de transmisión es por vía aérea, por ello, se tuvo como objetivo proponer un sistema de ventilación basado en el cumplimiento de estándares internacionales a partir de la evaluación de un centro de salud de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). La metodología para obtener los resultados fue la guía de la Harvard School of Public Health para obtener las renovaciones de aire y compararlo junto a la temperatura, la humedad relativa y diferentes condiciones del centro de salud con la normativa ASHRAE 170-2017. A partir de lo cual, se realiza una propuesta de ventilación que cumple con la normativa internacional, la cual cuenta con diversos ventiladores, deshumificadores, renovadores de aire y hace uso de los splits del centro de salud. La propuesta requiere un capital de \$34 730,00 y tiene un costo operativo de \$972,00.



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi asesor Fernando Jiménez por su apoyo incondicional durante todo el desarrollo de la tesis, dándome siempre la libertad de llevar a cabo la tesis según mi criterio, pero dando siempre su esfuerzo y expertiz en cada una de las opciones que se le planteaba durante el desarrollo. También agradezco a mis compañeros Andrea Rondón y Carlos Busquets por su continuo apoyo para la mejora del contenido propuesto.





Agradezco infinitamente a mis padres por el apoyo incondicional que me han dado toda mi vida, en las situaciones buenas y en las malas, sin ellos nada de esto sería posible. También agradezco a mi hermano y a mi pareja, por animarme siempre en los momentos que más lo necesito.

## Tabla de contenido

<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>5</b>
1.1	Marco teórico	5
1.1.1	Infecciones intrahospitalarias (IIH)	6
1.1.2	Importancia de la ventilación en interiores de la infraestructura hospitalaria	7
1.1.3	Categoría del centro de salud de la PUCP	9
1.1.4	Normativa de ventilación aplicable al centro de salud de la PUCP.	11
1.1.5	Estándares utilizados para el filtrado de aire en sistemas de ventilación	12
1.2	Estado del arte	13
1.2.1	Estado de la tecnología	14
1.2.2	Normas, guías y metodología relacionadas a la ventilación	16
1.3	Descripción centro de salud primario	22
1.3.1	Selección y caracterización de los ambientes del centro de salud primario	22
<b>2</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE AIRE EN EL CENTRO DE SALUD</b>	<b>28</b>
2.1	Selección de metodología	29
2.2	Pruebas y mediciones	29
2.3	Resultados	38
2.4	Análisis de resultados	40
<b>3</b>	<b>PROPUESTA DE SISTEMA DE VENTILACIÓN</b>	<b>44</b>
3.1	Evaluación de posibles soluciones	44
3.2	Selección de equipos	46
3.3	Planos	50
3.4	Cálculo de la carga instalada	53

<b>4</b>	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>	<b>54</b>
<b>4.1</b>	<b>Costo de capital e instalación</b>	<b>54</b>
4.1.1	Costo de capital	54
4.1.2	Costo de instalación	55
<b>4.2</b>	<b>Costo operativo y de mantenimiento</b>	<b>55</b>
4.2.1	Presupuesto operativo	55
4.2.2	Presupuesto de mantenimiento	56
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>57</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>58</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>59</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>63</b>
	<b>Anexo 1: Resultados de las mediciones</b>	<b>63</b>
	<b>Anexo 2: Planos del centro de salud PUCP</b>	<b>78</b>
	<b>Anexo 3: Fichas técnicas</b>	<b>80</b>
	<b>Anexo 4: cotizaciones</b>	<b>97</b>
	<b>Anexo 5: Entrevista con el experto</b>	<b>106</b>

## Índice de tablas

Tabla 1-1 Tabla resumen de las normativas de ventilación	21
Tabla 1-2 Ambientes del centro de salud de la PUCP25	
Tabla 2-1 Resumen de métodos propuestos por Harvard (Harvard, 2020)	29
Tabla 2-2 Descripción de volúmenes y cantidad de CO2 necesario para las pruebas en cada ambiente	31
Tabla 2-3 Descripción de volúmenes y cantidad de CO2 necesario para las pruebas	32
Tabla 2-4 Resultados de la sala de espera del centro de salud de la PUCP.	35
Tabla 2-5 Resultados de la recepción del centro de salud de la PUCP.	37
Tabla 2-6 Resultados del centro de salud de la PUCP.	38
Tabla 2-7 Resultados del centro de salud de la PUCP (Continuación).	39
Tabla 2-8 Resultados extras del centro de salud de la PUCP.	40
Tabla 2-9 Valores recomendados por ASHRAE 170-2021 por ambiente.	41
Tabla 2-10 Valores de ACH recomendados por ASHRAE 170-2021 y resultados de ACH en área del centro de salud PUCP en condiciones ideales.	42
Tabla 2-11 Valores de ACH recomendados por ASHRAE 170-2021 y resultados de ACH en área del centro de salud PUCP.	42
Tabla 2-12 Valores de temperatura ambiente recomendados por ASHRAE 170-2021 y temperatura ambiente en áreas del centro de salud PUCP.	43
Tabla 3-1 Cálculo del caudal de extracción	47
Tabla 3-2 Caudal de extracción necesario y equipos requeridos según el cálculo.	48
Tabla 3-3 Cantidad de equipos requeridos.	49
Tabla 3-4 Potencia absorbida de cada ventilador según la ficha técnica de Soler y Palau	53
Tabla 3-5 Potencia total por equipos	53
Tabla 4-1 Presupuesto de equipos.	54

## Índice de figuras

<i>Figura 1-1 Filtro HEPA (ACR, 2020)</i>	12
<i>Figura 1-2 Clasificación filtros MERV (EMF SURVEY, 2021)</i>	13
<i>Figura 1-3 Primer piso del centro de salud PUCP</i>	26
<i>Figura 1-4 Segundo piso del centro de salud PUCP</i>	27
<i>Figura 2-1 Ventanal de división entre recepción y sala de espera en el centro médico PUCP, tapado para realizar las pruebas.</i>	33
<i>Figura 2-2 Proceso de sublimación del hielo seco en una freidora con agua, ventilador con el que se esparce, cooler para conservación del hielo seco. Pruebas realizadas en la recepción del centro de salud de la PUCP.</i>	34
<i>Figura 2-3 Diagrama del plano de la sala de espera del centro de salud de la PUCP con puntos de colocación de implementos para pruebas.</i>	34
<i>Figura 2-4 Pruebas realizadas en el consultorio N°1 Rehabilitación y fisioterapia del centro de salud de la PUCP.</i>	36
<i>Figura 2-5 Proceso de sublimación del hielo seco en una freidora con agua, ventilador con el que se esparce, cooler para conservación del hielo seco. Pruebas realizadas en el consultorio N°1 Rehabilitación y fisioterapia del centro de salud de la PUCP.</i>	36
<i>Figura 2-6 Diagrama del plano del consultorio N°1 Rehabilitación y fisioterapia del centro de salud de la PUCP con puntos de colocación de implementos para pruebas.</i>	37
<i>Figura 3-1 Imagen referencial del deshumificador.</i>	49
<i>Figura 3-2 Imagen referencial del renovador de aire S&amp;P.</i>	50
<i>Figura 3-3 Plano con propuesta primera planta centro de salud.</i>	51
<i>Figura 3-4 Plano con propuesta segunda planta centro de salud.</i>	52

## INTRODUCCIÓN

Las infecciones intra hospitalarias (IIH) o infecciones asociadas al cuidado de la salud (IACS) se definen como procesos infecciosos no previamente existentes que se manifiesten 2 o 3 días después de la estadía de un paciente en una IPRESS (Haque, 2018; Henríquez, 2006). El origen de las IIH se divide en dos grupos las exógenas (infección cruzada) y las endógenas (causadas por agentes de la propia flora del paciente). En el caso de las exógenas la fuente puede ser: vía aérea, contacto, fecal-oral, vía sanguínea y a través de vectores (Haque, 2018).

Según la OMS de cada 100 hospitalizados, 7 contraen IIH en países desarrollados y 10 en vías de desarrollo (OMS,2022). A nivel nacional existen pocos estudios en relación a la ventilación en IPRESS, y solo uno tiene como población de estudio todo el país. Un estudio realizado entre 1999 y 2000 publicó resultados de tasas de ventilación dependiendo el nivel de la IPRESS a nivel nacional (MINSa, 1999). Luego en el 2012 el Ministerio de Salud Peruano (MINSa) realizó un estudio en el cual de 231 IPRESS, se contabilizaron 4404 pacientes con IIH (MINSa, 2012). También, se realizó un estudio en 2019 con respecto a la velocidad de circulación del aire en hospitales del MINSa, en el cual se concluyó que se tenía una incorrecta ventilación el establecimiento (Miranda, 2019). Los presentados son todos los estudios científicos existentes a nivel nacional en referencia las IIH o ventilación, con lo cual se evidencia la falta de información en referencia al tema.

Por otro lado, la norma peruana no exige un protocolo específico para renovación de aire en hospitales. La resolución ministerial N° 232-2020-VIVIENDA, que modifica la norma técnica E.M 0.30, establece únicamente los lineamientos técnicos mínimos para lograr una correcta calidad de aire interior, como los límites de concentración de partículas, tipos de filtros según la aplicación, renovaciones según ambientes, entre otras; además con respecto a la última mencionada, describe las condiciones únicamente de cuatro ambientes de IPRESS, siendo un limitante para el diseño de áreas con buena calidad de aire en base la norma (El peruano, 2020). Así, en la tabla de renovaciones de aire por hora, según el tipo de local, presentado en la norma técnica anteriormente mencionada, se especifica que los hospitales deben tener entre 3-15 renovaciones por hora según el ambiente, aclarando solo los ambientes de sala de reconocimiento, sala de hospitalización, baño y aseo. Lo cual deja en evidencia la

pobre normativa nacional (MVCS, 2020). En cambio, la normativa internacional como, ASHRAE/ASHE 170-2017, una de las normas referentes en ventilación para lugares del sector salud, especifican las renovaciones por áreas del hospital, filtros necesarios para cada una, si puede contar con recirculación de aire, así como otros criterios que se deben cuantificar para una correcta propuesta del sistema de ventilación (ASHRAE,2017)

Por último, otro problema para el cumplimiento de estos requisitos, es la falta de profesional calificado y especializado en relación a las renovaciones de aire. Este profesional debería tener la capacidad de hacer análisis de la situación de los mismos, así como de proponer diseños de sistemas de ventilación que cumplan con la normativa internacional y buenas prácticas, adaptado a las necesidades del IPRESS.

La razón por la que se realizó esta investigación, a partir de los efectos de la pandemia provocada por el Covid-19, es el problema de ventilación que existe en IPRESS. Este tipo de problema es descrito en un estudio Fines, en que se recalca que en general uno de los principales problemas en un hospital es la ventilación (Aalto , 2017), de la misma manera que dos estudios estadounidenses (Rashid, 2008; Ryherd, 2008), por lo que se estaba dejando una mayor ventana a la posibilidad de contagio por IIH. Es así como en las IPRESS peruanas también se puede ver reflejado esto que tiene un efecto en todo el sistema de salud peruano. Porque los pacientes tienen como objetivo ir a una IPRESS para solucionar o tratarse de algún problema de salud y no para contagiarse de una IIH, por lo que debería ser este un sitio lo más seguro posible para así poder brindar mayor seguridad a los pacientes.

Según el libro *Indoor air quality in healthcare facilities*, el diseño del sistema de ventilación de un hospital es uno de los principales factores en la transmisión de enfermedades por aerosoles, además de recalcar la importancia de estos sistemas para proteger al personal del hospital y a los pacientes de las IIH (Joppolo, 2017). Por otro lado, según un estudio hecho en Chile sobre conceptos de prevención y control de IIH, un tercio de las IIH se pueden llegar a prevenir con un correcto control de las mismas (Henríquez, 2006). Es así como en esta tesis, se puede encontrar una solución a una parte del problema de las IIH, realizando una propuesta de sistema de ventilación de una IPRESS, y logrando así un avance en el control y reducción de estas. Con el fin

de realizar una mejora de la calidad de aire, que resulte en una menor cantidad de contagios por IIH en IPRESS, se realizará una propuesta de sistema de ventilación.

Por otro lado, se decidió que la investigación estuviese enfocada en el centro de salud universitario, ya que en este se atiende personal administrativo de la universidad, familia del personal administrativo, estudiantes y profesores. Lo que convierte a este centro de salud en un punto importante, porque además de haber personas de diversas edades, también hay personas de diferentes estratos sociales. Es por ello que, al haber esta convergencia en el mismo lugar, se torna un entorno propicio para analizar las condiciones de ventilación y renovaciones de aire con las que se cuenta, así como plantear un sistema de ventilación que dé solución a los puntos necesarios identificados en el análisis.

Además, se pretende que el presente estudio sea un referente para otros centros primarios y similares, que necesiten realizar un análisis de sus IPRESS para tener un mejor control de las IIH y evitar contagios en su población y su personal tanto de salud como administrativo.

Los objetivos de la tesis son:

Objetivo principal: proponer un sistema de ventilación basado en el cumplimiento de estándares internacionales a partir de la evaluación de un centro de salud universitario.

Objetivos específicos:

- Describir el centro de salud primario para el análisis del sistema de ventilación siguiendo las normas y guías proporcionadas por ASHRAE.
- Evaluar de forma cuantitativa y cualitativa los requerimientos del sistema de ventilación en áreas seleccionadas del centro de salud.
- Proponer un sistema de ventilación en base a los requerimientos técnicos planteados.
- Elaborar un presupuesto en base a la propuesta del sistema de ventilación.

Finalmente, se espera como resultados, realizar una propuesta del sistema de ventilación y presentar su presupuesto de inversión. A partir de cuantificar la calidad de aire mediante diversos parámetros pertinentes en los ambientes del centro de salud

de la PUCP. Para posteriormente ser comparado y evaluado con la norma nacional EM.030 y usar recomendaciones de la norma ASHRAE 170 “Ventilation of Health Care Facilities”.



## **CAPÍTULO 1**

### **Antecedentes**

El siguiente capítulo pretende abarcar el marco teórico con el fin de explicar los conceptos necesarios para lograr el entendimiento de la tesis. Además del estado del arte, el cual contiene diversas investigaciones, así como normativas relacionadas al tópico tratado en la tesis.

#### **1.1 Marco teórico**

La investigación es realizada en torno a diversos conceptos, los cuales son importantes clarificar para comprender el contenido de la tesis.

A continuación, se presentan conceptos médicos como las infecciones intrahospitalarias, la definición, sus implicancias, así como diversas estadísticas las cuales logran contextualizar la importancia de las mismas. La ventilación, sus diferentes tipos y cuales se aplican a esta investigación, además de su relevancia. El concepto de IPRESS, definición de los tipos de hospitales según la normativa peruana y que tipo sería el centro de salud de la PUCP. También se realizará una contextualización de la normativa existente a nivel nacional y se explicará la importancia de respaldar los diseños de ventilación con normativa internacional. Por último, se explicará la diferencia de estándares para filtros.

### 1.1.1 Infecciones intrahospitalarias (IIH)

Las infecciones intrahospitalarias (IIH) o infecciones asociadas al cuidado de la salud (IACS) se definen como procesos infecciosos no previamente existentes que se manifiesten 2 o 3 días después de la estadía de un paciente en una IPRESS (Haque, 2018; Henríquez, 2006).

El origen de las IIH se divide en dos grupos las exógenas (infección cruzada) y las endógenas (causadas por agentes de la propia flora del paciente). En el caso de las exógenas la fuente puede ser: vía aérea, contacto, fecal-oral, vía sanguínea y a través de vectores (Haque, 2018).

Según un estudio, las IPRESS son áreas con un riesgo elevado de infecciones cruzadas, aumentando la tasa de mortalidad, y son en gran parte transmitidas por vía aérea. Esta transmisión es llevada a cabo por actividades de rutinas como: respirar, hablar, estornudar y toser (Villafuela. J.M, 2019).

Según la OMS de cada 100 hospitalizados, 7 contraen IIH en países desarrollados y 10 en vías de desarrollo (OMS,2022), mientras que si hablamos de lugares más específicos en la unión europea (UE), hay 3,8 millones de casos de IIH anuales, en los cuales 90.000 mueren de manera directa de IIH (Healthcare-associated infections, 2018). En Estado Unidos se datan 30.000 muertos de manera directa por las IIH, 70.000 muertes de manera indirecta y 2,5 millones de casos IIH al año, mientras que en Chile se tienen 30.000 casos de IIH al año, de los cuales mueren 6000 y se reporta una tasa de incidencia del 10%, aunque según estudios estadísticos se estima que la tasa real sería el doble (Henríquez, 2006)

El reporte de las IIH en Perú se remonta a un estudio de la revista peruana de epidemiología de la Universidad Mayor de San Marcos, en el cual se realizó una investigación en el área de cirugía general durante 1994 en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins. Es el estudio se definieron las IIH con una gran similitud a la usada hoy en día. Incluso reportan que el “Center for Disease Control” avisó en 1970 la importancia de las IIH, dando pie a diversos estudios en Estados Unidos con el fin de controlar y cuantificar el problema causado por las IIH y los posibles factores,

el estudio quedó a cargo del “National Nosocomial Infectious Surveillance”. En estos estudios se resaltan algunos datos como la comparación entre la prevalencia en hospitales universitarios y no universitarios, las cuales eran de 4% y 2,5% respectivamente, resaltando así una cuantiosa diferencia entre ambos panoramas (Samanez.J, 1995).

A nivel nacional hay un problema con respecto a la falta de datos que se tiene sobre el tema de ventilación en IPRESS, actualmente existen los siguientes estudios: hay datos de los años 1999 y 2000, los cuales se encuentran ya desactualizados al haber transcurrido 22 años, sin embargo, es el único estudio que se ha hecho hasta la fecha que abarque todos los niveles de establecimientos de salud durante un año completo. Por este motivo, se tomarán los datos como referencia, en los cuales se registraron tasas de prevalencia entre el 3,4 y el 37,5 por ciento dependiendo el nivel de hospital y teniendo una prevalencia los de nivel I de entre 10,7 y 37,5 por ciento (MINSAL, 1999), también existe un documento técnico del MINSAL, en el cual se explica que en 2012 se tenía 231 establecimientos de salud con 4404 paciente con IIH (MINSAL, 2012), por otro lado se tiene un informe del Julio del 2021 del Ministerio de Salud (MINSAL), en el cual se resalta que la tasa en establecimientos de salud nivel III-2 en: UCI, neurología, emergencia y neurocirugía, tienen una tasa de 46,53 (MINSAL, 2021). En conclusión, se tiene pocos datos sobre la situación del país, porque las herramientas que se pueden consultar para obtener las estadísticas son un estudio de hace más de 20 años o mediante un documento técnico o un informe.

### **1.1.2 Importancia de la ventilación en interiores de la infraestructura hospitalaria**

La ventilación es según ASHRAE el proceso de extraer o retirar aire en un área con el fin de controlar los niveles de contaminantes, humedad o temperatura dentro del área (ASHRAE, 2019). Es de gran relevancia en el control de las IIH; ya que una de las formas de contagio es por vía aérea.

La ventilación se puede dividir en dos grandes definiciones: la ventilación natural, la ventilación mecánica.

- Ventilación mecánica: Según ASHRAE es la ventilación proveniente de equipos con accionamiento mecánico, como pueden ser ventiladores y sopladores, los cuales cuentan con un motor (ASHRAE, 2019).
- Ventilación natural: Según ASHRAE es la ventilación proporcionada por el efecto térmico del viento proveniente de ventanas, puertas o aberturas no intencionales en el área (ASHRAE, 2019).

Teniendo en claro las anteriormente mencionadas, se puede resaltar la gran diferencia que hay entre ellas para tomar encuenta al realizar una propuesta de ventilación. Si el diseño a nivel de infraestructura se realiza desde cero, puede incluirse de una manera más fácil y eficaz la ventilación natural en diversas áreas, tarea que se complica al intentar realizar adaptaciones a un centro ya diseñado previamente. Sin embargo, en ambos casos en hospitales se suele usar ventilación mecánica debido a los niveles de control que se deben tener en cuenta, para diferentes parámetros, esto se acentúa de una mayor manera en lugares con temperaturas extremas.

Según la Organización Panamericana de la Salud, la ventilación es un factor importante con fines de controlar y disminuir las IHH en centros de salud, además se explica la importancia del uso de ventilación natural para la reducción de las mismas en caso las demás condiciones de calidad de aire se logren cumplir. En caso no se cumplan, se hará uso de la ventilación mecánica (Atkinson.J, 2010).

Por otro lado, un estudio realizado sobre la evaluación de sistemas de ventilación y su relación con el desplazamiento de infecciones entre área del hospital, recalca la importancia que existe en una correcta ventilación en IPRESS con el fin de disminuir el riesgo de infecciones cruzadas. Según el estudio, unas medidas incorrectas en la ventilación pueden conllevar a que los patógenos se dispersen por vía aérea de forma incontrolable por diferentes áreas. Es por ello que en instituciones de salud que cuenten con salas de aislamiento o cuarentena, es imperativo que se cuente con presión negativa en el área y para evitar pérdidas de presión, se debe contar con una antesala en la entrada (Villafuela. J.M, 2019 ).

La cuantificación de la ventilación para el control se realiza mediante las renovaciones de aire por hora (ACH del inglés “air changes per hour”), las cuales según ASHRAE se define como la división del caudal de aire y el volumen del espacio ( $\frac{m^3}{h}$ ) (ASHRAE,

2022). Las renovaciones de aire son importantes para poder realizar los estudios de la situación en las IPRESS, ya que es una manera de cuantificar el estado de la ventilación, pudiendo así ser comparados por los parámetros recomendados por la normativa (Villafuela. J.M, 2019 ).

### **1.1.3 Categoría del centro de salud de la PUCP**

Durante la investigación se hace mención a las IPRESS, la cual significa “Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud”, según el MINSA son establecimientos o servicios del ámbito de la salud que forman parte del ámbito público, privado o concertado. Las instituciones pueden tener como objetivo prevención, apoyo, acompañamiento, terapia, así como las demás etapas necesarias para un paciente antes, durante o después de una necesidad médica (La.D, 2020; *MINSA, 2016*).

En Perú la normativa categoriza los establecimientos de salud en tres categorías. Estas serán descritas a continuación con el fin de comprender cual es el contexto nacional y poder enmarcar el centro de salud de la PUCP, sobre el cual se realizarán las pruebas durante la investigación.

Las categorías son divididas en base a el nivel de preparación del personal requerido y los diferentes servicios que brindan. Para desarrollar un proyecto de cada uno de ellos existe una norma técnica nacional, en la cual se describen las condiciones que necesita reunir a nivel de infraestructura, los servicios que se deben brindar detallados con el personal que debe contar, el equipamiento que se debe tener entre otras apreciaciones. Cabe resaltar que la primera categoría cuenta con 4 subcategorías y ninguna incluye hospitales, la segunda y tercera categoría cuentan con dos niveles. Las categorías serán descritas a continuación (*MINSA,2004*):

- Categoría 1-1: Esta abarca el primer nivel de atención, como las postas. Los servicios que se brindan son enfocados al cuidado de la salud básico, partos inminentes, prevención, terapia.

- Categoría I-2: Esta categoría abarca puestos de salud con médico, cuentan con los servicios anteriormente mencionados. Sin embargo, la consulta externa se apertura de 6 a 12 horas al día.
- Categoría I-3: Los establecimientos anexados a este nivel son: centros de salud, centros médicos, centros especializados y policlínicos. Los cuales cuentan con los servicios mencionados anteriormente y se adicionan laboratorios de patología clínica. La consulta externa ya debe durar 12 horas.
- Categoría I-4: La categoría adiciona a los establecimientos el área de internamiento y sala de partos. Además, se agregan las especialidades de medicina general, ginecología, pediatría.
- Categoría II-1: A partir de esta categoría se cuentan con niveles de hospitales, siendo esta hospitales de nivel 1. Estos cuentan con lo anteriormente mencionado y se añaden, medicina interna, cirugía general, anestesiología. Las áreas que se tendrán también serán centro obstétrico, hospitalización, emergencia, centro quirúrgico, emergencias, diagnóstico por imágenes hemoterapia y anatomía patológica.
- Categoría II-2: Este nivel de hospital dos, cuenta con todas las especialidades y se añade el área de UCI general.
- Categoría III-1: La categoría es para hospitales nivel tres, el cual tiene todas las especialidades y subespecialidades, además de: UCI especializada, radioterapia, medicina nuclear, trasplante de órganos e investigación y docencia.
- Categoría III-2: El ultimo nivel son los institutos especializados, los cuales cuentan con especialidades correspondientes al instituto especializado. Tanto centro quirúrgico como emergencias son condicionales. UCI, radioterapia, medicina nuclear y trasplante de órganos dependen también de la especialidad del Instituto.

Por toda la información anteriormente presentada y sabiendo que el centro de salud de la PUCP no es un hospital, es de primera categoría. Por otro lado, al contar con laboratorios, atención de diversas especialidades, estaría posicionado en categoría 1-4, lo único que se excluye de esta categoría sería el internamiento y la sala de partos.

#### **1.1.4 Normativa de ventilación aplicable al centro de salud de la PUCP.**

La normativa el punto sobre el cual se realizan las comparaciones de los resultados que se hallan durante la investigación de la tesis y los parámetros sobre los cuales se escogen los requerimientos para la propuesta del sistema de ventilación.

A nivel nacional, la referencia de niveles de ventilación para una IPRESS se encuentra en la norma EM.030. Sin embargo, en la norma solo se pueden encontrar las ACH necesarias para 4 ambientes e indica que, sería de buenas prácticas hacer uso de otras normativas análogas internacionales, entre las que se encuentra ASHRAE 170 (MVCS,2020).

La norma americana está enfocada en la calidad de aire en IPRESS, dando parámetros como valor mínimo de ACH, la necesidad de expulsión directa del aire al exterior, humedad relativa, eficiencia mínima de un filtro, la necesidad de presión negativa, rango de temperatura. Todos los parámetros se encuentran en función del servicio clínico que se desarrolla en cada área del hospital (ASHRAE, 2017).

Por lo tanto, para el desarrollo de la tesis, con los fines explicados anteriormente, es más adecuado hacer uso de la norma estadounidense. Esta cuenta con un mayor número de áreas, y permite hacer, en base a ello, una propuesta con mayor presión para cada ambiente, además de contar con mayor cantidad de parámetros para lograr una mejor propuesta de ventilación. Además, al hacer mención en la norma peruana sobre dicha norma estadounidense, el uso de ella esta validado para tomarla como referencia.

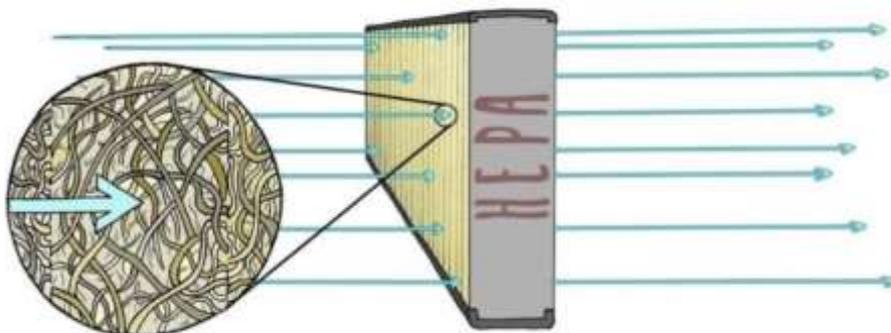
### 1.1.5 Estándares utilizados para el filtrado de aire en sistemas de ventilación

Los filtros son dispositivos a base de papel, arena, productos químicos, etc. Los cuales son atravesado por líquido o gas con el fin de eliminar cualquier material que no se desee (Oxford, s.f).

Estos son usados con el fin de limpiar o purificar el aire. Según ASHRAE, la filtración es el proceso mediante el cual, haciendo uso de equipos se eliminan del aire : partículas, microbios o contaminantes gaseosos (ASHRAE, 2022).

En el caso de la tesis serán expuestos los dos estándares de filtros de aire más usados por las normas en el ámbito médico. Estos pueden ser cuantificados con dos estándares de eficiencia conocidos: MERV y HEPA

- HEPA: por sus siglas en ingles “High Efficiency Particle Arresting” significa recogedor de partículas de alta eficiencia (MEDLINE, 2022). Este estándar se cumple cuando el filtro retiene el 99,97% de las partículas con un diámetro de 0,3 micras (Daizon. R, 2015). Como se observa en la Figura 1-1, el filtro es atravesado por el aire el cual entra contaminado, los contaminantes son retenidos en gran porcentaje y sale el aire limpio.



*Figura 1-1 Filtro HEPA (ACR, 2020)*

- MERV: son las siglas en ingles de “Minimum Efficiency Reporting Values” en español: valores mínimos de eficiencia (US EPA, s.f). El estándar realiza sus categorías según la eficiencia del filtro en cierto tamaño de partículas,

además que, según la clasificación, es recomendado para diferentes funcionalidades como se visualiza en Figura 1-2.



Figura 1-2 Clasificación filtros MERV (EMF SURVEY, 2021)

Por ejemplo, un MERV 12 cuenta con una eficiencia de 35% en ese tamaño de partículas, mientras que un MERV 16, el de más alta eficiencia debe cumplir un 95% (Daizon. R, 2015).

## 1.2 Estado del arte

El estado del arte cuenta con diversos estudios, en diferentes países, relacionados a la ventilación, análisis que se realizaron y resultados que se obtuvieron, además se presenta una tabla con las normativas actuales respecto a la ventilación, calidad de aire y tópicos afines.

### 1.2.1 Estado de la tecnología

El estado de la tecnología de esta tesis se enfoca primero desde un punto más abierto como es la calidad de aire en general y diferentes maneras de evaluarla, para después presentar algunos estudios enfocados desde los sistemas de ventilación, su diseño y análisis de diferentes enfoques, con el fin de mejorar la ventilación en las instituciones de salud o relacionadas.

Un análisis de calidad de aire interior en dos hospitales y ocho veterinarias en Costa Rica, tuvo como objetivo cuantificar la cantidad de contaminantes que existían en el aire, tomando en cuenta parámetros como  $CO_2$ , CO, bacterias, hongos y análisis del sistema de ventilación. En este se concluyó que los niveles de microbios eran aceptables, mientras que los demás si eran superiores a la media. Como principales razones identificables se listó la antigüedad de los establecimientos y haber sido diseñados para menos densidad poblacional, lo que ocasiona que los sistemas de ventilación con los que se contaban no fuesen correctos, aumentando así el contagio de IHH; además, se recalca la importancia de una ventilación correcta para el control de contagios, siendo importante para el control que el manejo de la ropa usada se haga en lugares con presión negativa y con expulsión directa al exterior del aire. (Cartín.M, 2007)

En un estudio realizado en Taiwán, se analizó como variaba la calidad de aire interior según la ventilación y las diferentes áreas del hospital, haciendo un análisis cuantitativo de CO,  $CO_2$ ,  $O_3$ , TVOC, HCHO,  $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$ , bacterias y hongos, haciendo mediciones en treinta y siete hospitales. Se concluyó que el  $CO_2$ , y el TVOC eran los dos únicos parámetros que varían significativamente con respecto a diferentes áreas de trabajo, se observó que los hospitales con aires acondicionados mecánicos, tenían niveles de CO más altos, los niveles de  $PM_{2,5}$  y  $PM_{10}$  fueron mayores en los de sistemas de ventilación no centrales. (Jung.C, 2015)

Se realizó en Perú un estudio publicado en 2019, en el cual se tenía como objetivo la medición de velocidad de circulación del aire en lugares con servicio de tuberculosis de hospitales de primer nivel de atención del MINSA, en el estudio se usó un anemómetro, el cual se posicionó en las ventanas. Según se reporta en el estudio, los resultados fueron preocupantes, ya que no se tenía una correcta velocidad de

circulación del aire, por lo tanto, el flujo de aire es pobre y existe una mala renovación de aire en el hospital, aumentando el riesgo de contagio (Miranda.F, 2019).

En un estudio Finés, se analizaron los sistemas de ventilación con respecto a la calidad de aire interior percibida, los síntomas que se relacionaban con el aire interior en diez hospitales. El estudio medía: el estado, la capacidad y antigüedad de los sistemas de ventilación en una escala de 1 a 3, estos se realizó mediante encuestas. Es así como hallaron un 60% de hospitales con malas calificaciones en los tres parámetros, mientras que el 40% que tenía mejores sistemas de ventilación según la calidad de aire percibida, tenían menor número de quejas. (Hellgren. U, 2011)

Se realizó en Colombia un modelo computacional para poder analizar según el diseño de sistemas de ventilación, el nivel de calidad de aire para hacer un análisis de la incidencia de infecciones en lugares quirúrgicos en centros médicos del departamento del Atlántico. En este se analizaba la forma de esparcirse de los bioaerosoles al salir de un sistema de ventilación con un caudal laminar. Modelaron varias alternativas de las cuales solo una logró obtener concentraciones de acuerdo a la norma ISO sobre salas limpias, además, concluyeron que la limpieza de aire del quirófano no solo depende de las renovaciones de aire, sino también de la distribución que tuviese el mismo, que depende del diseño del sistema de ventilación. (Serda.M, 2022)

Una tesis realizada en Ecuador, titulada el “Estudio de sistema de ventilación y extracción de aire para el área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia de la morgue del Hospital del Niño Dr. Francisco Icaza Bustamante” realizó un estudio sobre la manera que se debería diseñar el sistema de ventilación y de extracción, debido a la gran cantidad de sustancias que se acumulaban en el ambiente cuando había una cantidad considerable de cadáveres. Se dio como resultado, para lograr un correcto diseño, las características de los motores, así como el caudal total que se debía generar en el sitio donde estaban las personas, generando una presión negativa en el lugar de extracción. (Chara, 2018)

En Colombia se realizó un estudio, sobre como el SARS CoV-2 puede venir de un foco infeccioso provocado en sistemas de ventilación o HVAC en clínicas o instituciones de salud. Como parte de este, se nombró los cuatro pilares de una auditoría de este tipo de sistemas, basados en normas internacionales. Primero se

nombra el diseño llevado de la mano de las normas estadounidenses, ASHRAE 170-2013, ASHRAE 55; segundo una correcta ventilación, siguiendo la norma ASHRAE 62, tercero unas correctas renovaciones de aire, así como la aportación de aire fresco del exterior según los criterios de ASHRAE 62 y DIN 1946, por último, requerimientos elementales sobre el diseño de sistemas de filtración, criterios especificados en 1822:2009 e ISO 29463. Finalmente, se concluye que es importante reemplazar los sistemas de filtración por sistemas con: luces UVC (Ultravioletas), prefiltros y filtros HEPA, este diseño final si cuenta con las características germicidas que limpian el aire y un ambiente sin COVID-19. (Fong .W , 2020)

### **1.2.2 Normas, guías y metodología relacionadas a la ventilación**

Las normativas presentadas en la Tabla 1-1 son procedentes de Perú, Europa y USA. El mismo se compone de normas generales como la nacional, que cuenta con características mínimas para el cumplimiento de la calidad de aire y ciertos matices para la propuesta de ventilación, normas más específicas para condiciones ambientales en hospitales, eficiencia energética al diseñar sistemas de ventilación, normas para filtros de alta eficiencia y para luces ultravioleta.

La metodología que se usará para llevar a cabo las pruebas está adaptada de la guía de cinco pasos realizada por Harvard School of Public Health, en esta se describen una serie de pasos para lograr el cálculo de renovaciones de aire según diferentes parámetros del lugar a analizar (Allen, 2020)

Las posibles metodologías serán descritas a continuación:

- a) Medida del flujo de aire exterior para sistema de ventilación individual  
Cuando se trate de un área con un tipo de sistema de ventilación individual, sin importar si está ocupada o no, se medirá el flujo de aire que entra por los ductos con un bolómetro, dispositivo usado para la medición de flujo en una salida o entrada de aire, para llevar a cabo el método se debe seguir los siguientes pasos:

- I. Usar la campana del bolómetro con una geometría igual o similar a la del difusor de aire. Se realiza la medida del ingreso del aire en  $m^3/\text{min}$ .
- II. Se comienza la medición del procedimiento por la parte exterior donde ingresa el aire al hospital.
- III. Realizar la medición con el instrumento en los diferentes puntos del área seleccionado, en todos los difusores de entrada y de salida de aire.

b) Medida del flujo de aire exterior para sistema de ventilación central

Cuando se trate de un área con un tipo de sistema de ventilación central, sin importar si está ocupada o no, se medirá el flujo de aire que entra por los ductos con un bolómetro siguiendo los siguientes pasos:

- I. Se realizará una medición de flujo con el bolómetro posterior a la detección de los difusores de entrada de aire.
- II. Consultar o verificar el porcentaje de apertura de la compuerta de aire externo (no recircula) del sistema central, siendo el 0% completamente cerrada y el 100% completamente abierta.

c) Estimación de ventilación de aire exterior con hielo seco

Cuando el área se encuentra desocupada, sin importar cual es el tipo de sistema de ventilación que se tenga, se usará un método de disminución de  $CO_2$ , haciendo uso de hielo seco y un medidor de  $CO_2$ . Siguiendo los pasos:

- I. Verificar la calibración del sensor de  $CO_2$ , en caso se requiera calibrar según recomendaciones del fabricante.
- II. Para poder localizar inicio y fin de la disminución de  $CO_2$ , el sensor debe estar presentado con una lectura por minuto como mínimo.
- III. Realizar una medición de 5 minutos como mínimo de  $CO_2$  en el exterior, además al finalizar el paso 6 volver a hacer este paso.

IV. El sensor de  $CO_2$  será ubicado a 1m del suelo y lo más lejos del contenedor de hielo seco.

V. Para lograr que el aula tenga una concentración de  $CO_2$  de 2000 ppm, se hará uso del hielo seco, siguiendo los siguientes pasos:

- i. Apagar el sistema de ventilación, en caso no sea posible, tapar con cartones y cinta, así como cerrar todas las ventanas o lugares de posibles fugas de aire del interior.
- ii. El hielo seco será colocado en un recipiente y para ser sublimado con mayor rapidez se le expondrá al aire de un ventilador. La cantidad de hielo seco depende del área del lugar, para uno de 50 a 100  $m^2$  es suficiente con 1 kg de hielo seco para elevar el  $CO_2$  a los 2000 ppm requeridos.

Al lograr los 2000 ppm, se cierra o retira el hielo seco, se vuelven a abrir todos los puntos tapados en el punto Vi y se deben activar los sistemas de ventilación, además las personas deben salir del lugar.

Recomendaciones:

- No tocar el hielo seco sin guantes para evitar quemaduras.
- No elevar el  $CO_2$  del ambiente por encima de los 5000 ppm.
- El hielo seco se calcula como  $1/200 \times$  Volumen del ambiente (la cantidad de hielo seco se da en kg)

VI. El  $CO_2$  se debe ir mermando hasta lograr un 37% del valor máximo alcanzado en el punto 5. Durante la disminución no se deben hacer cambios de velocidad en el sistema de ventilación.

El cálculo de las ACH se realiza en base a la guía de 5 pasos de Harvard de la cual se está adaptando la metodología, por lo tanto, dependiendo el método seleccionado en

el paso 2 se realizan diferentes procedimientos para el cálculo, los cuales serán descritos a continuación.

- a) Caso de medida del flujo de aire exterior para sistema de ventilación individual. Se comenzará haciendo una medición del porcentaje de aire exterior, con el cual se podrá identificar si el aire que ingresa al interior es recirculado o proviene del exterior, en caso Ecuación 2.1 de como resultado un porcentaje menor a 100% el aire es recirculado, mientras que si resulta 100% el aire proviene del exterior. Por otro lado, a partir de los valores obtenidos del barómetro, para el cálculo de las ACH, se usará la Ecuación 2.2.

$$\% \text{ Aire exterior} = \frac{\text{Flujo de aire exterior de entrada, medido afuera}}{\text{Flujo de aire total que entra, medido dentro}} \quad (\text{Ecuación 1.1})$$

$$\text{ACH} = \frac{\text{Flujo de entrada (m}^3 \text{ por minuto)} * 60(\text{minutos por hora})}{\text{Volumen de aula (m}^3 \text{)}} \quad (\text{Ecuación 1.2})$$

- b) Caso de medida del flujo de aire exterior para sistema de ventilación central. A partir de los valores obtenidos del barómetro, para el cálculo de las ACH, se usará la Ecuación 2.3.

$$\text{ACH} = \frac{\text{Flujo de entrada (m}^3 \text{ por minuto)} * 60(\text{minutos por hora}) * \text{Fae}}{\text{Volumen de aula (m}^3 \text{)}} \quad (\text{Ecuación 1.3})$$

Fae= Fracción de aire exterior según compuerta

- c) Caso de Estimación de ventilación de aire exterior con hielo seco

Para realizar el procedimiento hay que llevar a cabo los siguientes pasos:

- a. Realizar la descarga de datos del sensor de CO<sub>2</sub>.
- b. Localizar el punto de inicio del descenso y marca la concentración de inicio ( $C_0$ ) en ppm y el tiempo correspondiente ( $t_0$ ).
- c. Localizar el punto de fin del descenso según el 37% calculado anteriormente y marca la concentración de fin ( $C_f$ ) en ppm y el tiempo correspondiente ( $t_f$ ).

- d. Realizar el promedio de las mediciones de concentraciones que fueron realizadas al inicio y fin de la prueba en el exterior ( $C_{ambiente}$ ).
- e. Calcular el tiempo de disminución del CO<sub>2</sub> en horas (Ecuación 1.4)
- f. Hacer uso de la Ecuación 2.5 para el cálculo de las ACH del ambiente.

$$t_{total} = \frac{t_f - t_0}{60} \quad (\text{Ecuación 1.4})$$

$$ACH = \frac{1 - \ln\left(\frac{C_f - C_{ambiente}}{C_0 - C_{ambiente}}\right)}{t_f - t_0} \quad (\text{Ecuación 1.5})$$

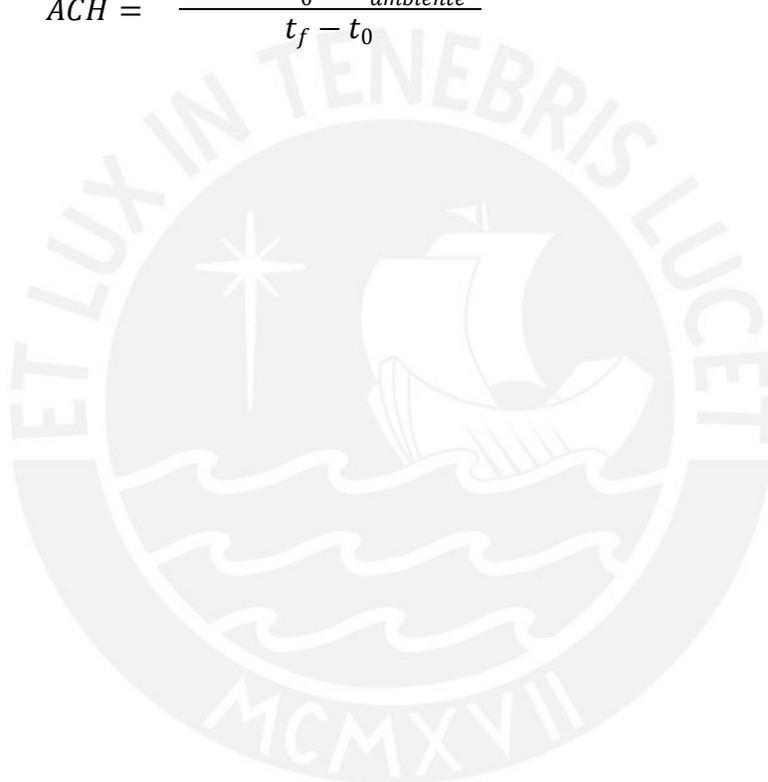


Tabla 1-1 Tabla resumen de las normativas de ventilación

Nombre	Año	Objetivo
CALIDAD DE AIRE EN CENTROS SOCIO-SANITARIOS: MEDICIÓN DE CO2	2022	El documento se centra en el procedimiento para hacer las mediciones de CO2, rangos e información general sobre los sensores a usar y la manera de hacerlo. (Servicio de sanidad ambiental, 2015)
Norma Técnica EM.030 Instalaciones de Ventilación del RNE	2020	Tiene por objetivo establecer los lineamientos técnicos mínimos que se deben considerar para el diseño, construcción, instalación y operación de los sistemas de ventilación mecánica en una edificación, con la finalidad de obtener niveles adecuados de calidad y cantidad del aire en las edificaciones, a fin de garantizar la seguridad, así como, la salubridad e higiene de las personas (MVCS,2020)
ASHRAE.(2017). Ventilation of Health Care Facilities (ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170-2017)	2020	Los requisitos de esta norma se aplican a las áreas de atención al paciente y a las áreas de apoyo relacionadas dentro de los centros de atención médica, incluidos los hospitales, los centros de enfermería y los centros ambulatorios.(ASHRAE,2017)
ASHRAE 55. THERMAL ENVIRONMENTAL CONDITIONS FOR HUMAN OCCUPANCY	2020	Norma las condiciones necesarias para ambientes térmicamente aceptables, teniendo como fin usarse para diseño, operación y puesta a punto de edificios (ASHRAE,2020)
Norma ANSI/ASHRAE 62.1-2022, ventilación y calidad aceptable del aire interior	2022	La norma tiene como objetivos fijar tasas de ventilación mínimas para mejorar la calidad de aire interior necesaria para la habitabilidad humana y que sea saludable para el ser humano. Esta cuenta con procedimientos y métodos para cumplir con las tasas. (ASHRAE,2020)
UNE-EN 16798-1:2020 Eficiencia energética de los edificios. Ventilación de los edificios.	2020	Eficiencia energética de los edificios. Ventilación de los edificios. Parte 1: Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido. Módulo 1-6. (UNE-EN, 2020a)
UNE-EN 1822-1:2020 Filtros absolutos (EPA, HEPA y ULPA). Parte 1: Clasificación, principios generales del ensayo y marcado.	2020	Norma enfocada en el uso de filtros de alta eficiencia y ultrafiltros, enfocados en la ventilación y climatización. Tiene como objetivo establecer procesos para la certificación de funcionalidad de los mismos. (UNE-EN,2020b)
UNE 0068 Requisitos de seguridad para aparatos UV-C utilizados para la desinfección de aire de locales y superficies	2020	Norma enfocada en poner requisitos a productos que usen UVC, así como de la instalación, operación y mantenimiento de los mismos, teniendo como objetivo lograr un uso seguro y eficiente. (UNE-EN,2020c)

### **1.3 Descripción centro de salud primario**

Para realizar la descripción del centro de salud primario se requiere: los planos del lugar, tener acceso a las instalaciones, contar con instrumentos de medición como un flexómetro o medidor láser.

Selección de los ambientes del centro de salud primario:

Haciendo uso de la lista de las diferentes áreas existentes en el centro de salud primario, se hará una selección de los diferentes ambientes que se analizarán en el estudio, teniendo como criterio que no se repitan áreas con las mismas necesidades y las mismas características funcionales, ya que un consultorio que tenga aproximadamente el mismo área que otro, mismo número de salidas y entradas de ventilación y mismo número de ventanas, no sería necesaria la medición de ambos ambientes. A este se le adiciona el nivel criticidad del área, que quiere decir, ambientes donde hay una gran cantidad de personas y una gran posibilidad de contagio de IHH.

Caracterización de los ambientes del centro de salud primario:

Después de la selección de ambientes se procede a hacer una caracterización, teniendo en cuenta los siguientes parámetros: que función tiene el área, cuántos pacientes o personal la ocupa, qué tipo de ventilación es la utilizada mecánica (individual o centralizada) o natural, que cantidad tiene de entradas y salidas de aire, así como la ubicación y las dimensiones de las mismas, describir si cuenta con algún tipo de sistema extra como un renovador de aire, filtros y en caso cuente con alguno de los mencionados, qué características tienen, además del volumen con el que cuenta el ambiente.

#### **1.3.1 Selección y caracterización de los ambientes del centro de salud primario**

Se realizará la descripción completa del centro de salud. Como se observa en plano, que se puede observar en la

Figura 1-3 y la Figura 1-4, cuenta con treinta y tres ambientes, partidos en veintiún ambientes médicos y doce ambientes como baños, recepción, vestuarios y archivos. Los ambientes médicos no cuentan con un sistema de aire acondicionado centralizado, estos por el contrario cuentan con splits individuales para la climatización de cada uno,

además de no contar con ningún sistema para la purificación o extracción de aire. Por otro lado, la distribución del centro de salud es a manera de columna vertebral, ya que esta sería el pasillo principal que cruza desde la sala de espera hasta donde se encuentra la salida y sobre este se encuentran anexadas las diferentes puertas de los ambientes médicos.

Como parte de este proceso también se hizo uso del programa Autocad, para las mediciones del área de cada uno de los ambientes médicos, así como el conteo para el aforo por ambiente como se puede visualizar en la Tabla 1-2.

La selección de ambientes se realizó en base a la posición en la que se encontraban, el área con el que contaban y las condiciones que tenían. Primero se tomaron en cuenta sólo las áreas médicas y donde se podían encontrar pacientes agrupados, dejando así de lado zonas como baños, archivos y almacenes. Por otro lado, se dejó fuera de las pruebas de calidad de aire a algunos ambientes por similitud de características con otros, para ello se realizó un análisis, el cual se presentan a continuación:

#### A) Recepción y sala de espera

La recepción, un espacio sin puerta que da a la escalera, un ventanal completo por la parte posterior, otro ventanal hacia el lado de recepción y una puerta hacia el archivo que cuenta con ventanas, teniendo en general mayor ventilación natural que la sala de espera. Esta, a pesar de tener un poco más de área, cuenta con tres puertas en la zona lateral, dos de ellas a pequeños baños que tienen puerta que se cierran solas, otra que da inicio al pasillo principal, sin embargo por protocolo está cerrada y solo se apertura al dejar pasar a un paciente, dos pequeñas ventanas en la zona lateral y otra puerta, que funciona como puerta principal, pero que debe estar cerrada para que se mantenga la climatización, quedando así solo apertura de las dos ventanas anteriores y las compartidas con la recepción. Por otro lado, el aforo de la sala de espera es de trece personas más, teniendo por lo tanto mayor riesgo que la recepción. Es por ello que se realiza el análisis de la sala de espera y no de la recepción.

#### B) Consultorios: N° 8 medicina general y N° 9 Asesoría nutricional

Estos consultorios cuentan con áreas que solo distan por 1  $m^2$  a favor del primero, cuenta con un aforo de una persona más el ambiente N°9, siendo de 3 personas y ambas

salas tienen las mismas condiciones, con ventanas del mismo tamaño y que dan hacia el mismo lado de la calle, cuentan también con puertas hacia el mismo sitio. Por lo tanto, se analizará la sala N°9 por tener mayor aforo en una menor área, teniendo condiciones ligeramente menos favorables.

C) Los consultorios: N° 14 medicina general, N° 15 medicina general/ psiquiatría, N° 16 médicos EPS y N° 17 medicina general/psiquiatría

Los consultorios cuentan con el mismo área de  $10,6 m^2$ , aforos iguales en todos (3 personas) menos en el primero que cuenta con uno menos; además en el plano se observa que los 4 ambientes cuentan con ventanas y puertas del mismo tamaño y hacia el mismo lugar. Es por ello que se analizó dos de las cuatro áreas de manera intercalada y quitando como opción el consultorio N°14 por contar con menos aforo, quedando así para el análisis los consultorios N°15 y N° 17.

D) Los consultorios: N° 19 oftalmología/asist.nutricional/psiquiatría y N° 20 ginecología/asistencia nutricional/psiquiatría

Los consultorios cuentan con áreas y aforos similares de  $10 m^2$  y dos personas y  $10,6 m^2$  y tres personas respectivamente, además en el plano se observa que los ambientes cuentan con ventanas del mismo tamaño y hacia el mismo lugar y puertas de entrada iguales, pero que el N°20 tiene baño, sin embargo estaría cerrado para efectos prácticos. Es por esto que al tener mayor aforo el N°20 se escogió para la medición.

Con la explicación realizada anteriormente se concluye la etapa de selección y caracterización de áreas para la medición que se realizará para obtención de resultados.

Tabla 1-2 Ambientes del centro de salud de la PUCP

Ambiente	Piso	Área (m <sup>2</sup> )	Aforos
Sala de espera	1	32	18
Recepción	1	23	5
Laboratorio	1	21,6	4
Nº 1 Rehabilitación y fisioterapia	1	15	3
Nº 2 medicina general	1	10,5	3
Nº 3 Medicina ocupacional	1	8,9	2
Nº4 cardiología	1	16	3
Nº5 Imagenología	1	16	3
Nº6 Rayos X	1	17	2
Nº 7 primeros auxilios	1	21	5
Nº 8 medicina general	1	11	2
Nº 9 Asesoría nutricional	1	10	3
Nº 10 Laboratorio toma de muestras	1	10,5	4
Nº 11 Microbiología	1	11	1
Nº 14 medicina general	2	10,6	2
Nº 15 medicina general/ psiquiatría	2	10,6	3
Nº 16 médicos EPS	2	10,6	3
Nº 17 medicina general/psiquiatría	2	10,6	3
Nº 18 Sala de reuniones	2	21	8
Nº 19 oftalmología/ asist. nutricional/psiquiatría	2	10	2
Nº 20 ginecología/asist. nutricional/psiquiatría	2	10,6	3



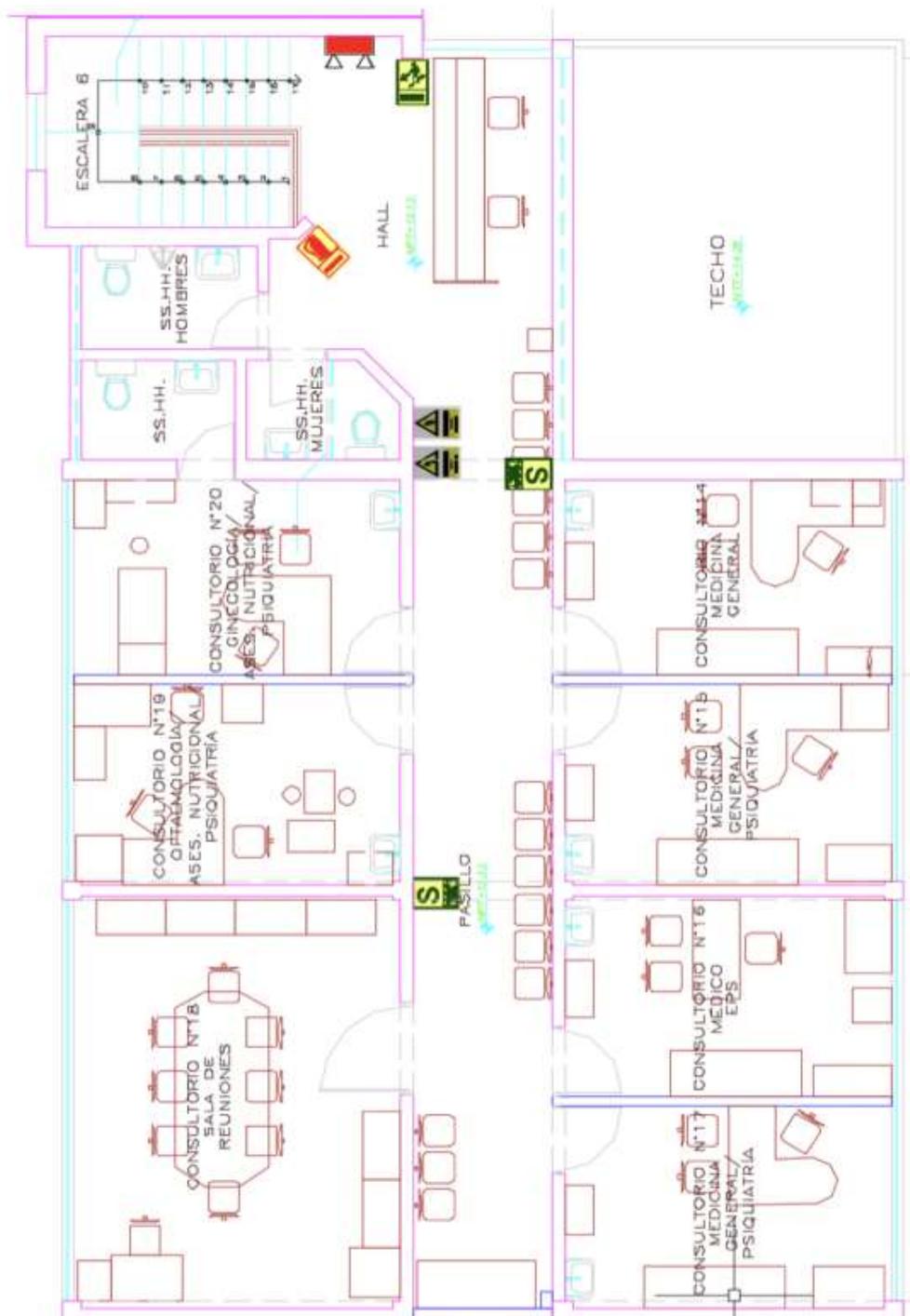


Figura 1-4 Segundo piso del centro de salud PUCP

## CAPÍTULO 2

### **Caracterización de la calidad de aire actual en el centro de salud**

La metodología está adaptada de la guía de cinco pasos realizada por Harvard School of Public Health, en esta se describen una serie de pasos para lograr el cálculo de renovaciones de aire según diferentes parámetros del lugar a analizar (Allen, 2020), para los valores que se compararán con los resultados de cada área del centro de salud en que se seleccionen se hará uso de la norma ASHRAE 170 (ASHRAE, 2017).

La metodología que será descrita con más detalle en los párrafos subsiguientes, consistirá en términos generales en los siguientes apartados:

1. Descripción del centro de salud primario
2. Selección de metodología y medición
3. Tratamiento y análisis de resultados
4. Propuesta de diseño
5. Presupuesto.

El primer paso ya se llevó a cabo durante el capítulo 1 apartado 3, sin embargo, se recalca como paso en esta etapa por su gran utilidad para la selección de la metodología.

## 2.1 Selección de metodología

Posterior a la caracterización, se puede hacer una selección de la metodología, la cual es necesaria para el posterior cálculo de renovaciones de aire por hora (ACH). Las pruebas realizadas, sin distinción del método seleccionado, serán replicadas tres veces en cada una de las áreas. Se usará cinta para cubrir ranuras y algunos otros materiales que fueron especificados en la metodología, las cuales se encuentran en la Tabla 2-1 y estas son descritas en el capítulo anterior.

Tabla 2-1 Resumen de métodos propuestos por Harvard (Harvard, 2020)

	Situación del aula	Tipo de Sistema de ventilación	Materiales necesarios
Opción A	Ocupada o desocupada	Unidad individual (unit ventilator)	balómetro
Opción B	Ocupada o desocupada	Centralizado	balómetro
Opción C	Desocupada	Cualquiera	Medidor de CO <sub>2</sub> & hielo seco
Opción D	Ocupada	Cualquiera	Medidor de CO <sub>2</sub>

El análisis de resultados se realizará comparando los valores del ACH calculados, con la norma ASHRAE 170, la cual cuenta con tablas comparando los ACH de cada zona de un centro de salud, por lo tanto, dependiendo del área sobre la que se haya trabajado del centro de salud, se tendrán diferentes valores de comparación (ASHRAE, 2017).

Para la selección de la metodología se tomó en cuenta la ocupación de los consultorios, es por ellos que se seleccionó el verano para que el centro de salud de la PUCP se encontrase con muy baja ocupación, por lo tanto, se usó la metodología de “Estimación de ventilación de aire exterior con hielo seco” Opción D de la Tabla 2-1.

## 2.2 Pruebas y mediciones

Para la realización de las pruebas se usó como instrumento principal de medición del CO<sub>2</sub> el medidor de calidad de aire AQ-9901SD, el cual cuenta con la capacidad de cuantificar la concentración de dióxido de carbono en el aire durante un periodo programado de tiempo, además de cuantificar al mismo tiempo la temperatura y la humedad relativa del ambiente.

Con el fin de lograr una correcta explicación de la forma en que se hallaron los resultados, así como las decisiones tomadas en algunas de las áreas en cuanto a la selección de metodología según ocupación, áreas que no se realizaron ensayos, entre otros parámetros, se realizarán dos casos completos a modo de ejemplo, los cuales tienen situaciones diferentes para después proceder con la presentación de tablas de resultados de las condiciones con las que cuentan los diferentes ambientes del Centro de Salud PUCP.

Como se explicó anteriormente las áreas se encontraban vacías durante el análisis. Por lo tanto, la metodología usada para las mediciones en todo el centro de salud fue “Estimación de ventilación de aire exterior con hielo seco”.

El método de hielo seco requiere calcular la cantidad de hielo seco a utilizar por prueba en cada área, es por ello que en la Tabla 2-2, se realizaron los cálculos en base a él volumen. Además, para tener un control de la cantidad exacta de la que se hará uso de hielo seco en todas las pruebas se realizó la Tabla 2-3, con lo que sale un total de 12,92 kg.

La colocación de sensores debe ser en la parte del ambiente que tenga peor condición, esto quiere decir que mientras se hace el llenado del área con el  $CO_2$ , el sensor de control está en el punto más alejado al ventilador, donde sale el  $CO_2$  recién sublimado, aunque esté cerca a una ventana para lograr homogeneidad en el ambiente. Por otro lado, el sensor que tiene como objetivo grabar todo el experimento para realizar los resultados en forma de gráfica, estará posicionado en el lugar del ambiente con peor ventilación en la etapa que se realiza la apertura para ventilar el lugar. En caso de ambientes pequeños en los que se tiene enfrentados una puerta y una ventana que se abriesen como podría ser el caso de los consultorios, se podría poner el sensor a uno de los costados en la camilla del paciente o la mesa del médico.

El caso de estudio se llevó a cabo con las condiciones ideales en cada uno de los ambientes seleccionados, por lo que siempre se abrieron las ventanas y puertas por completo para las pruebas que se realizaron por igual en todos los ambientes, siguiendo la metodología propuesta de repetir 3 veces cada uno de los ensayos. Por otro lado, en algunos ambientes seleccionados, se realizaron pruebas extras en condiciones más

ordinarias en los consultorios, en los que se prioriza la privacidad de los pacientes y el confort del personal de salud y del paciente, dejando puertas y ventanas cerradas, así como el aire acondicionado activado.

Tabla 2-2 Descripción de volúmenes y cantidad de  $CO_2$  necesario para las pruebas en cada ambiente

Ambiente	Volumen( $m^3$ )	Cantidad de $CO_2$ por prueba (kg)
Sala de espera	89,6	0,45
Recepción	64,4	0,32
Laboratorio	60,48	0,3
N° 1 Rehabilitación y fisioterapia	42	0,21
N° 2 medicina general	29,4	0,15
N° 3 Medicina ocupacional	24,92	0,12
N°4 cardiología	44,8	0,22
N°5 Imagenología	44,8	0,22
N°6 Rayos X	47,6	0,24
N° 7 primeros auxilios	58,8	0,29
N° 8 medicina general	30,8	0,15
N° 9 Asesoría nutricional	28	0,14
N° 10 Laboratorio toma de muestras	29,4	0,15
N° 11 Microbiología	30,8	0,15
N° 14 medicina general	29,68	0,15
N° 15 medicina general/ psiquiatría	29,68	0,15
N° 16 médicos EPS	29,68	0,15
N° 17 medicina general/psiquiatría	29,68	0,15
N° 18 Sala de reuniones	58,8	0,29
N° 19 oftalmología/ asist. nutricional/psiquiatría	28	0,14
N° 20 ginecología/asist. nutricional/psiquiatría	29,68	0,15

Tabla 2-3 Descripción de volúmenes y cantidad de CO<sub>2</sub> necesario para las pruebas

Ambiente	Volumen(m <sup>3</sup> )	Cantidad de CO <sub>2</sub> total (kg)
Sala de espera	89,6	1,34
Recepción	64,4	0,97
Laboratorio	60,48	0,91
N° 1 Rehabilitación y fisioterapia	42	0,63
N° 2 medicina general	29,4	0,44
N° 3 Medicina ocupacional	24,92	0,37
N°4 cardiología	44,8	0,67
N°5 Imagenología	44,8	0,67
N°6 Rayos X	47,6	0,71
N° 7 primeros auxilios	58,8	0,88
N° 8 medicina general	30,8	0,46
N° 9 Asesoría nutricional	28	0,42
N° 10 Laboratorio toma de muestras	29,4	0,44
N° 11 Microbiología	30,8	0,46
N° 14 medicina general	29,68	0,45
N° 15 medicina general/ psiquiatría	29,68	0,45
N° 16 médicos EPS	29,68	0,45
N° 17 medicina general/psiquiatría	29,68	0,45
N° 18 Sala de reuniones	58,8	0,88
N° 19 oftalmología/ asist. nutricional/psiquiatría	28	0,42
N° 20 ginecología/asist. nutricional/psiquiatría	29,68	0,45
	Total	12,92

Por lo tanto, se procede a presentar los ejemplos de cómo se llevó a cabo la metodología en dos ambientes diferentes.

### Escenario 1

La sala de espera se encuentra ubicada en la entrada del centro de salud, cuenta con un área de 32 m<sup>2</sup>, una altura de 2,8 m, dando así un volumen de 89,6 m<sup>3</sup>, lo que quiere decir que se hará uso de 0,45 kg de hielo seco (Tabla 2-2), estos fueron extraídos del cooler, fueron pesados y posteriormente puestos en la freidora a alta temperatura para lograr su sublimación rápida.

Pero antes de poder pasar al proceso de sublimación (Figura 2-2) se realizó un análisis de las colocaciones de los diferentes sensores, así como la zona en la que se sublimaría el hielo seco; para ello, se analiza el plano de la sala de espera del centro de salud de la PUCP (Figura 2-3), en el que se observa la entrada principal, la puerta de salida, ventanas en dos puntos, uno de ellos que separa con la recepción y que tiene que ser cubierto, ya que no tiene manera de ser cerrado (Figura 2-1) y otras por la zona inicial del área, por ello y por la corriente de aire que tenía la misma línea de flujo que las personas de la entrada principal hacia el pasillo, se propone la colocación del hielo seco para su sublimación en este punto 1 que se visualiza en la Figura 2-3. Además, al estar todo cerrado y necesitar la homogeneidad del  $CO_2$  en el ambiente se colocó el sensor de control en el punto más alejado, el punto 3 en la Figura 2-3. Por último, para la colocación de sensor que mediría todo el ensayo se hizo selección del lugar como el punto 2 de la Figura 2-3, ya que al abrirse las ventanas y puertas tiene que quedar en la zona menos ventilada, en este caso por la geometría del lugar la mayoría de la ventilación ira de manera directa de puerta a puerta, por lo que la línea de flujo de ventilación natural más directa no pasaría por esa zona de la geometría.



Figura 2-1 Ventanal de división entre recepción y sala de espera en el centro médico PUCP, tapado para realizar las pruebas.



Figura 2-2 Proceso de sublimación del hielo seco en una freidora con agua, ventilador con el que se esparce, cooler para conservación del hielo seco. Pruebas realizadas en la recepción del centro de salud de la PUCP.

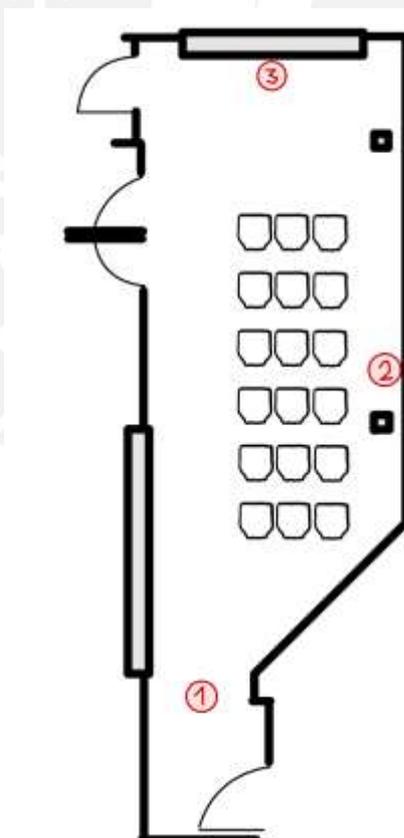


Figura 2-3 Diagrama del plano de la sala de espera del centro de salud de la PUCP con puntos de colocación de implementos para pruebas.

Una vez se inician las pruebas se procede a medir la línea base de concentración de ambiente ( $C_{amb}$ ) con el sensor de control, después se inicia la sublimación y se espera a que el valor del sensor de control sobre pase los 2000 ppm, en este caso 2725 ppm ( $C_{start}$ ), se abren las ventanas y puertas, se inicia el cronómetro y se calcula la concentración de corte, en este caso 1402 ( $C_{corte}$ ), con esta referencia podemos saber cuando parar el tiempo, inmediatamente después de que el sensor de control se encuentre por debajo de la concentración de corte, se anota el tiempo y la concentración final para poder hallar así los ACH del lugar en este caso 22,7 renovaciones (Tabla 2-4).

Tabla 2-4 Resultados de la sala de espera del centro de salud de la PUCP.

Ambiente	$C_{start}$ ppm	$C_{amb}$ ppm	$C_{end}$ ppm	$C_{corte}$ ppm	$t_{37\%}$ (min)	$t_{37\%}$ (seg)	ACH
Sala de espera 1	2725	626	850	1402	5	55	22,7

## Escenario 2

El segundo caso se describirá el consultorio N°1 Rehabilitación y fisioterapia (Figura 2-4), este cuenta con un área de  $15 m^2$ , una altura de 2,8 m, dando así un volumen de  $42 m^3$ , lo que quiere decir que se hará uso de 0,21 kg de hielo seco (Tabla 2-2), estos fueron extraídos del cooler, fueron pesados y posteriormente puestos en la freidora a alta temperatura para lograr su sublimación rápida. Pero antes de poder pasar al proceso de sublimación (Figura 2-5) se realizó un análisis de las colocaciones de los diferentes sensores, así como la zona en la que se sublimar el hielo seco, para ello se analiza el plano del consultorio N°1 del centro de salud de la PUCP (Figura 2-6), este caso distó del anterior porque es un análisis sin apertura de ventanas o puertas, con el climatizador puesto, por lo tanto la condición era colocar los sensores lo más alejados de la sublimación del hielo.



Figura 2-4 Pruebas realizadas en el consultorio N°1 Rehabilitación y fisioterapia del centro de salud de la PUCP.

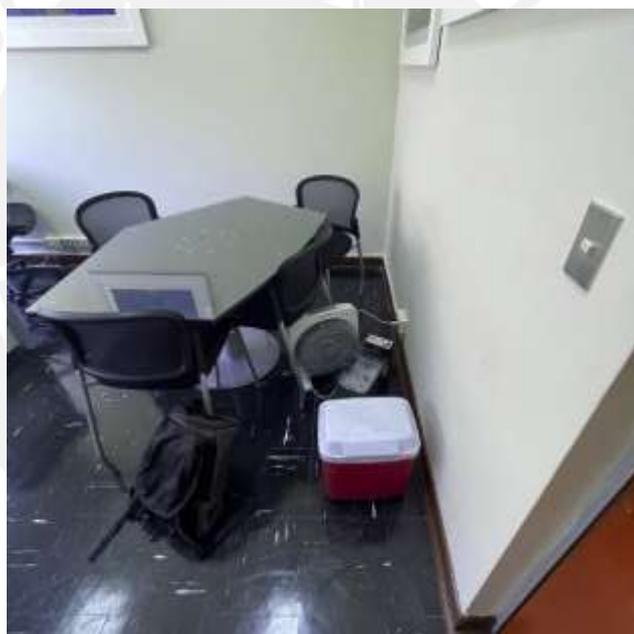


Figura 2-5 Proceso de sublimación del hielo seco en una freidora con agua, ventilador con el que se esparce, cooler para conservación del hielo seco. Pruebas realizadas en el consultorio N°1 Rehabilitación y fisioterapia del centro de salud de la PUCP.

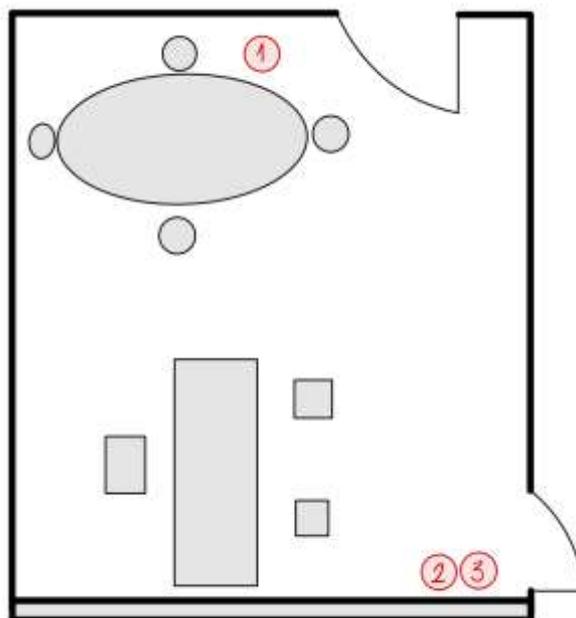


Figura 2-6 Diagrama del plano del consultorio N°1 Rehabilitación y fisioterapia del centro de salud de la PUCP con puntos de colocación de implementos para pruebas.

Una vez se va iniciar las pruebas se procede a medir la línea base de concentración de ambiente ( $C_{amb}$ ) con el sensor de control, después se inicia la sublimación y se espera a que sobrepase el sensor de control los 2000 ppm, en este caso 2218 ppm ( $C_{start}$ ), se inicia el cronómetro y se calcula la concentración de corte, en este caso 1198 ( $C_{corte}$ ), con esta referencia podemos saber cuando parar el tiempo, inmediatamente después de que el sensor de control se encuentre por debajo de de la concentración de corte, se anota el tiempo y la concentración final para poder hallar así los ACH del lugar en este caso 0 renovaciones (Tabla 2-5).

Tabla 2-5 Resultados de la recepción del centro de salud de la PUCP.

Ambiente	$C_{start}$ ppm	$C_{amb}$ ppm	$C_{end}$ ppm	$C_{corte}$ ppm	$t_{37\%}$ (min)	$t_{37\%}$ (seg)	ACH
N°1	2218	600	2209	1198	33	38	0,0

### 2.3 Resultados

Al haber presentado de manera detallada los resultados obtenidos en dos situaciones con manera de actuar diferentes, se procede a presentar los resultados de cada una de las medidas hechas durante el periodo de pruebas. Se presentan en dos tablas, la primera cuenta con las pruebas con el número de repeticiones planteado en la metodología como caso ideal (Tabla 2-6), también se presentan las pruebas realizadas en otro tipo de condiciones (Tabla 2-8).

Tabla 2-6 Resultados del centro de salud de la PUCP.

Prueba	Cstart (ppm)	Camb (ppm)	Cend (ppm)	Ccorte (ppm)	t37% '	t37% "	ACH	Promedio ACH
Sala de espera 1	2725	626	850	1403	5	55	22,7	19,9
Sala de espera 2	2151	512	1101	1118	4	1	15,3	
Sala de espera 3	2039	632	997	1153	3	45	21,6	
Nº1 Rehabilitación y fisioterapia 1	2002	517	1061	1066	2	5	28,9	29,8
Nº1 Rehabilitación y fisioterapia 2	2008	584	890	1111	2	44	33,8	
Nº1 Rehabilitación y fisioterapia 3	2085	590	1069	1143	2	34	26,6	
Nº2 Medicina general 1	2834	569	1088	1407	2	49	31,4	59,9
Nº2 Medicina general 2	2234	642	687	1231	2	8	100,3	
Nº2 Medicina general 3	2300	578	963	1215	1	52	48,1	
Nº 11 Microbiología 1	2070	573	1046	1127	4	1	17,2	14,2
Nº 11 Microbiología 2	5125	650	1924	2306	4	53	15,4	
Nº 11 Microbiología 3	2177	580	1158	1171	6	1	10,1	
Nº3 Rehabilitación y fisioterapia 1	2242	600	1120	1208	7	58	8,7	7,3
Nº3 Rehabilitación y fisioterapia 2	2242	600	1272	1208	7	0	7,7	
Nº3 Rehabilitación y fisioterapia 3	2323	580	1276	1225	10	7	5,4	
Nº4 Cardiología 1	2070	530	1219	1100	9	58	4,8	7,9
Nº4 Cardiología 2	2038	660	1109	1170	7	48	8,6	
Nº4 Cardiología 3	2174	660	1201	1220	5	57	10,4	
Nº10 Laboratorio 1	3340	660	1500	1652	16	0	4,4	4,4
Nº10 Laboratorio 2	2388	670	1492	1306	9	29	4,7	
Nº10 Laboratorio 3	2174	670	1280	1226	13	23	4	

Tabla 2-7 Resultados del centro de salud de la PUCP (Continuación).

N°5 Diagnóstico de imágenes 1	2479	630	893	1314	3	36	32,5	28,6
N°5 Diagnóstico de imágenes 2	2059	640	1153	1165	2	35	23,6	
N°5 Diagnóstico de imágenes 3	2090	640	1080	1177	2	24	29,8	
N°7 Primeros auxilios 1	2090	600	1035	1151	4	39	15,9	15,2
N°7 Primeros auxilios 2	2156	610	1083	1182	3	49	18,6	
N°7 Primeros auxilios 3	2010	600	1186	1122	4	41	11,2	
N°6 Rayos X 1	2831	660	1342	1463	6	4	11,5	8,7
N°6 Rayos X 2	2485	660	1503	1335	6	0	7,7	
N°6 Rayos X 3	2093	660	1321	1190	6	49	6,8	
N°9 Medicina general - Neurología 1	2292	620	1179	1239	2	51	23,1	16,4
N°9 Medicina general - Neurología 2	2207	534	1166	1153	3	54	15	
N°9 Medicina general - Neurología 3	2162	534	1174	1136	5	2	11,1	
N°15 Psiquiatría 1	2353	600	739	1249	2	18	66,1	45,9
N°15 Psiquiatría 2	2090	600	1116	1151	2	55	21,8	
N°15 Psiquiatría 3	2016	600	713	1124	3	3	49,7	
N°17 Medicina general - Psiquiatría 1	2179	620	837	1197	2	12	53,8	35,4
N°17 Medicina general - Psiquiatría 2	2091	620	822	1164	4	1	29,7	
N°17 Medicina general - Psiquiatría 3	2214	620	1195	1210	2	41	22,8	
N°18 Sala de reuniones 1	2036	610	1020	1138	3	35	20,9	22,4
N°18 Sala de reuniones 2	2129	610	844	1172	3	50	29,3	
N°18 Sala de reuniones 3	2242	610	1138	1214	3	59	17	
N°20 Ginecología 1	2072	580	703	1132	3	0	49,9	38,7
N°20 Ginecología 2	2331	580	786	1228	3	13	39,9	
N°20 Ginecología 3	2326	580	880	1226	4	0	26,4	

Tabla 2-8 Resultados extras del centro de salud de la PUCP.

Prueba	Cstart (ppm)	Camb (ppm)	Cend (ppm)	Ccorte (ppm)	t37% '	t37% "	ACH
N°1 Rehabilitación y fisioterapia 4	2218	600	2209	1199	33	38	0
Sala de espera 4	2909	530	2137	1410	21	0	1,1
N° 11 Microbiología 4	2248	550	2248	1178	21	0	0

## 2.4 Análisis de resultados

Se hizo uso de la norma ASHRAE 170 (ASHRAE, 2017), la cual es nombrada como referencia a seguir en la norma peruana E.M.0 30 (El peruano, 2020), para analizar los resultados y saber si cumplen con la normativa vigente. Como se mencionó anteriormente ASHRAE 170 cuenta con una normativa más completa, teniendo en cuenta aspectos más específicos por cada ambiente de la IPRESS, esto permitirá darle una mayor rigurosidad y validez a el análisis y a la propuesta, esta se llevará a cabo bajo estándares más altos que los estipulados por la norma nacional.

La normativa ASHRAE 170 anteriormente mencionada parametriza por ambiente: la presión interior del área, el mínimo ACH total, si debe expulsar aire al exterior, la eficiencia mínima del filtro, la humedad relativa mínima y la temperatura que debe tener cada ambiente como se puede observar en la Tabla 2-9.

Los valores propuestos por ASHRAE 170 (Tabla 2-9) serán comparados con cada uno de los casos analizados anteriormente en el apartado de resultados.

En la Tabla 2-9 se estipula que el aire directo al exterior en dos de los ambientes, solo se puede llevar a cabo con las condiciones actuales del centro de salud mediante la apertura de ventanas. Por otro lado, ninguna de las áreas del centro de salud cuenta con filtro y la humedad relativa en todos los resultados es mayor a 65 % por lo que en la mayoría de casos, en los cuales especifica la necesidad de estar como máximo a 60%, no cumple el centro de salud con las especificaciones dadas.

Por otro lado, las ACH calculadas en los casos ideales (puertas y ventanas completamente abiertas) al compararlas con los valores propuestos por ASHRAE, se puede observar (Tabla 2-10) que el único que no cumple de manera directa sería N°10

Laboratorio toma de muestras. Sin embargo, al hacer uso de los valores en condiciones diferentes (Tabla 2-11), se puede observar que ninguna de las áreas cumple con las normativa.

Tabla 2-9 Valores recomendados por ASHRAE 170 por ambiente.

Ambiente	Presión al interior del área	Mínimo ACH	Aire directo al exterior	Eficiencia mínima del filtro	Humedad relativa mínima (%)	Temperatura (°C)
Sala de espera	Negativa	12	Si	MERV-8	Max 60	21-24
N° 1 Rehabilitación y fisioterapia	Negativa	6	NR	MERV-8	Max 65	22-27
N° 2 Medicina general	NR	4	NR	MERV-8	Max 60	21-24
N° 3 Medicina ocupacional	NR	4	NR	MERV-8	Max 60	21-24
N°4 Cardiología	NR	4	NR	MERV-8	Max 60	21-24
N°5 Imagenología	NR	6	NR	MERV-8	Max 60	22-26
N°6 Rayos X	NR	6	NR	MERV-8	Max 60	22-26
N° 7 Primeros auxilios	NR	6	NR	MERV-14	MAX 60	21-24
N° 8 Medicina general	NR	4	NR	MERV-8	Max 60	21-24
N° 10 Laboratorio toma de muestras	Negativa	6	NR	MERV-8	NR	21-24
N° 11 Microbiología	Negativa	6	Si	MERV-8	NR	21-24
N° 15 Medicina general/psiquiatría	NR	3	NR	MERV-8	NR	21-24
N° 17 Medicina general/psiquiatría	NR	4	NR	MERV-8	Max 60	21-24
N° 18 Sala de reuniones	NR	4	NR	MERV-8	Max 60	21-24
N° 20 Ginecología/asistencia nutricional/psiquiatría	NR	4	NR	MERV-8	Max 60	21-24

Las temperaturas registradas durante las pruebas demuestran que los ambientes no cumplen con el rango propuesto por ASHRAE en la mayoría de los casos, exceptuando: N° 1 Rehabilitación y fisioterapia, N°6 Rayos X y N° 10 Laboratorio toma de muestras, como se observa en la *Tabla 2-12*.

Por lo tanto, se puede concluir del análisis de resultados, que si bien los ACH pueden ser concluyentes en el cumplimiento de la norma cuando es el caso ideal, al tomar en cuenta todas las condiciones como conjunto cambia el panorama. Ya que, para el cumplimiento de la temperatura es necesario hacer uso del climatizador, además de tener en cuenta la privacidad del paciente en el consultorio, por ello, las puertas y ventanas permanecerían cerradas para conseguir el rango de temperatura y hacer un

gasto eficiente de la energía. Sin embargo, las ACH en este caso ya no cumplen con la norma, es por ello que se debería realizar una propuesta de sistema de ventilación para cumplir con las ACH, además de ponerles los filtros recomendados, llegar a la humedad relativa necesaria y tener la presión interior requerida.

Tabla 2-10 Valores de ACH recomendados por ASHRAE 170 y resultados de ACH en área del centro de salud PUCP en condiciones ideales.

Ambiente	Resultados promedio de ACH en el centro de salud PUCP	Mínimo de ACH según ASHRAE
Sala de espera	19,9	12
N° 1 Rehabilitación y fisioterapia	29,8	6
N° 2 Medicina general	59,9	4
N° 3 Medicina ocupacional	7,3	4
N°4 Cardiología	7,9	4
N°5 Imagenología	28,6	6
N°6 Rayos X	8,7	6
N° 7 Primeros auxilios	15,2	6
N° 9 Asesoría nutricional	16,4	4
N° 10 Laboratorio toma de muestras	4,4	6
N° 11 Microbiología	14,2	6
N° 15 Medicina general/ psiquiatría	45,9	3
N° 17 Medicina general/psiquiatría	35,4	4
N° 18 Sala de reuniones	22,4	4
N° 20 Ginecología/asistencia nutricional/psiquiatría	38,7	4

Tabla 2-11 Valores de ACH recomendados por ASHRAE 170 y resultados de ACH en área del centro de salud PUCP.

Ambiente	Resultados promedio de ACH en el centro de salud PUCP	Mínimo de ACH según ASHRAE
N°1 Rehabilitación y fisioterapia	0	6
Sala de espera	1,1	12
N° 11 Microbiología	0	6

Tabla 2-12 Valores de temperatura ambiente recomendados por ASHRAE 170 y temperatura ambiente en áreas del centro de salud PUCP.

Ambiente	Resultados promedio de temperatura ambiente en el centro de salud PUCP (°C)	Temperatura ambiente recomendada por ASHRAE (°C)
Sala de espera	25	21-24
N° 1 Rehabilitación y fisioterapia	26	22-27
N° 2 Medicina general	26	21-24
N° 3 Medicina ocupacional	26	21-24
N°4 Cardiología	25	21-24
N°5 Imagenología	25	22-26
N°6 Rayos X	24	22-26
N° 7 Primeros auxilios	25	21-24
N° 9 Asesoría nutricional	26	21-24
N° 10 Laboratorio toma de muestras	24	21-24
N° 11 Microbiología	26	21-24
N° 15 Medicina general/ psiquiatría	27	21-24
N° 17 Medicina general/psiquiatría	27	21-24
N° 18 Sala de reuniones	28	21-24
N° 20 Ginecología/asistencia nutricional/psiquiatría	28	21-24

## **CAPÍTULO 3**

### **Propuesta de sistema de ventilación**

Según los resultados obtenidos anteriormente, al realizarse el análisis y comparar los resultados con la normativa ASHRAE, se ha podido observar que hay diferentes parámetros del ambiente, como la humedad, las renovaciones y la temperatura, que se tienen que modificar para obtener una mejoría en la calidad del aire.

#### **3.1 Evaluación de posibles soluciones**

Se realizará un análisis comparativo entre dos posibles soluciones para la propuesta, con el fin de poder realizar el más adecuado, teniendo en cuenta las características de la norma ASHRAE 170, así como las necesidades y alcance de la PUCP. Por ello se presentarán las dos soluciones: una de las opciones se basa en realizar una adaptación mínima del centro de salud, pero suficiente para cumplir con los parámetros necesarios de la propuesta. La otra opción es que no se use los sistemas de climatización que ya se tienen, sino un sistema centralizado.

La primera opción se haría uso de los splits ya existentes en las instalaciones del sistemas de salud, los cuales sólo regulan la temperatura, por lo tanto, también se pondrían deshumidificadores, para así lograr la humedad requerida. También se pondrían renovadores de aire en todas las estancias, que cuenten con los filtros

requeridos en la norma y unos extractores de aire, para lograr las renovaciones de aire requeridas en el ambiente.

La segunda opción tendría un sistema centralizado como se ha descrito anteriormente, con este sistema ya no se haría uso de los splits ya instalados en el centro de salud y tampoco se requerirían equipos adicionales.

Se realizará una comparativa según algunos criterios seleccionados para la comparativa, localizando así las ventajas y desventajas de cada opción.

El control de la calidad del aire: un sistema centralizado puede permitir controlar la calidad del aire interior en un hospital. Los filtros de aire de alta eficiencia que pueden eliminar los alérgenos transmitidos por el aire, las bacterias, los virus y las partículas finas pueden incluirse en los sistemas centrales de aire acondicionado, además de la capacidad de configurar las renovaciones de aire necesarias y la humedad necesaria. Estas mismas características se logran con la segunda opción al contar con deshumidificadores, extractores de aire y renovadores de aire, sin embargo, la capacidad de configuración por ambiente puede ser mayor en la segunda opción ya que cada habitación tendría los dispositivos necesarios para lograr los requerimientos de la propuesta.

La eficiencia energética, en un sistema centralizado, puede ser mayor en comparación con numerosos equipos de aire acondicionado, deshumidificador, renovador de aire y extractor en cada habitación. Esto se debe al hecho de que un sistema centralizado puede utilizar una sola unidad de climatización y distribuir aire fresco a través de conductos a cada habitación. Esto reduce la cantidad de energía necesaria para alimentar completamente el hospital.

El ruido es una ventaja en el caso de los sistemas centralizados, al tener el equipo mayormente ubicado lejos de los ambientes, en lugares como techos o sótanos.

Con respecto al costo, se cuenta con la opinión experta del ingeniero Carlos Busquets, el cual aseguró que en su experiencia puede ser entre un 50 a 100 % más caro obtener los equipos para un sistema central. Por otro lado, el tiempo de instalación necesario

para este tipo de sistemas es bastante más elevado en general, si se compara con la instalación de splits, aumentando el tiempo si el edificio no fue planteado desde su diseño con un sistema centralizado (Anexo 2).

### **3.2 Selección de equipos**

En el contexto actual existe una recesión económica a nivel internacional, la cual afecta directamente a Perú, que se encuentra actualmente inmerso en constantes problemas políticos. Dicho panorama también afecta directamente a la universidad, es por ello que se le da un porcentaje más importante al aspecto económico para la decisión de la solución.

Tomando en cuenta los puntos presentados anteriormente para la comparación de ambas soluciones y el último párrafo del contexto de la universidad, se decide llevar a cabo la solución que conlleva un menor costo para la misma, aumentando así la viabilidad de la realización del proyecto. Esta sería la opción de mantener los splits del centro de salud y adicionar los equipos necesarios para la mejora en la calidad de aire.

El cálculo de los requerimientos de los extractores, mediante los cuales se conseguirán extraer el aire directo al exterior y las renovaciones de aire necesarias en los ambientes se realiza mediante el producto de la cantidad requerida de ACH en el ambiente y el volumen del ambiente. Es así como se obtiene la *Tabla 3-1*.

Con los resultados obtenidos anteriormente, se tienen los datos técnicos necesarios para el cálculo de los extractores necesarios para el centro de salud.

Una vez calculado el caudal necesario por área se realiza un mapeo de todas las áreas para el diseño de la colocación de los extractores, según el piso en el que se encuentra el área, el caudal que requiere, para ello se usará la línea Silent de Soler & Palau, la cual logra unos niveles reducidos de ruido, siendo esto un punto de gran relevancia para un centro de salud que se encuentra en una universidad. Para la selección del ventilador pertinente se realiza en base a el caudal de extracción necesario, por lo cual se seleccionaba el ventilador que contase con el caudal más cercano al requerido, como se puede observar en la *Tabla 3-2*.

Tabla 3-1 Cálculo del caudal de extracción

Ambiente	Volumen m <sup>3</sup>	Mínimo de ACH según ASHRAE	Caudal de extracción (m <sup>3</sup> /h)
Sala de espera	89,6	12	1075,2
Recepción	64,4	12	772,8
N° 1 Rehabilitación y fisioterapia	42	6	252
N° 2 Medicina general	29,4	3	88,2
N° 3 Medicina ocupacional	24,92	4	99,68
N°4 Cardiología	44,8	4	179,2
N°5 Imagenología	44,8	6	268,8
N°6 Rayos X	47,6	6	285,6
N° 7 Primeros auxilios	58,8	6	352,8
N°8 Medicina general	30,8	3	92,4
N° 9 Asesoría nutricional	30,8	4	123,2
N° 10 Laboratorio toma de muestras	28	6	168
Laboratorio	60,48	6	362,88
N° 11 Microbiología	29,4	6	176,4
N° 14 medicina general	29,68	3	89,04
N° 15 Medicina general/ psiquiatría	29,68	3	89,04
N° 16 Médicos EPS	29,68	3	89,04
N° 17 Medicina general/psiquiatría	29,68	4	118,72
N° 18 Sala de reuniones	58,8	4	235,2
Consultorio N° 19 oftalmología/ asist. nutricional/psiquiatría	28	4	112
N° 20 Ginecología/asistencia nutricional/psiquiatría	29,68	4	118,72
Total			5148,92

Finalmente, se necesitan veintiún equipos para todo el centro de salud (Tabla 3-3). Estos ventiladores serán conectados mediante conductos a modo de exoesqueleto (por el exterior del edificio) y el aire será expulsado directamente al exterior en todos los casos.

Tabla 3-2 Caudal de extracción necesario y equipos requeridos según el cálculo.

Ambiente	Volumen $m^3$	Mínimo de ACH según ASHRAE	Caudal de extracción ( $m^3/h$ )	Caudal por equipo ( $m^3/h$ )	Equipos
Sala de espera	89,6	12	1075,2	1075,2	TD-1300 Silent
Recepción	64,4	12	772,8	772,8	TD-800 Silent
N° 1 Rehabilitación y fisioterapia	42	6	252	250	TD-250 Silent
N° 2 Medicina general	29,4	3	88,2	160	TD-160 Silent
N° 3 Medicina ocupacional	24,92	4	99,68	160	TD-160 Silent
N°4 Cardiología	44,8	4	179,2	250	TD-250 Silent
N°5 Imagenología	44,8	6	268,8	250	TD-250 Silent
N°6 Rayos X	47,6	6	285,6	350	TD-350 Silent
N° 7 Primeros auxilios	58,8	6	352,8	350	TD-350 Silent
N°8 Medicina general	30,8	3	92,4	160	TD-160 Silent
N° 9 Asesoría nutricional	30,8	4	123,2	160	TD-160 Silent
N° 10 Laboratorio toma de muestras	28	6	168	250	TD-250 Silent
Laboratorio	60,48	6	362,88	500	TD-500 Silent
N° 11 Microbiología	29,4	6	176,4	250	TD-250 Silent
N° 14 medicina general	29,68	3	89,04	160	TD-160 Silent
N° 15 Medicina general/ psiquiatría	29,68	3	89,04	160	TD-160 Silent
N° 16 Médicos EPS	29,68	3	89,04	160	TD-160 Silent
N° 17 Medicina general/psiquiatría	29,68	4	118,72	160	TD-160 Silent
N° 18 Sala de reuniones	58,8	4	235,2	250	TD-250 Silent
Consultorio N° 19 oftalmología/ asist. nutricional/psiquiatría	28	4	112	160	TD-160 Silent
N° 20 Ginecología/asistencia nutricional/psiquiatría	29,68	4	118,72	160	TD-160 Silent

Tabla 3-3 Cantidad de equipos requeridos.

Equipos	Número de equipos
TD-160 Silent	10
TD-250 Silent	6
TD-350 Silent	2
TD-500 Silent	1
TD-800 Silent	1
TD-1300 Silent	1

Para el control de la humedad requerida según la norma ASHRAE 170, la cual tiene como requerimiento un máximo de 60% de humedad relativa en la mayoría de ambientes. Se decidió proponer el deshumecedor Q29 ALFANO (*Figura 3-1*) que puede trabajar en áreas de hasta 40  $m^2$  y el centro de salud cuentan con áreas que oscilan entre 10 y 32  $m^2$ , trabaja en un rango de temperatura de 5-32 °C, además cuenta con un modo de ajuste de humedad, teniendo la capacidad de deshumedecer las áreas hasta el 50% de humedad relativa.



Figura 3-1 Imagen referencial del deshumificador.

Se recomendará la obtención de purificadores de aire, para la filtración del aire, según la normativa usada para el desarrollo de esta tesis se recomienda el uso de filtros MERV 8 para la mayoría de ambientes y MERV 14 para el caso de los primeros auxilios.

El renovador de aire seleccionado es el Soler y Palau 2N (Figura 3-2), tiene un tamaño reducido, ruido reducido (23-52 dB) y peso reducido (5,3Kg). Por otro lado, cuenta con un filtro HEPA H13, el cual tiene una equivalencia sobre los MERV superior a la requerida en la norma (MERV 14), además cuenta con filtros de carbono activado con la capacidad disminuir el olor del ambiente (S&P, S.F; Infiltro, S.F).



Figura 3-2 Imagen referencial del renovador de aire S&P.

La temperatura necesaria para cumplir con las recomendaciones de ASHRAE, Tabla 2-12, se regularán mediante los splits, controlando así la temperatura de manera individual en cada una de las áreas, que se encuentran en cada uno de los ambientes actualmente, que como se explicó anteriormente no se cambiaran, minimizando así la inversión.

### 3.3 Planos

La distribución que se presenta a continuación es una recomendación, los ventiladores se colocaron en el extremo contrario a la puerta, con el fin de generar un correcto flujo de aire, estos se anclan a la pared por el exterior del centro de salud. Por otro lado, los renovadores de aire y los deshumificadores son portátiles, por lo que pueden ser movidos por el usuario. En las Figura 3-3 y Figura 3-4 se puede encontrar un rectángulo rojo con una flecha los cuales representan los extractores y la dirección del aire que extrae, además de los conductos de conexión con el área, los cuales se visualizan de color negro. Los deshumificadores son color naranja y los purificadores de color azul



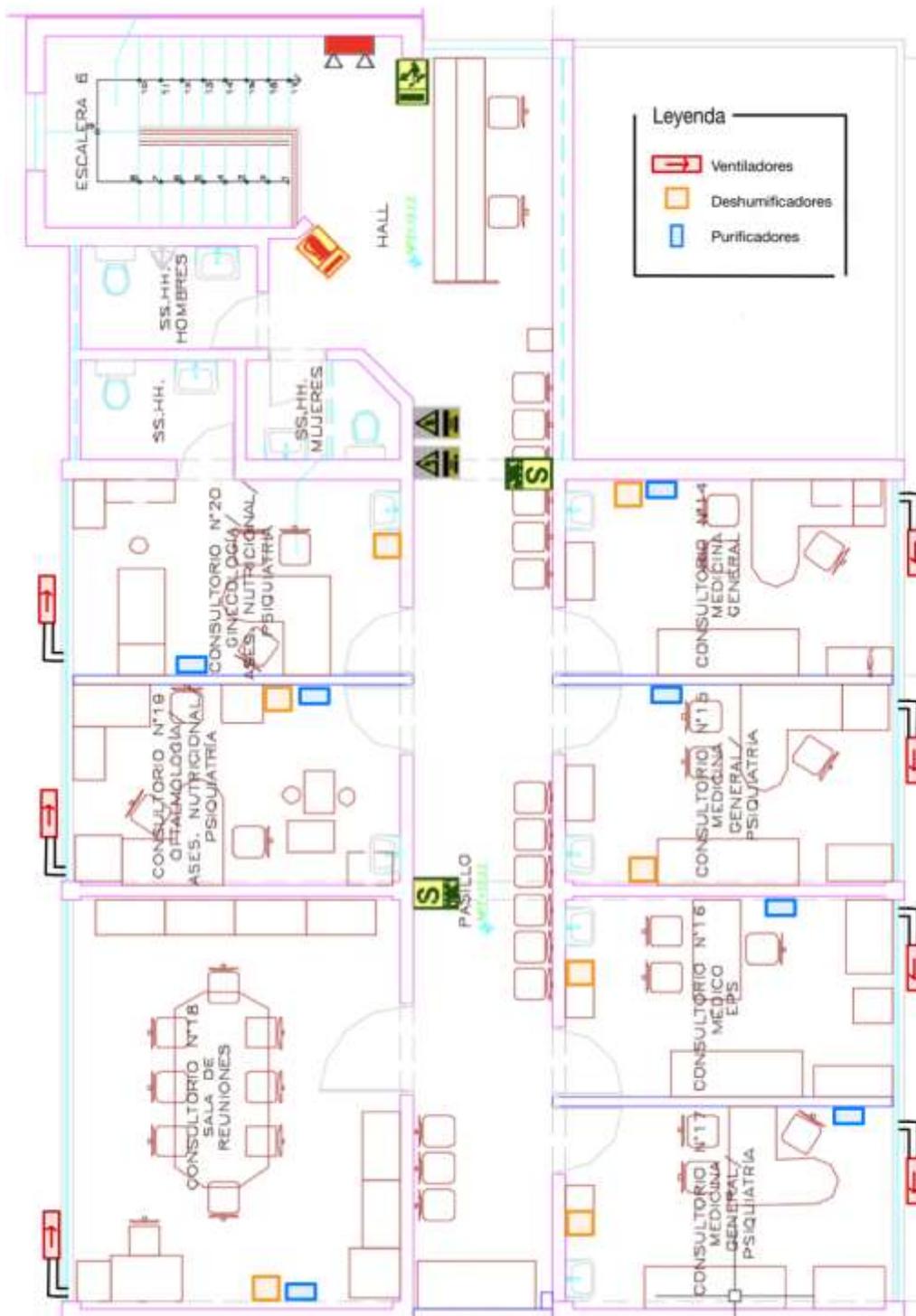


Figura 3-4 Plano con propuesta segunda planta centro de salud.

### 3.4 Cálculo de la carga instalada

El cálculo de la carga instalada se realiza con el fin de saber cuál es la carga que se requerirá del sistema eléctrico del centro, para así poder adaptar el lugar para la instalación de los nuevos dispositivos.

El cálculo de la carga total se obtiene primero calculando la potencia absorbida por cada uno de los ventiladores, la cual varía según la capacidad de los mismos, esta se obtiene de las fichas técnicas brindadas por los fabricantes (Anexo 3), los datos se pueden observar en la Tabla 3-4. Después se procede a multiplicar la potencia absorbida máxima, por el número total de dispositivos de cada uno de los tipos de ventiladores, para finalmente realizar la suma de todos los valores (Tabla 3-5) y es así como se obtiene que los equipos nuevos en su conjunto consumen un total de carga instalada de 6121W lo que equivale aproximadamente a 6,1 kW

Tabla 3-4 Potencia absorbida de cada ventilador según la ficha técnica de Soler y Palau

Equipos	Potencia absorbida máxima (W)
TD-160 Silent	29
TD-250 Silent	27
TD-350 Silent	27
TD-500 Silent	59
TD-800 Silent	102
TD-1300 Silent	204
Purificador de aire S&P 2N	40
Deshumificador Q29 Alfano	210

Tabla 3-5 Potencia total por equipos

Equipos	Número de equipos	Potencia por equipo (W)
TD-160 Silent	10	290
TD-250 Silent	6	162
TD-350 Silent	2	54
TD-500 Silent	1	59
TD-800 Silent	1	102
TD-1300 Silent	1	204
Purificador de aire S&P 2N	21	840
Deshumificador Q-29 alfano	21	4410

## CAPÍTULO 4

### Análisis económico

En base a la propuesta del sistema de ventilación planteada, se realizará una propuesta económica en base al costo de: capital, instalación, operativo y mantenimiento.

#### 4.1 Costo de capital e instalación

El costo de capital y de instalación es la inversión inicial que se debe realizar para poner en funcionamiento la propuesta.

##### 4.1.1 Costo de capital

El costo de inversión en equipos se visualiza en la *Tabla 4-1*, en el cual los seis tipos de ventiladores, los purificadores y los deshumidificadores, con las cantidades necesarias para la propuesta, así como el precio por unidad (Anexo 4), dando un total de inversión de \$26406.

*Tabla 4-1 Presupuesto de equipos.*

Equipos	Número de equipos	Costo por unidad (\$)	Costo total por equipos (\$)
TD-160 Silent	10	199.3	1993
TD-250 Silent	6	214.35	1286.1
TD-350 Silent	2	230.24	460.48
TD-500 Silent	1	337.4	337.4
TD-800 Silent	1	388.95	388.95
TD-1300 Silent	1	1381.25	1381.25
Purificador de aire S&P 2N	21	614	12894
Deshumidificador Q-29 alfano	21	365	7665
Total (\$)			26406.18

#### **4.1.2 Costo de instalación**

El costo de instalación se haya según lo explicado por el experto entrevistado en julio del 2023, el Ingeniero Busquets.

El costo se calcula en base al número de personal que se necesita para la instalación y el número de extractores. En este caso, según las recomendaciones se necesitarían dos técnicos por extractor, cada extractor tendría un tiempo de instalación aproximado de un día, además se requeriría un ingeniero supervisor. Cada técnico cobraría 200 soles al día y el ingeniero 400 al día. La empresa según indicó el experto cobra entre un 50 y un 100% del precio de la instalación, por ello se tendrá como referencia un 75%. La duración de la instalación sería 21 días por los extractores y un día para los renovadores y deshumidificadores, ya que estos requieren únicamente posicionarse en el suelo de cada ambiente. Es así que se obtiene un total de \$8324.

Se concluye, después de lo expuesto anteriormente en los apartados de costo de capital y costo de instalación, que la propuesta tiene un capital de \$34730.

#### **4.2 Costo operativo y de mantenimiento**

El presupuesto operativo es la sección en la cual se plasman los costos de funcionamiento del sistema. Por otro lado, se aproximarán los costos de mantenimiento necesarios para los equipos.

##### **4.2.1 Presupuesto operativo**

El costo operativo se calculará a partir del cálculo total de la carga que se encuentra en la sección 3.4. Esta carga tenía un valor de 6,1 kW, al multiplicar este valor por el número de horas de funcionamiento de los equipos y multiplicar este valor por el precio del kWh, se obtendrá el valor final.

El número de horas de funcionamiento de los equipos se realiza por el horario de atención del centro de salud de la PUCP, el cual según su página es de 8 am a 10 pm de lunes a viernes y sábados de 8 am a 1 pm, dando así un total aproximado de 19 horas a la semana y 988 horas anuales (PUCP, S.F.).

Según la adenda a los contratos de suministro eléctrico entre PUCP y Enel, publicado en la página de OSINERGMIN (Organismo Supervisor de la Inversión de energía y Minería), la PUCP debe pagar 0.1110 soles por kWh. (ENEL, 2017).

Por otro lado, al multiplicar los kW que consumen los equipos, por el número de horas que se aproxima la utilización de los equipos y el costo por kWh. Resulta en un total de S/.668,98, lo cual, usando un tipo de cambio de 3,70 soles por cada dólar, da un total de \$180,86.

#### **4.2.2 Presupuesto de mantenimiento**

El costo de mantenimiento se calcula con el fin de poder dar al usuario un aproximado del costo anual para lograr el correcto funcionamiento de los equipos y alargamiento de vida de los mismos. El porcentaje recomendado según el Ministerio de Economía y Finanzas, para el mantenimiento anual de los equipos es del 1- 3% del costo de los mismos, dependiendo del equipo y el tiempo de vida. Escogiendo el caso en que salga 3%, el mantenimiento tendría un costo de \$792 (Ministerio de economía y finanzas, 2022).

Se concluye, después de lo expuesto anteriormente, que el costo operativo y de mantenimiento sería \$972,86 de manera anual.

## Conclusiones

1. A partir de las pruebas de ventilación que se realizaron en el centro de salud de la PUCP y al compararlos con la normativa internacional ASHRAE 170 se puede concluir que en condiciones ideales el centro de salud podría cumplir con las renovaciones de aire, pero no con la humedad y la temperatura. Con respecto al panorama más realista, se concluye que en todos los ambientes se requiere una adaptación para cumplir con los estándares de renovaciones de aire, temperatura y humedad.
2. Se concluye que en base a la guía de cinco pasos realizada por Harvard School of Public Health, de haber analizado y comparado los resultados con la normativa internacional ASHRAE 170, tanto en renovaciones de aire, humedad, temperatura y eficiencia de los filtros. Se realizó una propuesta de sistema de ventilación en base a los requerimientos hallados mediante la comparativa, por lo que la propuesta cumple con la normativa internacional.
3. El sistema propuesto está conformado por 21 ventiladores de la línea Silent de Soler y Palau, los cuales cuentan con caudales desde 160 a 1300  $m^3/h$ , produciendo un ruido de 24 dB hasta 36 dB respectivamente, logrando mantener el silencio necesario en una universidad. También se cuenta con 21 purificadores de aire Soler y Palau 2N, los cuales cuentan con un filtro HEPA clase H13 y produce un ruido de 23-52 dB. Además 21 deshumificadores con la capacidad de deshumificar hasta al 50% de humedad relativa en ambientes de hasta 40  $m^2$ .
4. A partir de la necesidad de realizar una propuesta de bajo presupuesto para otorgarle mayor viabilidad al proyecto. Se concluye que el proyecto completo, incluyendo el costo de los equipos, los cuales son 21 extractores, 21 renovadores de aire y 21 deshumificadores con un costo de inversión e instalación de \$34 730 y hacer uso de los mismos tiene un costo operativo anual de \$972. Lo cual lo convierte en una opción potencialmente viable para que la institución pueda llevar a cabo la propuesta y cumplir así altos estándares de calidad en el entorno de la salud.

## Recomendaciones

1. Se recomendaría realizar mediciones durante diferentes épocas del año, para obtener un mayor rango de temperatura y porcentajes de humedad relativa. Además, las mediciones se realizaron durante el fenómeno del Niño en Lima, el cual aconteció durante el verano de 2023; sin embargo, si se realizaran las mediciones en un verano con fenómeno de la Niña o sin ningún fenómeno, se lograría obtener una mayor apertura de información.
2. En caso se contase con un presupuesto más amplio, se recomendaría tomar la propuesta del sistema de ventilación mediante la ventilación central, para lograr el control de todos los parámetros analizados en la tesis desde un solo punto, mayor espacio en las áreas, con una mayor eficiencia a futuro y disminución del ruido, ya que se encontraría ubicado el sistema en el exterior de edificio. Los ductos se recomendarían posicionarse por dentro del centro de salud mediante obras en las mismas, para una mejora estética en el entorno y una propuesta más eficiente al evitar pérdidas.
3. Se recomienda realizar a futuro un estudio comparando el cálculo del capital anualizado con el costo de cubrir monetariamente a las personas infectadas por VIH en el centro de salud, con el fin de cuantificar el beneficio social por la implementación de un sistema como el propuesto.

## Bibliografía

- (Aalto.L, 2017) Aalto, L., Lappalainen, S., Salonen, H., Reijula, K. (2017). Usability evaluation (IEQ survey) in hospital buildings. *International Journal of Workplace Health Management*, 10(3), 265?282. DOI: 10.1108/IJWHM-03-2016-0014
- (Aerosol, S.F.) Aerosol. Diccionario médico. Clínica Universidad de Navarra. (S.F.). Retrieved March 30, 2023, from <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/aerosol>
- (ACR, 2020) ACR. (2020). Análisis sobre los filtros HEPA. Recuperado el 28 de julio del 2023 en : <https://www.aclatinoamerica.com/202011109571/noticias/empresas/analisis-sobre-los-filtros-hepa.html>
- (Allen.J,2020) Allen, J., Spengler, J., Jones, E., & Cedeno-Laurent, J. (2020). Guía en 5 pasos para medir la tasa de renovación de aire en aulas (Harvard school of public health). [https://andefil.com/wp-content/uploads/2020/09/guia\\_ventilacion.pdf](https://andefil.com/wp-content/uploads/2020/09/guia_ventilacion.pdf)
- (ASHRAE, 2017) ASHRAE. Ventilation of Health Care Facilities (ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170-2017). (2017). Retrieved October 8, 2022, from [https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/standards%20and%20guidelines/standards%20errata/standards/170\\_2017\\_a\\_20200901.pdf](https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/standards%20and%20guidelines/standards%20errata/standards/170_2017_a_20200901.pdf)
- (ASHRAE, 2019) ASHRAE. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2019. (2019). Retrieved marzo 30, 2023. From: <https://www.ashrae.org/about/news/2019/ashrae-releases-updated-versions-of-standard-62-1-and-62-2>
- (ASHRAE, 2020a) ASHRAE . Norma 55 - Condiciones ambientales térmicas para la ocupación humana. (2020.). Retrieved October 8, 2022, from <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy>
- (ASHRAE, 2020b) ASHRAE.Norma ANSI/ASHRAE 62.1-2022, ventilación y calidad aceptable del aire interior. (2020). Retrieved October 8, 2022, from <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standards-62-1-62-2>
- (ASHRAE, 2022) ASHRAE. ANSI/ASHRAE Standard 62.2-2022. Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings. (2022). Retrieved marzo 30, 2023. From: <https://www.ashrae.org/about/news/2019/ashrae-releases-updated-versions-of-standard-62-1-and-62-2>
- (Atkinson.J, 2010) Atkinson, J., Chartier, Y., Lúcia Pessoa-Silva, C., Jensen, P., Li, Y., & Seto, H. (2010). Ventilación natural para el control de las infecciones en entornos de atención de la salud. Organización Panamericana de la Salud. Recuperado el 3 de junio, 2023, de [https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2011/ventilacion\\_natual\\_spa\\_25mar11.pdf](https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2011/ventilacion_natual_spa_25mar11.pdf)
- (Cartin.M, 2007) Cartín, M., Caballero, M. M., María, M., & Alfaro, R. (2007). Calidad del aire en dos centros hospitalarios y ocho clínicas veterinarias en Costa Rica. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 16(30), 17–26. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-14292007000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292007000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- (Chara,2018) Chara, Javier. (2018) Estudio de sistema de ventilación y extracción de aire para el área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia de la morgue del Hospital del Niño Dr. Francisco Icaza Bustamante[Trabajo de titulación previa a la obtención de título de ingeniería electromecánica].Santiago Guayaquil Facultad De Educación Técnica Para El Desarrollo, D. DE. (n.d.). UNIVERSIDAD CATÓLICA.
- (Daizon.R, 2015) Daizon, R., Hidalgo, H., Distrital, U., José, F., Caldas, D. E., & Tecnológica, F. (2015). DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA DE LAS SALAS DE URGENCIA DE LA CLÍNICA UNIVERSIDAD DE LA SABANA. Recuperado el 3 de junio, 2023,de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4783/HincapieHidalgoRicharDaizon2015.pdf?sequence=1>
- (El peruano, 2020) El Peruano - Modifican la Norma Técnica EM.030 Instalaciones de Ventilación del Reglamento Nacional de Edificaciones y dictan otras disposiciones - RESOLUCIÓN MINISTERIAL - No 232-2020-VIVIENDA - PODER EJECUTIVO - VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y

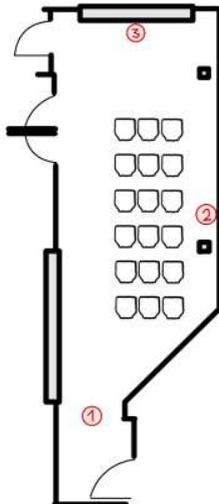
- SANEAMIENTO. (2020). Retrieved October 8, 2022, from <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/modifican-la-norma-tecnica-em030-instalaciones-de-ventilaci-resolucion-ministerial-no-232-2020-vivienda-1887042-2/>
- (EMF SURVEY, 2021) EMF SURVEY.(2021). MERV (Minimum Efficiency Reporting Value) Ratings and Filters. Recuperado el 28 de junio del 2023 en: <https://emfsurvey.com/merv-minimum-efficiency-reporting-value-ratings-and-filters/>
- (ENEL, 2017) ENEL. (2017). ADENDA A LOS CONTRATOS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO ENTRE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ YENEL DISTRIBUCIÓN PERÚ. Recuperado el 3 de julio, 2023, de <http://www.osinergmin.gob.pe/empresas/electricidad/generacion/contratos-de-usuarios-libres>
- (Fong .W , 2020) Fong.W . (2020). Sistemas de acondicionamiento de aire y ventilación como foco infeccioso de SARS CoV-2 en hospitales, clínicas e instituciones de salud. Retrieved October 8, 2022, from <https://latinjournal.org/index.php/ipsa/article/view/960/784>
- (Haque.M, 2018) Haque, M., Sartelli, M., McKimm, J., & Bakar, M. A. (2018). Health care-associated infections – an overview. *Infection and Drug Resistance*, 11, 2321. <https://doi.org/10.2147/IDR.S177247>
- (Healthcare-associated infections, 2018) Healthcare-associated infections | Health at a Glance: Europe 2018 : State of Health in the EU Cycle | OECD iLibrary. (2018). Retrieved October 8, 2022, from [https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-europe-2018/healthcare-associated-infections\\_health\\_glance\\_eur-2018-45-en](https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-europe-2018/healthcare-associated-infections_health_glance_eur-2018-45-en)
- (Hellgren.U, 2011) Hellgren, U. M., Hyvärinen, M., Holopainen, R., & Reijula, K. (2011). Perceived indoor air quality, air-related symptoms and ventilation in Finnish hospitals. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 2011 24:1, 24(1), 48–56. <https://doi.org/10.2478/S13382-011-0011-5>
- (Henríquez.A, 2006) Henríquez, A. (2006). Infecciones intrahospitalarias: conceptos actuales de prevención y control; Intrahospitalary Infections: update prevention concepts and control. *Rev. Chil. Urol*, 71, 95–101. <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=460607&indexSearch=ID>
- (Infiltró, S.F.) Infiltró. Equivalencia Entre Normas. (S.F.). Retrieved April 1, 2023, from: <http://www.infiltró.es/index.php/equivalencia-entre-normas>
- (Joppolo.C, 2017) Joppolo, C. M., & Romano, F. (2017). HVAC System Design in Healthcare Facilities and Control of Aerosol Contaminants: Issues, Tools, and Experiments. *SpringerBriefs in Public Health*, 9783319491592, 83–94. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-49160-8\\_8/COVER](https://doi.org/10.1007/978-3-319-49160-8_8/COVER)
- (Joseph.R, 2006) Joseph R. Stetter, Peter J. Hesketh, and Gary W. Hunter. (2006). Sensors: Engineering Structures and Materials from Micro to Nano. Retrieved March 30, 2023, from: [https://www.electrochem.org/dl/interface/spr/spr06/spr06\\_p66-69.pdf](https://www.electrochem.org/dl/interface/spr/spr06/spr06_p66-69.pdf)
- (Jung.C, 2015) Jung, C. C., Wu, P. C., Tseng, C. H., & Su, H. J. (2015). Indoor air quality varies with ventilation types and working areas in hospitals. *Building and Environment*, 85, 190–195. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2014.11.026>
- (La.D, 2020) La, D. E., Sectorial, R., Ministerio, D., & Salud, D. E. (2020). DOCUMENTO TÉCNICO "BASES CONCEPTUALES PARA EL EJERCICIO. Recuperado el 3 de junio, 2023, de: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/5170.pdf>
- (Leyva.K, 2022) Leyva, K. M. M., & Zavala-Ayala, M. (2022). Infecciones asociadas a la atención de la salud. *TEPEXI Boletín Científico de La Escuela Superior Tepeji Del Río*, 9(17), 10–17. <https://doi.org/10.29057/ESTR.V9I17.7943>
- (MEDLINE, 2022) MEDLINE.(2022).Filtro de aire HEPA: MedlinePlus enciclopedia médica. Biblioteca Nacional de Medicina. Recuperado el 3 de junio, 2023,de: [https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp\\_imagepages/19338.htm](https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/19338.htm)
- (Ministerio de economía y finanzas, 2022). Ministerio de economía y finanzas.(2022). Herramienta para la estimación de los costos de mantenimiento de inversiones: Casos Salud y Educación. Recopilado el 4 de junio, 2023, de:

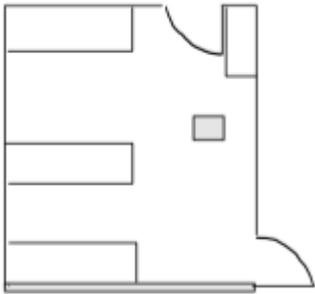
- [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/capacitaciones/Capacitacion\\_2022\\_08\\_19.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacitaciones/Capacitacion_2022_08_19.pdf)
- (Ministerio de salud de Perú, S.F.) Ministerio de salud de Perú. Mundo IPRESS - SUSALUD. (S.F.). Retrieved March 30, 2023, from: <http://portal.susalud.gob.pe/mundo-ipress/>
- (MINSa, 1999) MINSa.OFICINA GENERAL DE EPIDEMIOLOGÍA-Red Nacional de Epidemiología Ministerio de Salud del Perú. Análisis de situación de las infecciones intrahospitalarias en Perú 1999 - 2000.(1999). [http://bvs.minsa.gob.pe/local/OGE/237\\_OGE29.pdf](http://bvs.minsa.gob.pe/local/OGE/237_OGE29.pdf)
- (MINSa, 2016) MINSa.(2016)Conoce más sobre Susalud y cómo protege los derechos en salud de los peruanos - Noticias - Ministerio de Salud - Plataforma del Estado Peruano. . Recuperado el 3 de junio, 2023,de <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/14866-conoce-mas-sobre-susalud-y-como-protege-los-derechos-en-salud-de-los-peruanos>
- (MINSa, 2021) MINSa. Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas Oficina de Epidemiología Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia".(2021). Retrieved October 8, 2022, from <https://www.incn.gob.pe/wp-content/uploads/2021/09/INFORME-Nº-013-2021-IIH-julio-2021.pdf>
- (MINSa,2004) MINSa. (2004). norma tecnica ministerial NT N°21 MINSa/DGSP V.01. Recuperado el 3 de junio, 2023,de [http://www.diresacusco.gob.pe/salud\\_individual/servicios/Normas%20relacionadas%20para%20la%20Verificaci3n%20Sanitaria/15%20RM%20769-2004%20Categor%3%ADas%20Establecimientos%20de%20Salud.pdf](http://www.diresacusco.gob.pe/salud_individual/servicios/Normas%20relacionadas%20para%20la%20Verificaci3n%20Sanitaria/15%20RM%20769-2004%20Categor%3%ADas%20Establecimientos%20de%20Salud.pdf)
- (MINSa,2012) MINSa.Lineamientos para la Vigilancia, Prevención, y Control de las Infecciones Asociadas a la Atención de Salud. (2012). Retrieved October 8, 2022, from <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSa/3802.pdf>
- (Miranda..F,2019) Miranda, F, F. T. (2019). VELOCIDAD DEL AIRE EN LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE TUBERCULOSIS DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN DE LA RED DE SALUD TÚPAC DEL MINISTERIO DE SALUD LIMA 2017. Universidad de Huánuco. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/1781>
- (MVCS,2020) Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).(2020).Instalaciones de Ventilación (Norma Técnica EM.030 ). <https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/2145/9.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- (OMS, 2022) Organización mundial de la salud (OMS).La OMS publica el primer informe mundial sobre prevención y control de infecciones (PCI). (2022). Retrieved October 9, 2022, from <https://www.who.int/es/news/item/06-05-2022-who-launches-first-ever-global-report-on-infection-prevention-and-control>
- (Oxford, S.F.) Oxford. Filter noun - Definition, pictures, pronunciation and usage notes | Oxford Advanced American Dictionary at OxfordLearnersDictionaries.com. (S.F.). Retrieved March 30, 2023, from: [https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/american\\_english/filter\\_1](https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/american_english/filter_1)
- (PUCP, S:F.) PUCP.PUCP | Servicio de salud : Descubre PUCP. (S.F.). Recuperado el 3 de julio, 2023, de <https://descubre.pucp.edu.pe/poi/lug040#>
- (Rashid.M, 2008) Rashid, M. and Zimring, G. (2008), "A Review of the Empirical Literature on the Relationships Between Indoor Environment and Stress in Health Care and Office Settings. Problems and Prospects of Sharing Evidence", Environment and Behavior, Vol. 40 No. 2, pp. 151-190.
- (Ryherd.E, 2008) Ryherd, E.E., Persson Waye, K. and Ljungkvist, L. (2008), "Characterizing noise and perceived work environment in a neurological intensive care unit", The Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 123 No. 2, pp. 747-756
- (Samanez.J, 1995 ) Samanez,J. Carbajal,R. (1995). INFECCIONES INTRAHOSPITALARIAS EN CIRUGÍA GENERAL. HOSPITAL NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS 1994. Revista Peruana de Epidemiología. Recuperado el 3 de junio del 2023

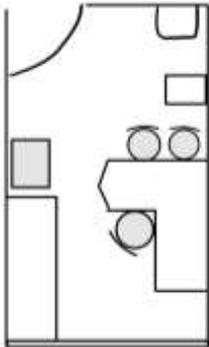
- (Serda.M, 2022) Serda, M, Becker, F. G., Cleary, M., Team, R. M., Holtermann, H., The, D., Agenda, N., Science, P., Sk, S. K., Hinnebusch, R., Hinnebusch A, R., Rabinovich, I., Olmert, Y., Uld, D. Q. G. L. Q., Ri, W. K. H. U., Lq, V., Frxqw, W. K. H., Zklfk, E., Edvhg, L. V. (2022). Uso de un modelo computacional que permita la evaluación de la calidad del aire interior en el diseño de sistemas de ventilación para el estudio de su impacto sobre la incidencia de infecciones en sitio quirúrgico en centros médicos del Departamento del Atlántico. *Uniwersytet Śląski*, 7(1), 343–354. <https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS>
- (Servicio de sanidad ambiental, 2015) Servicio de sanidad ambiental.Calidad de aire en centros sociosanitarios: medición de CO2.(2015). [https://www.murciasalud.es/recursos/ficheros/499843-medidores\\_CO2\\_marzo22\\_\(COPIA\).pdf](https://www.murciasalud.es/recursos/ficheros/499843-medidores_CO2_marzo22_(COPIA).pdf)
- (Soler & Palau, S.F.) Soler & Palau. Purificadores de aire portatiles, Serie AIRPUR-2N. (S.F.). Retrieved April 1, 2023, from: [https://statics.solerpalau.com/media/import/documentation/ES\\_AIRPUR\\_2N.pdf](https://statics.solerpalau.com/media/import/documentation/ES_AIRPUR_2N.pdf)
- (UNE-EN, 2020a) UNE-EN.UNE-EN 16798-1:2020 Eficiencia energética de los edificios. Ve... (2020). Retrieved October 8, 2022, from <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0063261>
- (UNE-EN, 2020b) UNE-EN.UNE-EN 1822-1:2020 Filtros absolutos (EPA, HEPA y ULPA). Parte... (2020). Retrieved October 8, 2022, from <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=norma-une-en-1822-1-2020-n0063134>
- (UNE-EN, 2020c) UNE-EN.UNE 0068 Requisitos de seguridad para aparatos UV-C utilizados para la desinfección de aire de locales y superficies. (2020). Retrieved October 8, 2022, from [https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Especificacion\\_UNE\\_0068-2020.pdf](https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Especificacion_UNE_0068-2020.pdf)
- (US EPA, S.F) US EPA. What is a MERV rating? | US EPA. (S.F.). Retrieved March 30, 2023, from <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/what-merv-rating>
- (Villafruela. J.M, 2019 ) Villafruela, J. M., Olmedo, I., Berlanga, F. A., & Ruiz de Adana, M. (2019). Assessment of displacement ventilation systems in airborne infection risk in hospital rooms. *PLOS ONE*, 14(1), e0211390. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0211390>

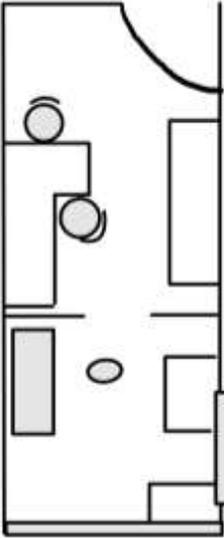
## Anexos

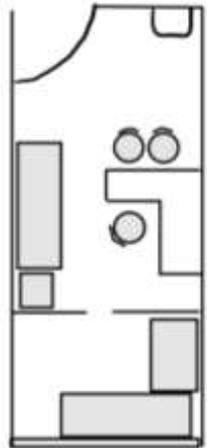
### Anexo 1: Resultados de las mediciones

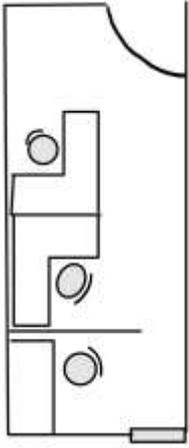
N° 1	Sala de espera	11/01/2023
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente cuenta con 3 ventanas hacia el patio interior del edificio. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta y en la zona exterior otra puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 18 y cuenta con un área de <math>32 \text{ m}^2</math> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de <math>89,6 \text{ m}^3</math>.</p>		
		
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraban abiertas 3 ventanas y 2 puertas, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 1 . El método usado de concentración de CO<sub>2</sub>.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 1. Condiciones ambientales</p>		
Temperatura		25 °C
Humedad relativa		68 %
<p>Resultados:</p> <p>En la Tabla 2 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 19,9.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 2. Resultados</p>		
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)
22,7	15,3	21,6

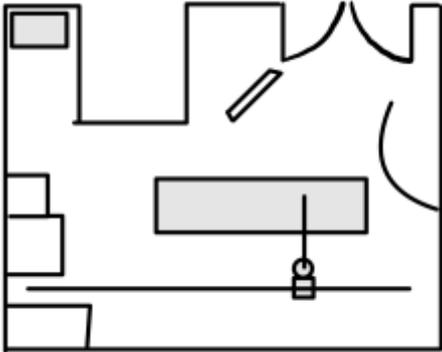
N° 2	N° 1 Rehabilitación y fisioterapia	11/01/2023						
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente cuenta con 2 ventanas, hacia el patio interior. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 3 personas y cuenta con un área de 15 m<sup>2</sup> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de 42 m<sup>3</sup>.</p> 								
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraban abiertas las ventanas y la puerta, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 3. El método usado de concentración de CO<sub>2</sub>.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 3. Condiciones ambientales</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Temperatura</td> <td>26 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad relativa</td> <td>71 %</td> </tr> </table>			Temperatura	26 °C	Humedad relativa	71 %		
Temperatura	26 °C							
Humedad relativa	71 %							
<p>Resultados:</p> <p>En la Tabla 4 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 29,8.</p> <p>Tabla 4. Resultados</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Prueba 1 (ACH)</th> <th>Prueba 2 (ACH)</th> <th>Prueba 3 (ACH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>28,9</td> <td>33,8</td> <td>26,6</td> </tr> </tbody> </table>			Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)	28,9	33,8	26,6
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)						
28,9	33,8	26,6						

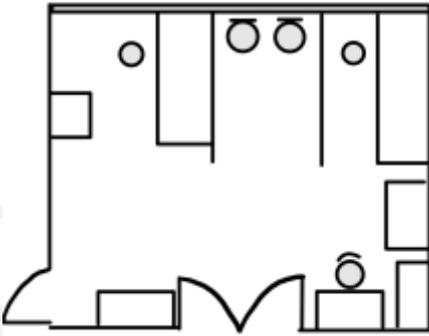
N° 3	N° 2 Medicina general	11/01/2023						
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente cuenta con 2 ventanas hacia el patio interior del edificio. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 3 personas y cuenta con un área de <math>10,5 m^2</math> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de <math>29,4 m^3</math>.</p> 								
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraban abiertas 2 ventanas y 1 puerta, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 5. El método usado de concentración de CO<sub>2</sub>.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 5. Condiciones ambientales</p> <table border="1" data-bbox="319 1196 1497 1341"> <tr> <td data-bbox="319 1196 1161 1267">Temperatura</td> <td data-bbox="1161 1196 1497 1267">26 °C</td> </tr> <tr> <td data-bbox="319 1267 1161 1341">Humedad relativa</td> <td data-bbox="1161 1267 1497 1341">71 %</td> </tr> </table>			Temperatura	26 °C	Humedad relativa	71 %		
Temperatura	26 °C							
Humedad relativa	71 %							
<p>Resultados:</p> <p>En la tabla 6 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 59,9.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 6. Resultados</p> <table border="1" data-bbox="319 1659 1497 1800"> <thead> <tr> <th data-bbox="319 1659 711 1731">Prueba 1 (ACH)</th> <th data-bbox="711 1659 1104 1731">Prueba 2 (ACH)</th> <th data-bbox="1104 1659 1497 1731">Prueba 3 (ACH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="319 1731 711 1800">61,4</td> <td data-bbox="711 1731 1104 1800">70,3</td> <td data-bbox="1104 1731 1497 1800">48,1</td> </tr> </tbody> </table>			Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)	61,4	70,3	48,1
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)						
61,4	70,3	48,1						

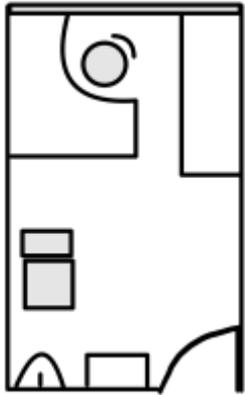
N° 4	N° 3 Medicina ocupacional	11/01/2023						
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente cuenta con 2 ventanas hacia el lado interior del edificio. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 2 y cuenta con un área de <math>8,9 m^2</math> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de <math>29,4 m^3</math>.</p> 								
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraban abiertas 2 ventanas y 1 puerta, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 7. El método usado de concentración de CO<sub>2</sub>.</p> <p>Tabla 7. Condiciones ambientales</p> <table border="1" data-bbox="319 1397 1497 1541"> <tr> <td>Temperatura</td> <td>26 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad relativa</td> <td>71 %</td> </tr> </table>			Temperatura	26 °C	Humedad relativa	71 %		
Temperatura	26 °C							
Humedad relativa	71 %							
<p>Resultados:</p> <p>En la Tabla 8 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 7,3.</p> <p>Tabla 8. Resultados</p> <table border="1" data-bbox="319 1845 1497 1989"> <thead> <tr> <th>Prueba 1 (ACH)</th> <th>Prueba 2 (ACH)</th> <th>Prueba 3 (ACH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8,7</td> <td>7,7</td> <td>5,4</td> </tr> </tbody> </table>			Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)	8,7	7,7	5,4
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)						
8,7	7,7	5,4						

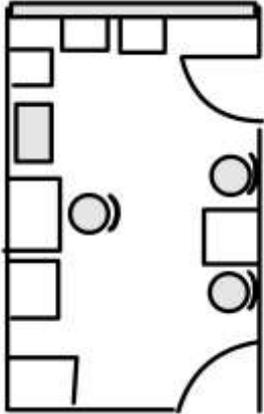
N° 5	N°4 Cardiología	11/01/2023						
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente cuenta con 1 ventana hacia el lado interior del edificio. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 3 y cuenta con un área de <math>16\text{ m}^2</math> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de <math>44,8\text{ m}^3</math>.</p> 								
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraba abierta 1 ventana y 1 puerta, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 9. El método usado de concentración de CO<sub>2</sub>.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 9. Condiciones ambientales</p> <table border="1" data-bbox="316 1294 1497 1440"> <tr> <td data-bbox="316 1294 1161 1368">Temperatura</td> <td data-bbox="1161 1294 1497 1368">25 °C</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 1368 1161 1440">Humedad relativa</td> <td data-bbox="1161 1368 1497 1440">71 %</td> </tr> </table>			Temperatura	25 °C	Humedad relativa	71 %		
Temperatura	25 °C							
Humedad relativa	71 %							
<p>Resultados:</p> <p>En la Tabla 10 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 7,9.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 10. Resultados</p> <table border="1" data-bbox="316 1749 1497 1895"> <thead> <tr> <th data-bbox="316 1749 711 1823">Prueba 1 (ACH)</th> <th data-bbox="711 1749 1102 1823">Prueba 2 (ACH)</th> <th data-bbox="1102 1749 1497 1823">Prueba 3 (ACH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="316 1823 711 1895">4,8</td> <td data-bbox="711 1823 1102 1895">8,6</td> <td data-bbox="1102 1823 1497 1895">10,4</td> </tr> </tbody> </table>			Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)	4,8	8,6	10,4
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)						
4,8	8,6	10,4						

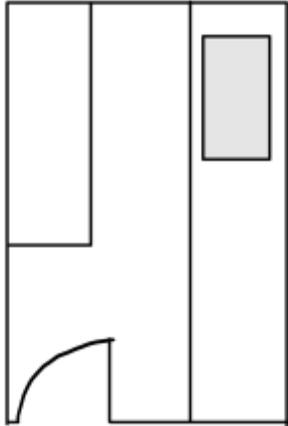
N° 6	N°5 Imagenología	11/01/2023						
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente cuenta con 1 ventana hacia el lado interior del edificio. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 3 y cuenta con un área de <math>16 m^2</math> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de <math>44,8 m^3</math>.</p> 								
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraban abiertas las ventanas y la puerta, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 11. El método usado de concentración de CO2.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 11. Condiciones ambientales</p> <table border="1" data-bbox="277 1272 1458 1420"> <tr> <td data-bbox="277 1272 1126 1346">Temperatura</td> <td data-bbox="1126 1272 1458 1346">25 °C</td> </tr> <tr> <td data-bbox="277 1346 1126 1420">Humedad relativa</td> <td data-bbox="1126 1346 1458 1420">72 %</td> </tr> </table>			Temperatura	25 °C	Humedad relativa	72 %		
Temperatura	25 °C							
Humedad relativa	72 %							
<p>Resultados:</p> <p>En la Tabla 12 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 28,6.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 12. Resultados</p> <table border="1" data-bbox="277 1697 1458 1845"> <thead> <tr> <th data-bbox="277 1697 671 1771">Prueba 1 (ACH)</th> <th data-bbox="671 1697 1066 1771">Prueba 2 (ACH)</th> <th data-bbox="1066 1697 1458 1771">Prueba 3 (ACH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="277 1771 671 1845">32,5</td> <td data-bbox="671 1771 1066 1845">23,6</td> <td data-bbox="1066 1771 1458 1845">29,8</td> </tr> </tbody> </table>			Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)	32,5	23,6	29,8
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)						
32,5	23,6	29,8						

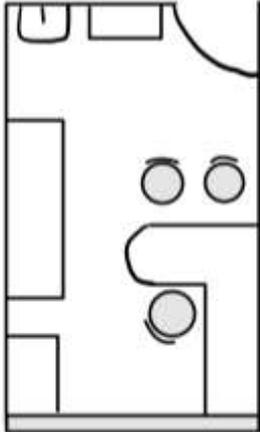
N° 7	N°6 Rayos X	11/01/2023						
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente no cuenta con ventanas. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 2 y cuenta con un área de <math>17 m^2</math> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de <math>47,6 m^3</math>.</p> 								
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraban abiertas las ventanas y la puerta, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 13. El método usado de concentración de CO<sub>2</sub>.</p> <p style="text-align: center;">Tabla13. Condiciones ambientales</p> <table border="1" data-bbox="319 1216 1497 1361"> <tr> <td>Temperatura</td> <td>24 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad relativa</td> <td>75 %</td> </tr> </table>			Temperatura	24 °C	Humedad relativa	75 %		
Temperatura	24 °C							
Humedad relativa	75 %							
<p>Resultados:</p> <p>En la Tabla 14 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 8,7.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 14. Resultados</p> <table border="1" data-bbox="319 1675 1497 1821"> <thead> <tr> <th>Prueba 1 (ACH)</th> <th>Prueba 2 (ACH)</th> <th>Prueba 3 (ACH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11,5</td> <td>7,7</td> <td>6,8</td> </tr> </tbody> </table>			Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)	11,5	7,7	6,8
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)						
11,5	7,7	6,8						

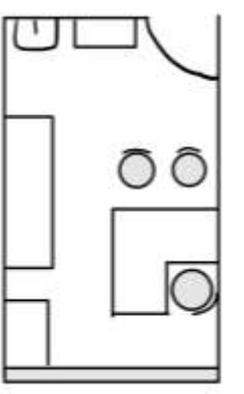
N° 8	N° 7 Primeros auxilios	11/01/2023						
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente cuenta con 3 ventanas hacia el lado exterior del edificio. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 5 y cuenta con un área de <math>21 m^2</math> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de <math>58,8 m^3</math>.</p> 								
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraban abiertas las ventanas y la puerta, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 15. El método usado de concentración de CO<sub>2</sub>.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 15. Condiciones ambientales</p> <table border="1" data-bbox="319 1171 1497 1317"> <tr> <td>Temperatura</td> <td>25°C</td> </tr> <tr> <td>Humedad relativa</td> <td>71 %</td> </tr> </table>			Temperatura	25°C	Humedad relativa	71 %		
Temperatura	25°C							
Humedad relativa	71 %							
<p>Resultados:</p> <p>En la tabla 16 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 15,2.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 16. Resultados</p> <table border="1" data-bbox="319 1619 1497 1765"> <thead> <tr> <th>Prueba 1 (ACH)</th> <th>Prueba 2 (ACH)</th> <th>Prueba 3 (ACH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15,9</td> <td>18,6</td> <td>11,2</td> </tr> </tbody> </table>			Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)	15,9	18,6	11,2
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)						
15,9	18,6	11,2						

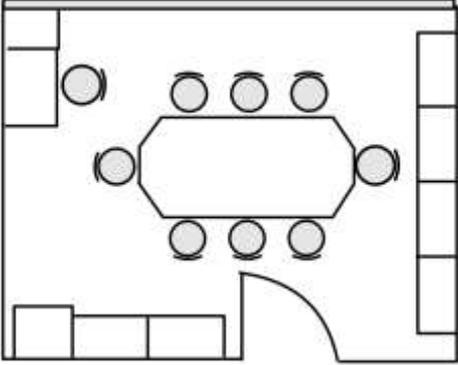
N° 9	N° 9 Asesoría nutricional	11/01/2023						
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente cuenta con 2 ventanas hacia el lado exterior del edificio. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 3 y cuenta con un área de <math>10 m^2</math> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de <math>28 m^3</math>.</p> 								
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraban abiertas las ventanas y la puerta, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 17. El método usado de concentración de CO<sub>2</sub>.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 17. Condiciones ambientales</p> <table border="1" data-bbox="319 1256 1497 1402"> <tr> <td>Temperatura</td> <td>26 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad relativa</td> <td>71 %</td> </tr> </table>			Temperatura	26 °C	Humedad relativa	71 %		
Temperatura	26 °C							
Humedad relativa	71 %							
<p>Resultados:</p> <p>En la Tabla 18 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 16,4</p> <p style="text-align: center;">Tabla 18. Resultados</p> <table border="1" data-bbox="319 1713 1497 1863"> <thead> <tr> <th>Prueba 1 (ACH)</th> <th>Prueba 2 (ACH)</th> <th>Prueba 3 (ACH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>23,1</td> <td>15</td> <td>11,1</td> </tr> </tbody> </table>			Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)	23,1	15	11,1
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)						
23,1	15	11,1						

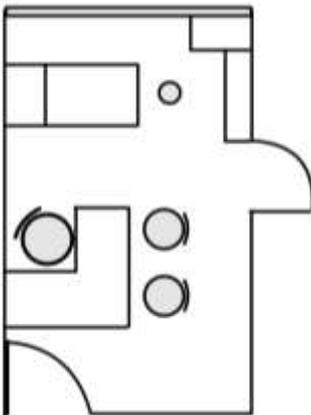
N° 10	N° 10 Laboratorio toma de muestras	11/01/2023						
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente cuenta con 3 ventanas hacia el lado exterior del edificio. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 4 y cuenta con un área de 10,5 m<sup>2</sup> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de 29,4 m<sup>3</sup>.</p> 								
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraban abiertas las ventanas y la puerta, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 19. El método usado de concentración de CO<sub>2</sub>.</p> <p>Tabla 19. Condiciones ambientales</p> <table border="1" data-bbox="320 1267 1497 1411"> <tr> <td data-bbox="320 1267 1161 1339">Temperatura</td> <td data-bbox="1161 1267 1497 1339">24 °C</td> </tr> <tr> <td data-bbox="320 1339 1161 1411">Humedad relativa</td> <td data-bbox="1161 1339 1497 1411">71 %</td> </tr> </table>			Temperatura	24 °C	Humedad relativa	71 %		
Temperatura	24 °C							
Humedad relativa	71 %							
<p>Resultados:</p> <p>En la Tabla 20 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 4,4.</p> <p>Tabla 20. Resultados</p> <table border="1" data-bbox="320 1693 1497 1839"> <thead> <tr> <th data-bbox="320 1693 711 1765">Prueba 1 (ACH)</th> <th data-bbox="711 1693 1102 1765">Prueba 2 (ACH)</th> <th data-bbox="1102 1693 1497 1765">Prueba 3 (ACH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="320 1765 711 1839">4,4</td> <td data-bbox="711 1765 1102 1839">4,7</td> <td data-bbox="1102 1765 1497 1839">4</td> </tr> </tbody> </table>			Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)	4,4	4,7	4
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)						
4,4	4,7	4						

N° 11	N° 11 Microbiología	11/01/2023						
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente cuenta con 1 ventana hacia el lado exterior del edificio. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 1 y cuenta con un área de <math>11 \text{ m}^2</math> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de <math>30,8 \text{ m}^3</math>.</p> 								
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraban abiertas las ventanas y la puerta, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 21. El método usado de concentración de CO<sub>2</sub>.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 21. Condiciones ambientales</p> <table border="1" data-bbox="320 1272 1497 1417"> <tr> <td data-bbox="320 1272 1161 1346">Temperatura</td> <td data-bbox="1161 1272 1497 1346">26 °C</td> </tr> <tr> <td data-bbox="320 1346 1161 1417">Humedad relativa</td> <td data-bbox="1161 1346 1497 1417">73 %</td> </tr> </table>			Temperatura	26 °C	Humedad relativa	73 %		
Temperatura	26 °C							
Humedad relativa	73 %							
<p>Resultados:</p> <p>En la Tabla 22 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 14,2.</p> <p style="text-align: center;">Tabla XX2. Resultados</p> <table border="1" data-bbox="320 1731 1497 1877"> <thead> <tr> <th data-bbox="320 1731 715 1805">Prueba 1 (ACH)</th> <th data-bbox="715 1731 1102 1805">Prueba 2 (ACH)</th> <th data-bbox="1102 1731 1497 1805">Prueba 3 (ACH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="320 1805 715 1877">17,2</td> <td data-bbox="715 1805 1102 1877">15,4</td> <td data-bbox="1102 1805 1497 1877">10,1</td> </tr> </tbody> </table>			Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)	17,2	15,4	10,1
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)						
17,2	15,4	10,1						

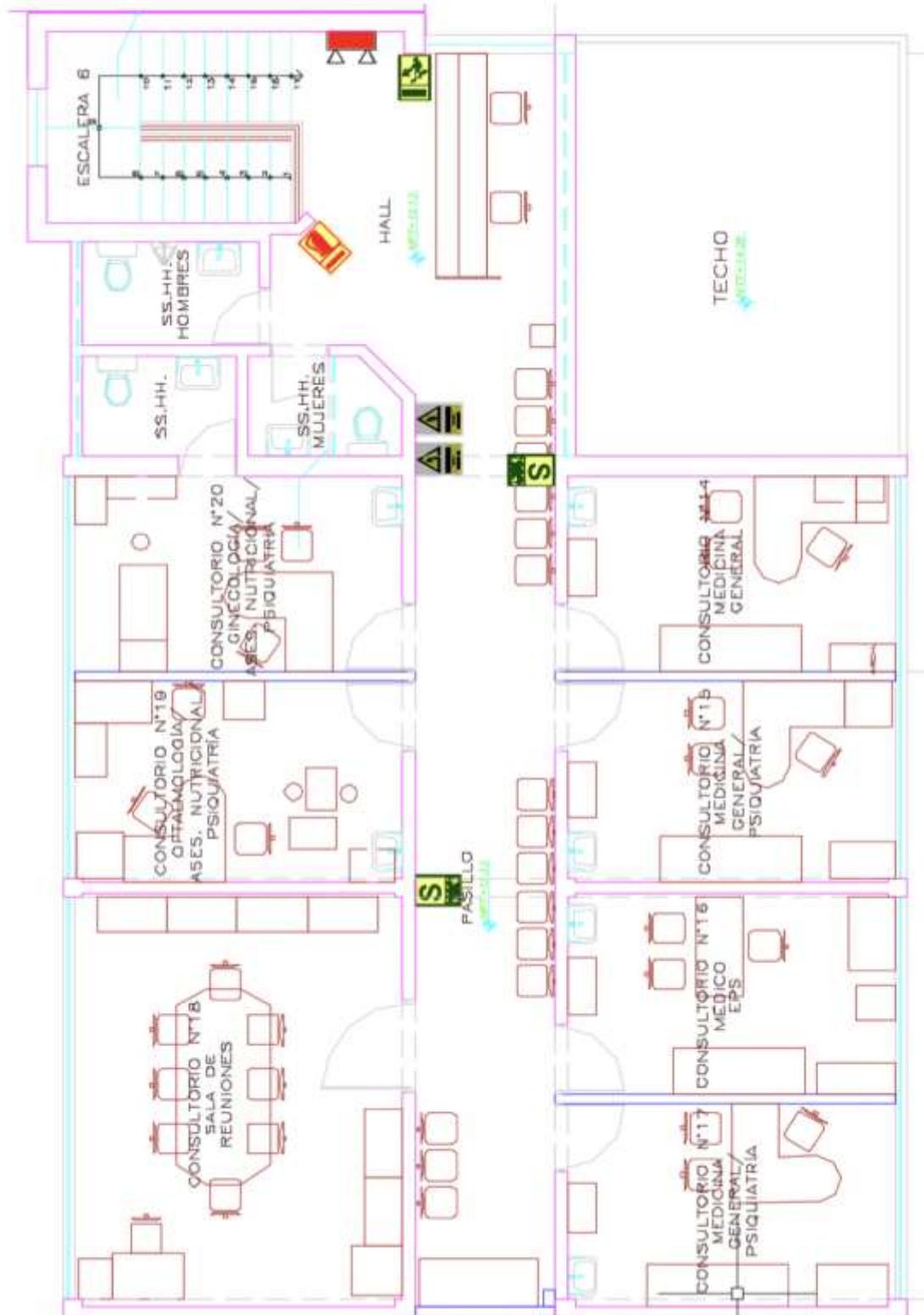
N° 12	N° 15 Medicina general/ psiquiatría	11/01/2023						
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente cuenta con 2 ventanas hacia el lado exterior del edificio. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 3 y cuenta con un área de <math>10,6 m^2</math> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de <math>29,7 m^3</math>.</p> 								
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraban abiertas las ventanas y la puerta, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 23. El método usado de concentración de CO<sub>2</sub>.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 23. Condiciones ambientales</p> <table border="1" data-bbox="319 1261 1497 1406"> <tr> <td>Temperatura</td> <td>27 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad relativa</td> <td>72 %</td> </tr> </table>			Temperatura	27 °C	Humedad relativa	72 %		
Temperatura	27 °C							
Humedad relativa	72 %							
<p>Resultados:</p> <p>En la Tabla 24 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 45,9.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 24. Resultados</p> <table border="1" data-bbox="319 1715 1497 1859"> <thead> <tr> <th>Prueba 1 (ACH)</th> <th>Prueba 2 (ACH)</th> <th>Prueba 3 (ACH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>66,1</td> <td>21,8</td> <td>49,7</td> </tr> </tbody> </table>			Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)	66,1	21,8	49,7
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)						
66,1	21,8	49,7						

N° 13	N° 17 Medicina general/psiquiatría	11/01/2023						
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente cuenta con 2 ventanas hacia el lado exterior del edificio. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 3 y cuenta con un área de 10,6 m<sup>2</sup> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de 29,7 m<sup>3</sup>.</p> 								
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraban abiertas las ventanas y la puerta, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 25. El método usado de concentración de CO<sub>2</sub>.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 25. Condiciones ambientales</p> <table border="1" data-bbox="320 1218 1497 1361"> <tr> <td>Temperatura</td> <td>27 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad relativa</td> <td>73 %</td> </tr> </table>			Temperatura	27 °C	Humedad relativa	73 %		
Temperatura	27 °C							
Humedad relativa	73 %							
<p>Resultados:</p> <p>En la tabla 26 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 35,4</p> <p style="text-align: center;">Tabla 26. Resultados</p> <table border="1" data-bbox="320 1677 1497 1821"> <thead> <tr> <th>Prueba 1 (ACH)</th> <th>Prueba 2 (ACH)</th> <th>Prueba 3 (ACH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>53,8</td> <td>29,7</td> <td>22,8</td> </tr> </tbody> </table>			Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)	53,8	29,7	22,8
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)						
53,8	29,7	22,8						

N° 14	N° 18 Sala de reuniones	11/01/2023						
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente cuenta con 2 ventanas hacia el lado exterior del edificio. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 8 y cuenta con un área de <math>21 \text{ m}^2</math> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de <math>58,8 \text{ m}^3</math>.</p> 								
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraban abiertas las ventanas y la puerta, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 27. El método usado de concentración de CO<sub>2</sub>.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 27. Condiciones ambientales</p> <table border="1" data-bbox="319 1234 1497 1379"> <tr> <td>Temperatura</td> <td>28 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad relativa</td> <td>74 %</td> </tr> </table>			Temperatura	28 °C	Humedad relativa	74 %		
Temperatura	28 °C							
Humedad relativa	74 %							
<p>Resultados:</p> <p>En la Tabla 28 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 22,4.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 28. Resultados</p> <table border="1" data-bbox="319 1664 1497 1809"> <thead> <tr> <th>Prueba 1 (ACH)</th> <th>Prueba 2 (ACH)</th> <th>Prueba 3 (ACH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20,9</td> <td>29,3</td> <td>17</td> </tr> </tbody> </table>			Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)	20,9	29,3	17
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)						
20,9	29,3	17						

N° 15	N° 20 Ginecología/asistencia nutricional/psiquiatría	11/01/2023						
<p>Descripción:</p> <p>El ambiente cuenta con 2 ventanas hacia el lado exterior del edificio. Por el pasillo interior se encuentra 1 puerta. Este cuenta con un aforo nominal de 3 y cuenta con un área de <math>10,6 m^2</math> y una altura de 2,8 m, lo cual resulta en un volumen total de <math>29,7 m^3</math>.</p> 								
<p>Realización de las pruebas:</p> <p>Durante la realización de las pruebas se encontraban abiertas las ventanas y la puerta, a unas condiciones visualizadas en la Tabla 29. El método usado de concentración de CO<sub>2</sub>.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 29. Condiciones ambientales</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Temperatura</td> <td>28 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad relativa</td> <td>74 %</td> </tr> </table>			Temperatura	28 °C	Humedad relativa	74 %		
Temperatura	28 °C							
Humedad relativa	74 %							
<p>Resultados:</p> <p>En la Tabla 30 se puede observar los valores de ACH hallados en cada una de las pruebas. Con un promedio de 38,7.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 30. Resultados</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Prueba 1 (ACH)</th> <th>Prueba 2 (ACH)</th> <th>Prueba 3 (ACH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>49,9</td> <td>39,9</td> <td>26,4</td> </tr> </tbody> </table>			Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)	49,9	39,9	26,4
Prueba 1 (ACH)	Prueba 2 (ACH)	Prueba 3 (ACH)						
49,9	39,9	26,4						





## Anexo 3: Fichas técnicas

### PURIFICADORES DE AIRE PORTÁTILES Serie AIRPUR-2N



Purificador de aire portátil, muy silencioso para estancias de hasta 50 m<sup>2</sup>.

#### Características

- Pantalla LCD táctil que muestra el estado de las diferentes funciones:
  - Indicador de la calidad de aire por colores.
  - Opción de apagar las luces de la pantalla.
  - Temporizador programable 1-12h.
  - Indicador cambio de filtro.
- 4 modos de funcionamiento:
  - MANUAL: Selección de 3 velocidades.
  - AUTO: Ajusta la velocidad según la calidad de aire.
  - NOCHE: Funciona a una velocidad muy baja para reducir el ruido.
  - TEMPORIZADOR: Programable 1-12 h.
- Filtración en 3 etapas con el 99,97% de eficiencia:
  - 1. Prefiltro de fibra: Retiene las partículas de mayor tamaño (PM10).
  - 2. Filtro HEPA (clase H13 / EN 18221-1): Filtra partículas pequeñas (PM2,5) como esporas, polvo, polen, ácaros, bacterias y virus.
  - 3. Filtro de carbón activado: Adsorbe humos, olores, vapores, compuestos químicos aromáticos y orgánicos volátiles.
- Motor Brushless.



#### Pantalla LCD táctil

Indicadores de velocidad, modo de funcionamiento, saturación de filtro y temporizador.



#### Indicador calidad de aire



#### Filtro Fibra + HEPA (H13) + Carbón activo

El kit de filtros también está disponible como recambio:  
FILTRO AIRPUR 2N.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Tensión 50-60 Hz (V)	Potencia máxima (W)	Intensidad absorbida máxima (A)	Velocidades	Volumen máximo de aire filtrado (m <sup>3</sup> /h)	Aislamiento	Nivel de presión sonora a 1,5 m. (dB(A))	Color	Peso (kg)	Dimensiones LxAxH (mm)
AIRPUR-2N	230	40	0,20	3+1	390	Clase II	23-52	Blanco	5,3	371x183x470

TD-SILENT - MODELOS 160 A 1000

Ventiladores helicocentrífugos in-line de bajo perfil, extremadamente silenciosos, certificados (modelos 350, 500, 800 y 1000) por la Noise Abatement Society (Asociación para la reducción del ruido), fabricados en material plástico, con elementos acústicos (estructura interna perforada que direcciona las ondas sonoras, y aislamiento interior fonoabsorbente que amortigua el ruido radiado) (1), cuerpo-motor desmontable sin necesidad de tocar los conductos, juntas de goma en impulsión y descarga para absorber las vibraciones, caja de bornes externa orientable 360°, IP44, motor 230V-50Hz, de 2 ó 3 velocidades, según modelo, regulables por variación de tensión, Clase B, rodamientos a bolas de engrase permanente, condensador (2) y protector térmico.

(1) Excepto TD-160/100N SILENT, que incorpora sistema de motor flotante, montado sobre silent-blocks elásticos, patentado por S&P.

(2) Excepto modelo TD-160/100N SILENT.

**Otros datos**

Especialmente indicados en aquellos lugares donde trabajan personas y el bajo nivel sonoro se convierte en un elemento esencial para el confort.

**Modelos TD-SILENT-T**

Incorporan temporizador regulable entre 1 y 30 minutos.

Disponen de motor de 1 ó 3 velocidades, según modelo, no regulable.



(Modelos 350, 500, 800 y 1000)

TD-SILENT - MODELOS 1300 Y 2000

Ventiladores helicocentrífugos in-line de bajo perfil, extremadamente silenciosos, certificados (modelo 2000) por la Noise Abatement Society (Asociación para la reducción del ruido), fabricados en chapa de acero protegida por pintura epoxi poliéster, con elementos acústicos (aislamiento interior fonoabsorbente (M0) de fibra de vidrio, carcasa exterior tipo sandwich y embocadura aerodinámica), cuerpo-motor desmontable sin necesidad de tocar los conductos, IP44, caja de bornes externa IP55, motor 230V-50/60Hz, de 3 velocidades, regulables por variación de tensión, Clase F, con rotor exterior de inyección de aluminio, rodamientos a bolas de engrase permanente, condensador y protector térmico incorporado.

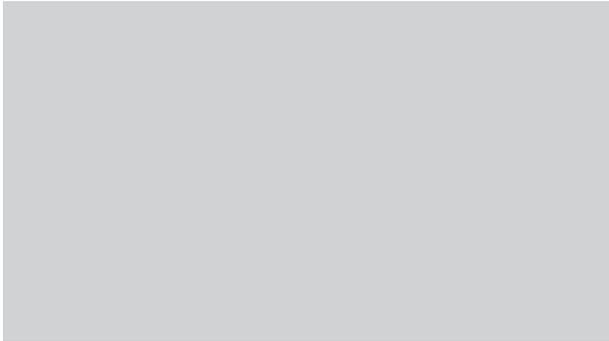
**Otros datos**

Especialmente indicados en aquellos lugares donde trabajan personas y el bajo nivel sonoro se convierte en un elemento esencial para el confort.



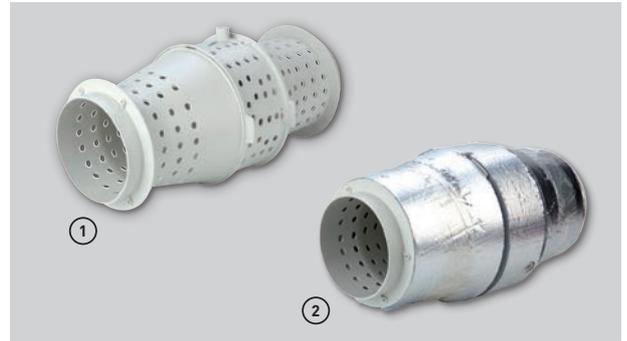
(Modelos 350, 500, 800 y 1000)

MODELOS 250 A 1000



**Bajo perfil**

El bajo perfil de los ventiladores de la gama TD-SILENT hace que sean el producto ideal para instalaciones donde la altura es muy reducida, como en el caso de los falsos techos.



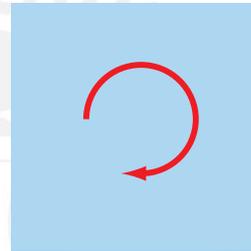
**Elementos acústicos**

- ① Estructura interna perforada que direcciona las ondas sonoras.
- ② Aislamiento interior fonoabsorbente que amortigua el ruido radiado.



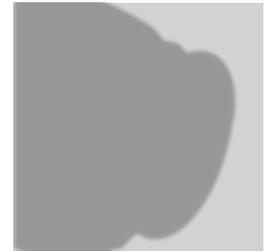
**Fácil mantenimiento**

Conjunto cuerpo-motor desmontable, para reparación o limpieza, sin necesidad de tocar los conductos. Las bridas de sujeción de plástico simplifican la operación.



**Caja de bornes orientable 360°**

Caja de bornes con tapa orientable 360°, para facilitar la entrada del cable de alimentación.



**Juntas flexibles**

Bocas de aspiración y descarga con juntas flexibles en material plástico de alta calidad, que absorben las vibraciones.



**MODELOS CON TEMPORIZADOR**

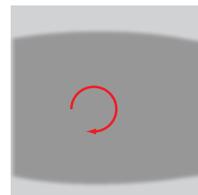
Los modelos TD-SILENT-T incorporan temporizador regulable entre 1 y 30 minutos. Disponen de motor de 1 ó 3 velocidades, según modelo, no regulable. Los modelos de 3 velocidades son temporizables, únicamente, a velocidad rápida.



**Pie soporte**

Pie soporte para instalación mural o cenital que incorpora las bridas de sujeción al cuerpo-motor.

**Fácil montaje**



Aflojar y abrir las bridas de ambas bocas.

Separar el cuerpo motor.

Retirar la tapa de bornes orientable.

Realizar las conexiones.

Montar de nuevo, apretando ambas bridas de sujeción.

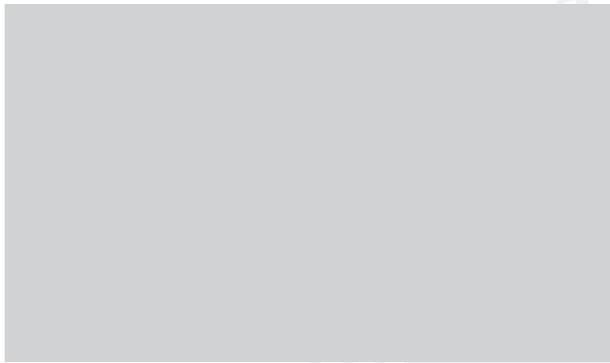
**MODELO 160**



**SILENT-BLOCKS ELÁSTICOS**  
El modelo TD-160/100N SILENT incorpora sistema de motor flotante, montado sobre **silent-blocks elásticos**, patentado por S&P.



**MODELOS 1300 Y 2000**

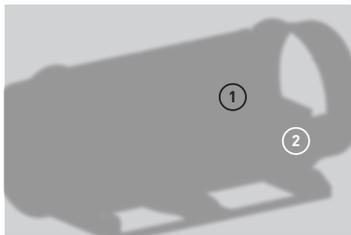


**Bajo perfil - Compacidad**

El bajo perfil de los ventiladores TD-1300/250 SILENT y TD-2000/315 SILENT hace que sean el producto ideal para instalaciones donde la altura es muy reducida, como en el caso de los falsos techos.

**Fácil mantenimiento**

Cuerpo motor desmontable, para reparación o limpieza, sin necesidad de tocar los conductos.



**Elementos acústicos**

- ① Aislamiento interior fonoabsorbente (A2-s1, d0) de fibra de vidrio.
- ② Carcasa exterior tipo sandwich.
- ③ Embocadura de aspiración aerodinámica.
- ④ Malla protectora del aislamiento fonoabsorbente.

**Pie soporte**

Permite la instalación mural o cenital. Incorpora las bridas de sujeción al cuerpo-motor.

**Caja de bornes estanca, IP55**

Facilita la instalación y conexión del aparato.

# VENTILADORES HELICOCENTRÍFUGOS IN-LINE ULTRASILENCIOSOS

## Serie TD-SILENT



### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

TD-SILENT	Velocidad (r.p.m.)	Potencia absorbida máxima (W)	Intensidad absorbida máxima (A)	Caudal en descarga libre (m³/h)	Nivel de presión sonora* (dB(A))	Temperatura de trabajo (°C)	Peso (kg)	Ø Conducto (mm)	Interruptor de 3 velocidades opcional	Regulador de tensión opcional
TD-160/100 N SILENT	2400	29	0,17	180	24	-20/+40	1,4	100	COM-2 REGUL-2	RMB-1,5 REB-1
	2200	18	0,11	150	22					
TD-250/100 SILENT	2210	27	0,12	250	25	-20/+40	5,4	100	COM-2 REGUL-2	RMB-1,5 REB-1
	1680	21	0,1	200	20					
TD-350/125 SILENT	2100	27	0,12	330	23	-20/+40	5	125	COM-2 REGUL-2	RMB-1,5 REB-1
	1650	21	0,1	260	18					
TD-500/150-160 SILENT 3V	2480	59	0,26	550	27	-20/+60	6	150/160	COM-3 INTER 4P	RMB-1,5 REB-1
	2060	50	0,22	450	22					
	1610	45	0,2	350	17					
TD-800/200 SILENT 3V	2170	102	0,5	910	28	-20/+60	8,7	200	COM-3 INTER 4P	RMB-1,5 REB-1
	1870	92	0,47	780	24					
	1660	90	0,46	690	22					
TD-1000/200 SILENT 3V	2450	130	0,55	1.040	29	-20/+60	8,7	200	COM-3 INTER 4P	RMB-1,5 REB-1
	2210	127	0,55	910	27					
	1920	122	0,53	790	24					
TD-1300/250 SILENT 3V	2530	204	0,85	1.320	36	-20/+60	20	250	COM-3 INTER 4P	RMB-1,5 REB-1
	2230	163	0,68	1.160	33					
	2030	144	0,6	1.040	31					
TD-2000/315 SILENT 3V	2670	293	1,25	1.770	39	-40/+60	25	315	COM-3 INTER 4P	RMB-1,5 REB-2,5
	2490	232	0,97	1.610	38					
	2240	190	0,78	1.480	36					

\* Nivel de presión sonora, radiado a 3 metros en campo libre, con tubos rígidos en aspiración y descarga.

TD-SILENT T	Velocidad (r.p.m.)	Potencia absorbida máxima (W)	Intensidad absorbida máxima (A)	Caudal en descarga libre (m³/h)	Nivel de presión sonora* (dB(A))	Temperatura de trabajo (°C)	Peso (kg)	Ø Conducto (mm)
TD-160/100 NT SILENT	2400	29	0,17	180	24	-20/+40	1,4	100
TD-250/100 SILENT T	2140	28	0,12	250	25	-20/+40	5,4	100
TD-350/125 SILENT T	2050	26	0,11	330	23	-20/+40	5	125
TD-500/150-160 SILENT T 3V	2590	53	0,21	560	27	-20/+60	6	150
	2150	44	0,19	470	22			
	1820	41	0,18	390	17			
TD-800/200 SILENT T 3V	2170	102	0,5	910	28	-20/+60	8,7	200
	1870	92	0,47	780	24			
	1660	90	0,46	690	22			
TD-1000/200 SILENT T 3V	2450	130	0,55	1.040	29	-20/+60	8,7	200
	2210	127	0,55	910	27			
	1920	122	0,53	790	24			

\* Nivel de presión sonora, radiado a 3 metros en campo libre, con tubos rígidos en aspiración y descarga.

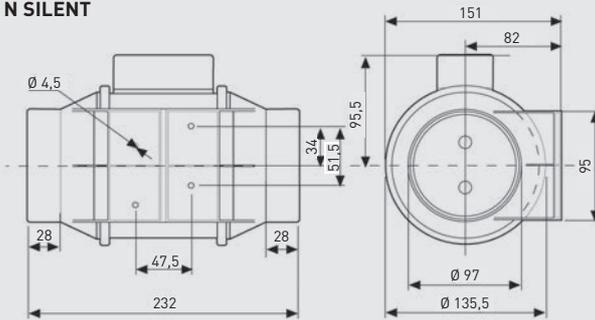
# VENTILADORES HELICOCENTRÍFUGOS IN-LINE ULTRASILENCIOSOS

## Serie TD-SILENT

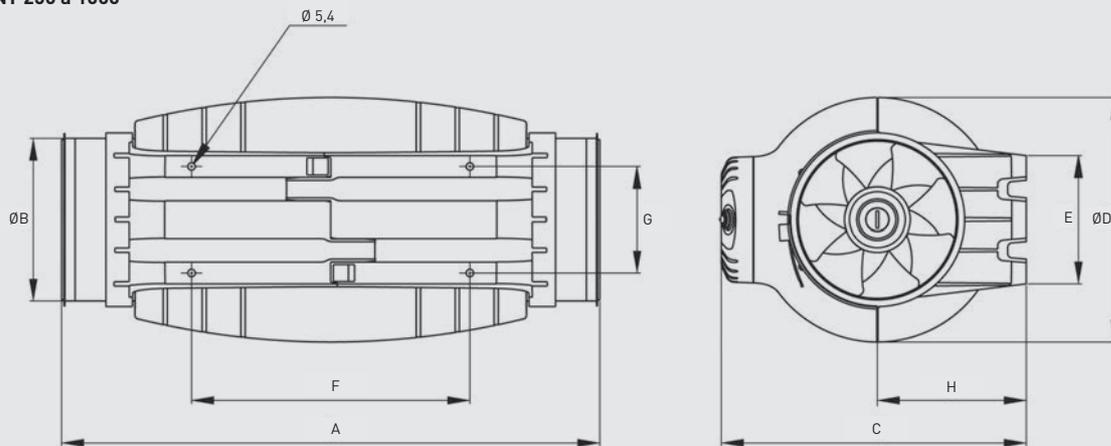


### DIMENSIONES (mm)

TD-160/100 N SILENT



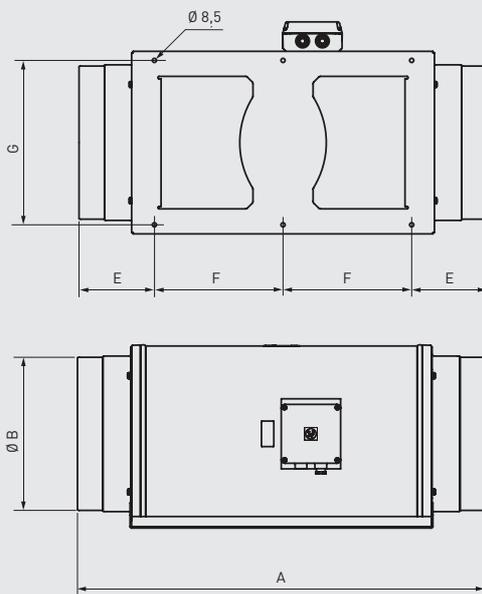
TD-SILENT 250 a 1000



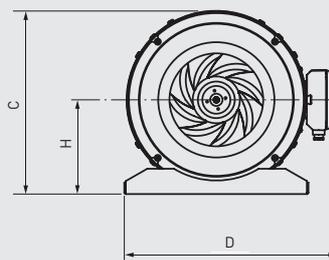
	A	ØB	C	ØD	E	F	G	H
TD-250/100	575	97	252	204	100	250	83	121
TD-350/125	462	123	252	204	100	250	83	121
TD-500/150-160*	484	147	274	221	116	250	96	134
TD-800/200	568	198	327	264	145	340	129	164
TD-1000/200	568	198	327	264	145	340	129	164

\* Se suministra una junta de goma adicional para instalaciones en conductos de 160 mm.

TD-SILENT 1300 y 2000



	A	B	C	D	E	F	G	H
TD-1300/250 SILENT	680	248	331	387	140	200	280	171
TD-2000/315 SILENT	825	312	373	432	152	260	335	192

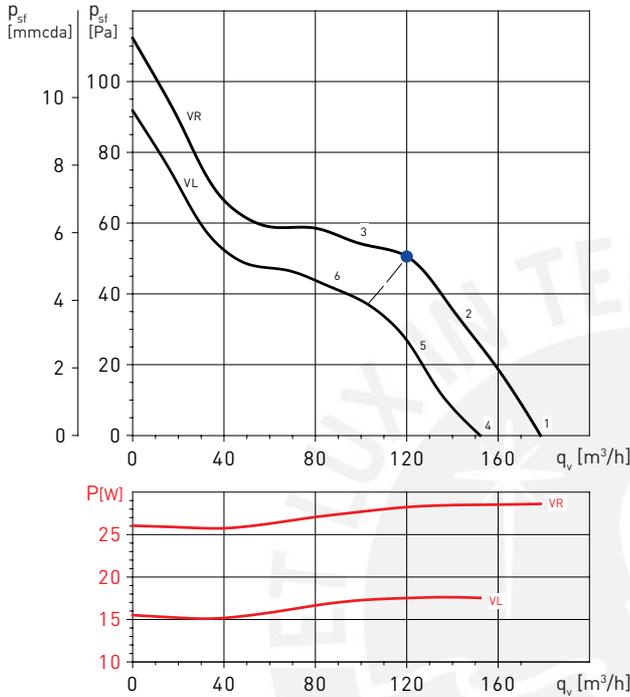


### CURVAS CARACTERÍSTICAS

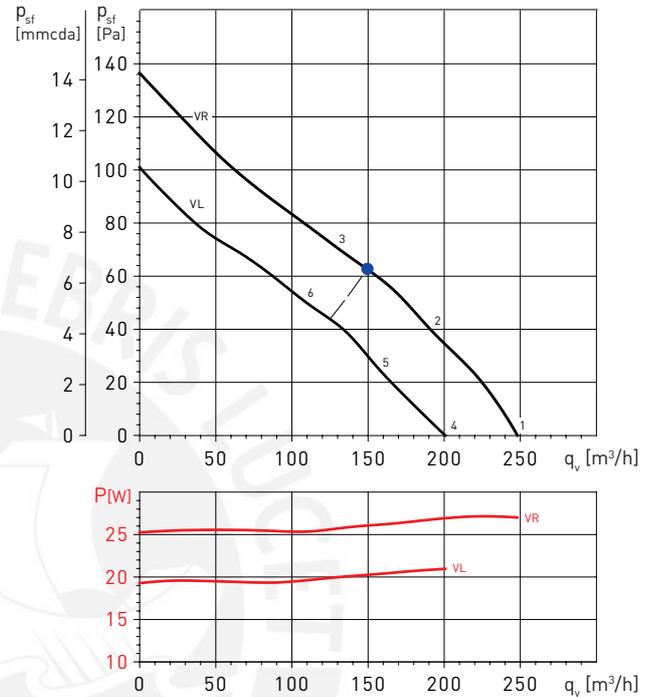
- $q_v$  = Caudal en  $m^3/h$ .
- $p_{sf}$  = Presión estática en mmcda y Pa.
- Aire seco normal a 20°C y 760 mmHg.
- Ensayos realizados de acuerdo a Norma ISO 5801 y AMCA 210-99.

- VR: Velocidad Rápida
- VM: Velocidad Media
- VL: Velocidad Lenta

TD-160/100N SILENT



TD-250/100 SILENT



Espectros de potencia en dB(A)

Punto de trabajo	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	LwA	
1	Aspiración	22	34	41	47	53	49	40	31	56
	Descarga	22	43	38	50	51	47	41	32	55
	Radiado	21	27	41	35	36	40	33	22	45
2	Aspiración	21	36	39	47	52	48	39	30	55
	Descarga	22	42	37	50	50	46	41	31	54
	Radiado	20	29	39	35	35	39	32	21	44
3	Aspiración	24	37	41	48	52	47	39	30	55
	Descarga	27	42	38	50	51	45	40	31	55
	Radiado	23	30	41	36	35	38	32	21	45
4	Aspiración	22	31	37	45	51	46	38	29	53
	Descarga	22	38	34	48	49	45	39	29	53
	Radiado	19	27	36	33	35	38	31	21	42
5	Aspiración	21	33	37	45	50	46	37	28	53
	Descarga	22	38	35	48	48	44	38	29	52
	Radiado	18	29	36	33	34	38	30	20	42
6	Aspiración	23	34	39	45	50	45	37	28	53
	Descarga	26	38	36	48	49	44	38	28	53
	Radiado	20	30	38	33	34	37	30	20	43

Espectros de potencia en dB(A)

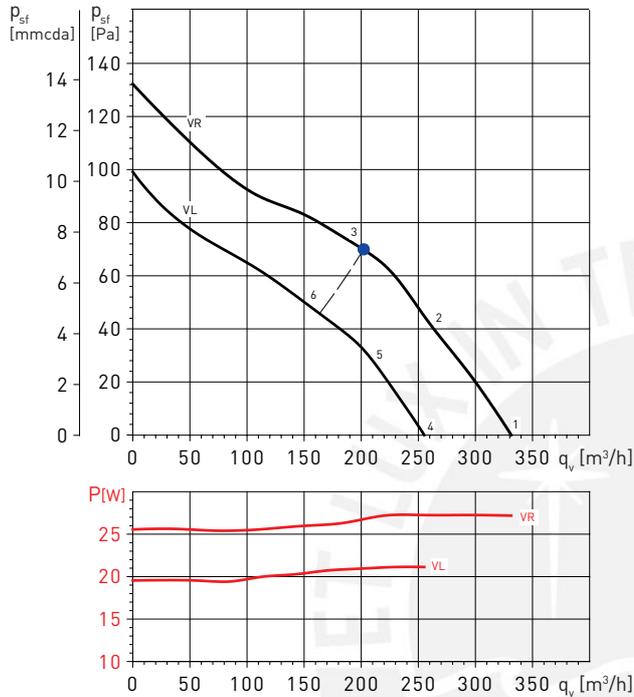
Punto de trabajo	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	LwA	
1	Aspiración	23	30	46	53	52	44	38	30	57
	Descarga	26	32	45	54	47	41	36	29	55
	Radiado	22	27	41	42	36	31	25	18	46
2	Aspiración	24	32	46	52	52	45	38	30	56
	Descarga	24	33	44	52	46	41	37	29	54
	Radiado	23	29	41	41	36	31	25	18	45
3	Aspiración	25	33	42	51	55	47	41	34	57
	Descarga	25	35	40	51	49	42	39	32	54
	Radiado	23	30	37	40	39	34	27	22	44
4	Aspiración	23	33	42	47	48	38	31	25	51
	Descarga	23	33	40	47	42	34	29	24	49
	Radiado	20	30	36	35	32	24	18	15	40
5	Aspiración	25	33	43	46	51	40	33	26	53
	Descarga	23	34	42	47	44	36	32	26	50
	Radiado	22	31	37	35	34	26	19	16	41
6	Aspiración	24	31	39	48	51	43	36	28	54
	Descarga	25	33	38	49	45	38	34	27	51
	Radiado	22	28	32	37	35	29	22	19	41

### CURVAS CARACTERÍSTICAS

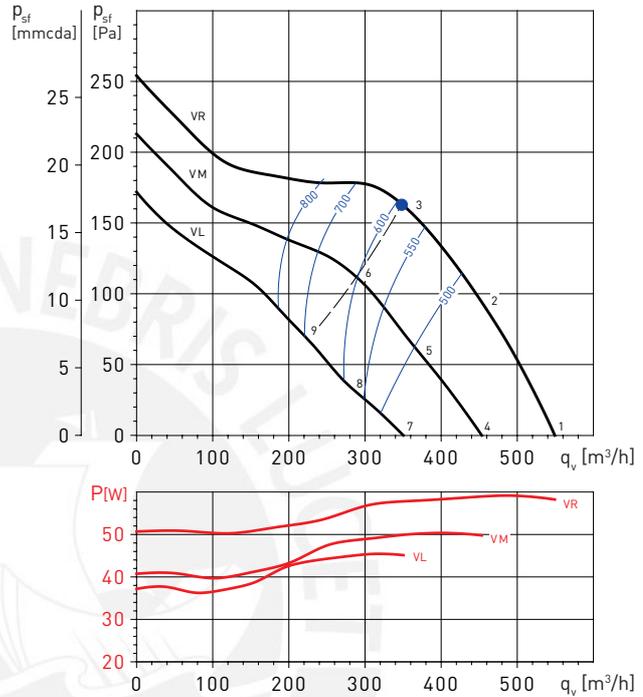
- $q_v$  = Caudal en  $m^3/h$ .
- $p_{sf}$  = Presión estática en mmcda y Pa.
- SFP: Factor específico de potencia, en  $W/m^3/s$  (curvas azules).
- Aire seco normal a  $20^\circ C$  y  $760$  mmHg.
- Ensayos realizados de acuerdo a Norma ISO 5801 y AMCA 210-99.

- VR: Velocidad Rápida
- VM: Velocidad Media
- VL: Velocidad Lenta

TD-350/125 SILENT



TD-500/150-160 SILENT 3V



### Espectros de potencia en dB(A)

Punto de trabajo	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	LwA	
1	Aspiración	22	26	41	51	51	43	36	29	54
	Descarga	27	28	42	50	51	44	36	28	55
	Radiado	19	23	34	40	38	30	20	14	43
2	Aspiración	21	25	41	50	50	42	37	29	53
	Descarga	25	27	40	49	50	41	35	25	53
	Radiado	18	22	34	39	37	29	21	15	42
3	Aspiración	23	30	45	53	51	46	40	31	56
	Descarga	23	31	44	51	49	43	38	31	54
	Radiado	20	27	38	42	39	32	24	17	45
4	Aspiración	21	24	39	45	46	36	29	25	49
	Descarga	23	25	39	43	44	35	29	24	48
	Radiado	18	25	32	35	33	22	14	13	39
5	Aspiración	21	25	38	44	46	35	31	25	49
	Descarga	22	26	37	42	43	33	29	24	47
	Radiado	18	25	31	34	34	22	16	13	38
6	Aspiración	23	29	40	49	49	41	35	27	52
	Descarga	24	34	40	47	46	38	33	26	50
	Radiado	19	30	33	38	36	27	20	16	42

### Espectros de potencia en dB(A)

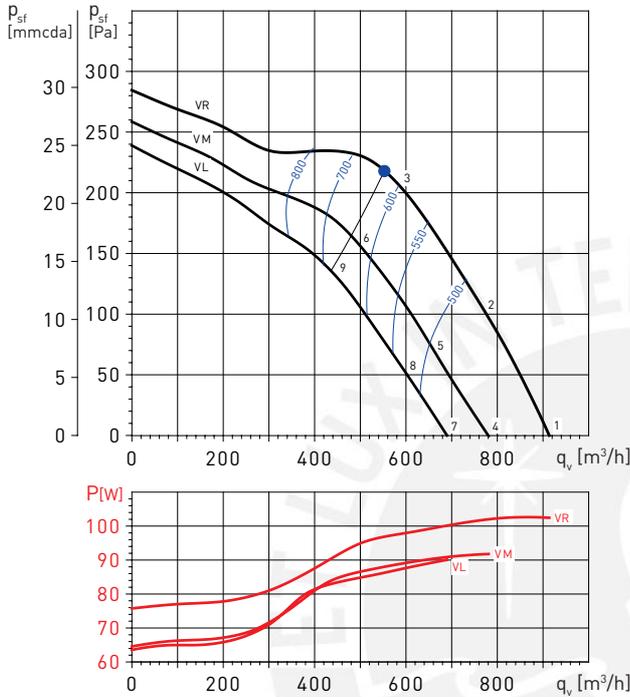
Punto de trabajo	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	LwA	
1	Aspiración	25	35	52	59	59	58	52	46	64
	Descarga	38	38	56	59	58	54	49	43	63
	Radiado	18	28	41	40	43	41	33	28	47
2	Aspiración	24	34	50	57	56	55	48	41	62
	Descarga	33	36	54	56	57	51	45	38	61
	Radiado	17	26	39	38	40	39	29	24	45
3	Aspiración	25	35	49	59	56	54	48	41	62
	Descarga	26	36	53	59	57	49	44	28	62
	Radiado	18	28	38	40	40	37	29	24	45
4	Aspiración	20	31	48	54	54	53	48	41	60
	Descarga	33	34	51	54	54	49	45	39	59
	Radiado	13	23	36	36	38	36	29	24	43
5	Aspiración	19	29	45	52	52	51	43	36	57
	Descarga	28	31	49	52	53	46	40	34	57
	Radiado	12	21	34	33	35	34	24	19	40
6	Aspiración	20	30	45	54	51	50	43	36	57
	Descarga	21	32	49	54	52	45	39	24	57
	Radiado	14	23	33	35	35	33	24	19	40
7	Aspiración	15	25	42	49	49	48	42	36	54
	Descarga	28	28	46	49	48	44	39	33	54
	Radiado	8	18	31	30	33	31	23	18	38
8	Aspiración	13	23	40	46	46	45	37	30	51
	Descarga	22	25	43	46	47	40	34	28	51
	Radiado	7	16	28	28	29	28	18	13	34
9	Aspiración	15	25	39	49	46	44	38	31	52
	Descarga	16	26	43	49	47	39	34	18	52
	Radiado	8	17	28	30	29	27	19	13	35

### CURVAS CARACTERÍSTICAS

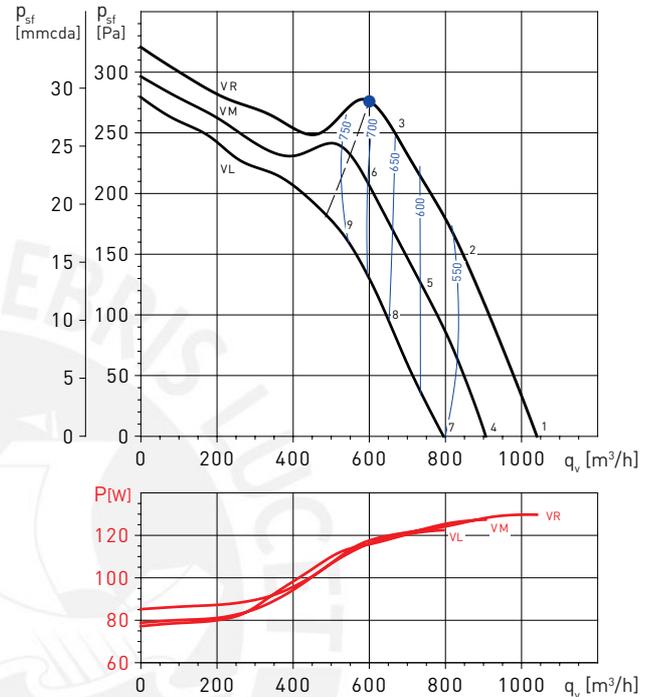
- $q_v$  = Caudal en  $m^3/h$ .
- $p_{sf}$  = Presión estática en mmcda y Pa.
- SFP: Factor específico de potencia, en  $W/m^3/s$  (curvas azules).
- Aire seco normal a  $20^\circ C$  y  $760$  mmHg.
- Ensayos realizados de acuerdo a Norma ISO 5801 y AMCA 210-99.

- VR: Velocidad Rápida
- VM: Velocidad Media
- VL: Velocidad Lenta

TD-800/200 SILENT 3V



TD-1000/200 SILENT 3V



### Espectros de potencia en dB(A)

Punto de trabajo		63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	LwA
1	Aspiración	27	40	49	60	61	62	57	51	66
	Descarga	44	46	51	60	64	63	60	53	69
	Radiado	18	34	35	42	45	41	32	24	48
2	Aspiración	26	38	47	57	59	59	54	47	64
	Descarga	42	45	50	60	63	61	58	51	67
	Radiado	18	32	33	40	42	39	29	20	46
3	Aspiración	26	40	50	60	61	60	56	50	66
	Descarga	33	40	51	60	61	59	55	49	65
	Radiado	18	33	36	43	44	40	30	23	48
4	Aspiración	23	36	45	56	58	58	54	47	63
	Descarga	41	43	48	57	61	60	56	49	65
	Radiado	14	30	31	39	41	38	28	20	45
5	Aspiración	23	35	43	54	56	56	51	44	61
	Descarga	39	41	47	56	59	58	54	47	63
	Radiado	14	29	29	36	39	36	25	17	42
6	Aspiración	24	37	47	58	58	58	53	47	63
	Descarga	30	37	48	57	58	56	52	46	63
	Radiado	15	31	33	41	42	38	27	20	45
7	Aspiración	20	34	43	53	55	55	51	44	60
	Descarga	38	40	45	54	58	57	54	47	62
	Radiado	12	28	29	36	38	35	25	17	42
8	Aspiración	20	32	41	51	53	53	48	41	58
	Descarga	36	39	44	54	57	55	52	45	61
	Radiado	12	26	27	34	36	33	23	14	40
9	Aspiración	22	35	45	56	56	56	51	45	61
	Descarga	28	35	46	55	56	54	50	44	60
	Radiado	13	29	31	38	39	35	25	18	43

### Espectros de potencia en dB(A)

Punto de trabajo		63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	LwA
1	Aspiración	27	40	50	60	62	64	60	53	68
	Descarga	46	47	54	61	66	65	62	55	70
	Radiado	17	33	35	44	45	43	35	28	49
2	Aspiración	27	38	49	59	61	62	56	49	66
	Descarga	41	43	52	59	63	61	57	50	67
	Radiado	16	31	34	42	43	40	31	24	47
3	Aspiración	28	41	54	63	63	62	58	51	68
	Descarga	32	41	55	62	62	59	56	47	67
	Radiado	17	33	39	46	45	41	33	26	50
4	Aspiración	26	39	49	59	61	63	58	51	67
	Descarga	44	46	53	59	64	64	61	53	69
	Radiado	15	32	34	43	43	41	33	26	48
5	Aspiración	25	37	47	57	59	61	55	48	65
	Descarga	39	42	50	58	62	60	56	49	66
	Radiado	15	29	33	41	42	39	30	23	46
6	Aspiración	26	39	52	61	61	61	56	50	67
	Descarga	31	39	54	60	61	58	54	46	65
	Radiado	16	32	37	45	43	39	31	24	48
7	Aspiración	23	36	46	56	58	60	55	48	64
	Descarga	41	43	50	56	61	61	58	50	66
	Radiado	12	29	31	40	40	38	30	23	45
8	Aspiración	23	34	45	54	57	58	52	45	62
	Descarga	37	39	47	55	59	57	53	46	63
	Radiado	12	26	30	38	39	36	27	20	43
9	Aspiración	24	37	50	59	59	58	54	47	64
	Descarga	28	37	52	58	58	55	52	43	63
	Radiado	13	30	35	43	41	37	29	22	46

# VENTILADORES HELICENTRÍFUGOS IN-LINE ULTRASILENCIOSOS

## Serie TD-SILENT

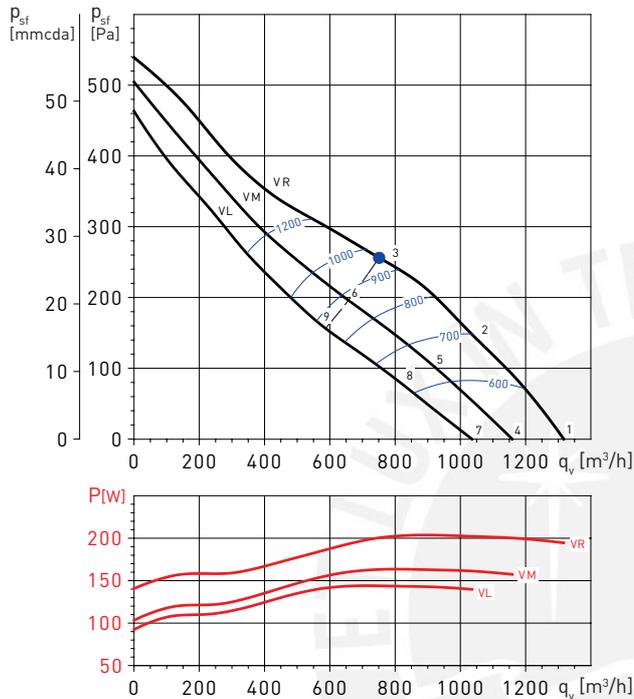


### CURVAS CARACTERÍSTICAS

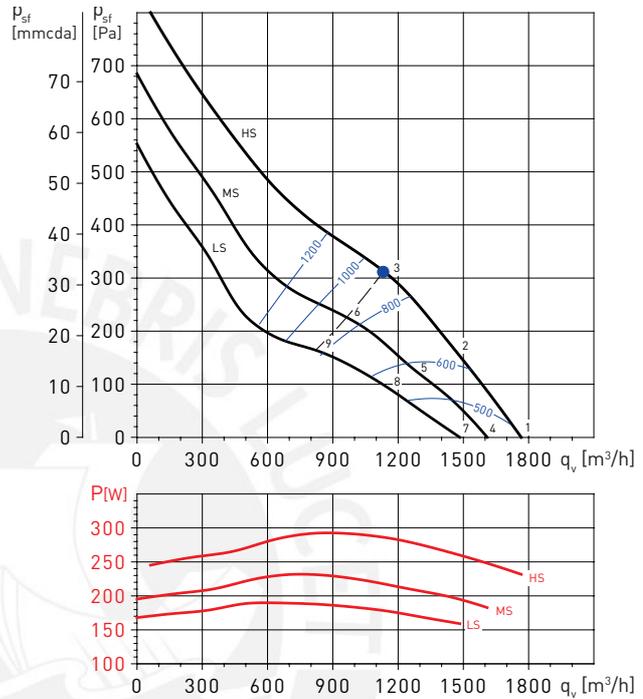
- $q_v$  = Caudal en  $m^3/h$ .
- $p_{sf}$  = Presión estática en mmcda y Pa.
- SFP: Factor específico de potencia, en  $W/m^3/s$  (curvas azules).
- Aire seco normal a 20°C y 760 mmHg.
- Ensayos realizados de acuerdo a Norma ISO 5801 y AMCA 210-99.

- VR: Velocidad Rápida
- VM: Velocidad Media
- VL: Velocidad Lenta

TD-1300/250 SILENT 3V



TD-2000/315 SILENT 3V



### Espectros de potencia en dB(A)

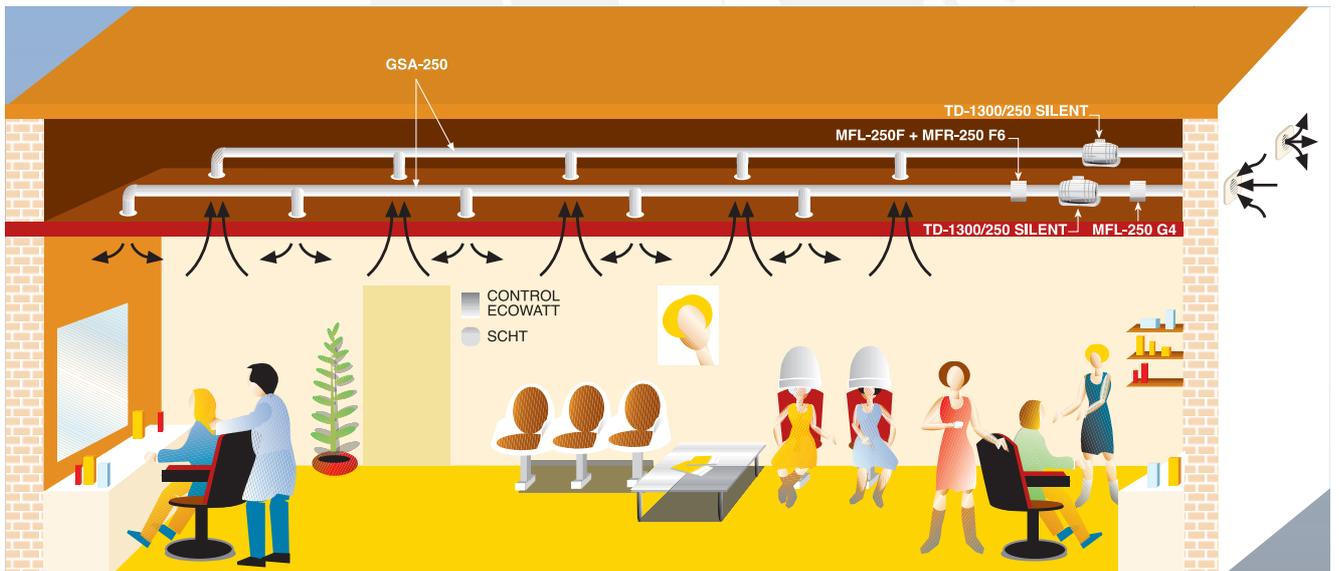
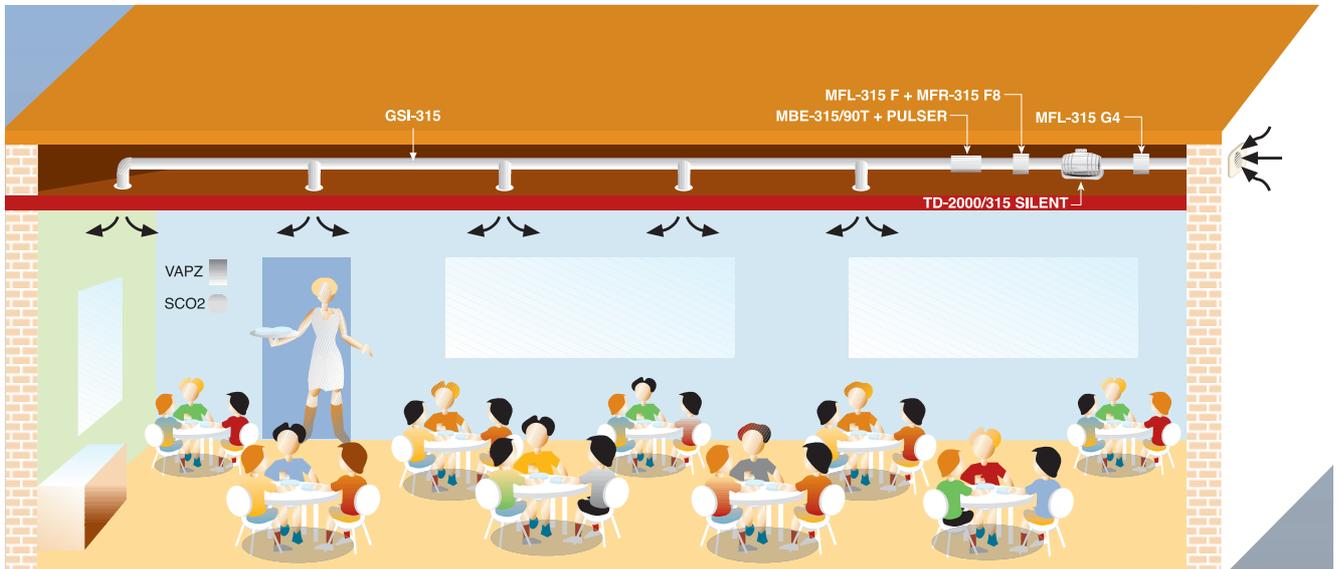
Punto de trabajo	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	LwA	
1	Aspiración	30	42	60	59	62	61	58	52	67
	Descarga	33	45	60	68	72	65	54	48	74
	Radiado	26	31	46	42	55	48	39	38	57
2	Aspiración	32	43	62	60	61	60	56	51	67
	Descarga	30	46	61	69	71	63	52	47	74
	Radiado	28	32	48	43	54	47	37	37	56
3	Aspiración	36	47	63	60	58	58	55	48	67
	Descarga	32	51	62	69	67	60	51	44	72
	Radiado	32	36	49	43	51	45	36	34	54
4	Aspiración	27	39	57	56	59	58	55	49	65
	Descarga	30	42	57	65	69	62	51	45	72
	Radiado	23	28	43	39	52	45	36	35	54
5	Aspiración	29	40	59	57	58	57	53	48	64
	Descarga	27	43	58	66	68	60	49	44	71
	Radiado	25	29	45	40	51	44	34	34	53
6	Aspiración	33	44	60	57	55	55	52	45	64
	Descarga	29	48	59	66	64	57	48	41	69
	Radiado	29	33	46	40	48	42	33	31	51
7	Aspiración	25	37	55	54	57	56	53	47	63
	Descarga	28	40	55	63	67	60	49	43	70
	Radiado	21	26	41	37	50	43	34	33	52
8	Aspiración	27	38	57	55	56	55	51	46	62
	Descarga	25	41	56	64	66	58	47	42	69
	Radiado	23	27	43	38	49	42	32	32	51
9	Aspiración	31	42	58	55	53	53	50	43	62
	Descarga	27	46	57	64	62	55	46	39	67
	Radiado	27	31	44	38	46	40	31	29	49

### Espectros de potencia en dB(A)

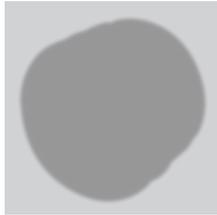
Punto de trabajo	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	LwA	
1	Aspiración	34	48	60	63	66	64	59	55	70
	Descarga	42	54	67	69	73	66	52	49	76
	Radiado	23	36	44	50	57	54	49	43	60
2	Aspiración	34	49	63	62	65	64	60	55	70
	Descarga	38	55	66	67	73	65	51	49	75
	Radiado	23	37	47	49	56	54	50	43	60
3	Aspiración	37	56	64	63	63	62	58	52	70
	Descarga	36	61	68	71	68	62	49	46	74
	Radiado	26	44	48	50	54	52	48	40	58
4	Aspiración	32	46	58	61	64	62	57	53	69
	Descarga	40	52	65	67	71	64	50	47	74
	Radiado	21	34	42	48	55	52	47	41	58
5	Aspiración	32	47	61	60	63	62	58	53	68
	Descarga	36	53	64	65	71	63	49	47	73
	Radiado	21	35	45	47	54	52	48	41	57
6	Aspiración	34	53	61	60	60	59	55	49	67
	Descarga	33	58	65	68	65	59	46	43	71
	Radiado	23	41	45	47	51	49	45	37	55
7	Aspiración	30	44	56	59	62	60	55	51	66
	Descarga	38	50	63	65	69	62	48	45	72
	Radiado	19	32	40	46	53	50	45	39	56
8	Aspiración	29	44	58	57	60	59	55	50	65
	Descarga	33	50	61	62	68	60	46	44	70
	Radiado	18	32	42	44	51	49	45	38	54
9	Aspiración	30	49	57	56	56	55	51	45	63
	Descarga	29	54	61	64	61	55	42	39	67
	Radiado	19	37	41	43	47	45	41	33	51

## CASOS PRÁCTICOS DE INSTALACIÓN DE LA SERIE TD-SILENT

La gama TD-SILENT permite solucionar gran número de problemas de ventilación, especialmente en aquellos lugares donde trabajan personas y el bajo nivel sonoro se convierte en un elemento esencial para el confort.



### ACCESORIOS DE MONTAJE PARA LA SERIE TD-SILENT



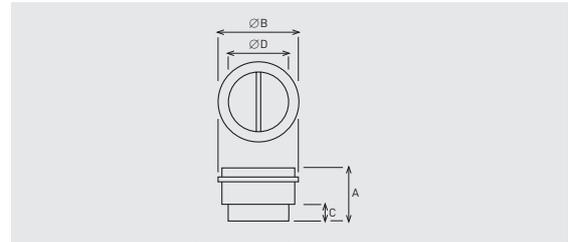
#### MCA-S

**Compuertas antirretorno** para instalar en la descarga de los ventiladores. Impiden la entrada de olores, corrientes de aire y evitan fugas de calefacción cuando el extractor no funciona.

Modelo MCA-S	Tipo de TD-SILENT*
MCA - 250 S	250/100
MCA - 350 S	350/125
MCA - 500/150 S	500/150
MCA - 500/160 S	500/160
MCA - 800-1000 S	800/200 - 1000/200

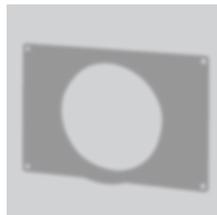
Modelo MCA	Tipo de TD-SILENT*
MCA - 1000	1300/250
MCA - 2000	2000/315

(\* Los modelos TD-1300/250 SILENT y TD-2000/315 SILENT utilizan compuertas MCA (ver accesorios de la Serie TD).



Modelo MCA-S	A	Ø B	C	Ø D
MCA - 250 S	107	109	31,5	94,5
MCA - 350 S	107	136	31,5	119,5
MCA - 500/150 S	121	163,5	35	147
MCA - 500/160 S	121	173,5	35	157
MCA - 800-1000 S	131,5	214	35	197,5

Modelo MCA	A	Ø B	C	Ø D
MCA - 1000	164	264,5	42	248
MCA - 2000	205	330	50	312



#### MAR-S

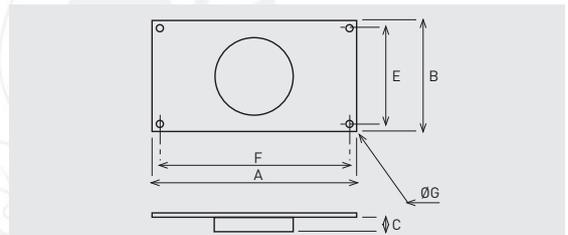
#### Acoplamiento para conductos rectangulares

que permiten conectar los aparatos a un conducto rectangular.

Modelo MAR-S	Tipo de TD-SILENT*	Dimensiones nominales del conducto L X H (mm)
MAR - 250-350 S	250/100 - 350/125	224 x 140
MAR - 500 S	500/150	280 x 180
MAR - 800-1000 S	800/200-1000/200	315 x 200

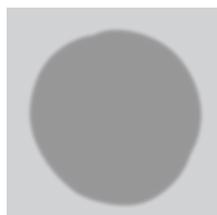
Modelo MAR	Tipo de TD-SILENT*	Dimensiones nominales del conducto L X H (mm)
MAR - 1000	1300/250	400 x 250
MAR - 2000	2000/315	500 x 315

(\* Los modelos TD-1300/250 SILENT y TD-2000/315 SILENT utilizan acoplamiento rectangular MAR (ver accesorios de la Serie TD).



Modelo MAR-S	A	B	C	E	F	Ø G
MAR - 250-350 S	264	180	33,3	160	244	9
MAR - 500 S	320	220	37	200	300	9
MAR - 800-1000 S	355	240	37	220	335	9

Modelo MAR	A	B	C	E	F	Ø G
MAR - 1000	440	290	42	270	420	9
MAR - 2000	540	355	52	355	520	9



#### MRJ-S

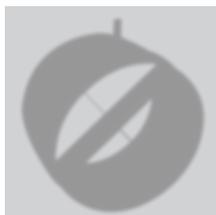
**Rejillas** para colocar tanto en el lado de aspiración como en la descarga de la instalación. Evitan la entrada de cuerpos extraños que pudieran perjudicar al ventilador.

Modelo MRJ-S	Tipo de TD-SILENT*
MRJ - 250-350 S	250/100 - 350/125
MRJ - 500/150-160 S	500/150 - 500/160
MRJ - 800-1000 S	800/200 - 1000/200

Modelo MRJ	Tipo de TD-SILENT*
MRJ - 1000	1300/250
MRJ - 2000	2000/315

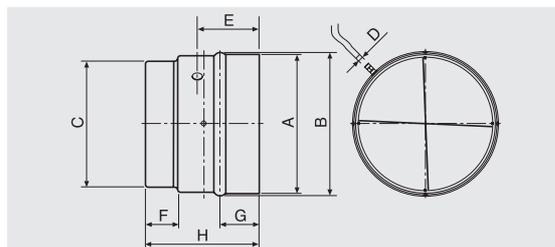
(\* Los modelos TD-1300/250 SILENT y TD-2000/315 SILENT utilizan rejillas MRJ (ver accesorios de la Serie TD).

ACCESORIOS DE MONTAJE PARA LA SERIE TD-SILENT



**MPC-S**

Elementos diseñados para medir correctamente las presiones en la aspiración de los aparatos de la Serie TD-SILENT, sin que queden afectadas por turbulencias en el conducto.



Modelo MPC-S	Tipo TD-SILENT*
MPC-250 S	250/100
MPC-350 S	350/125
MPC-500/150 S	500/150 - 500/160
MPC-500/160 S	500/160
MPC-800-1000 S	800/200 - 1000/200

Modelo MPC-S	A	B	C	D	E	F	G	H
MPC-250 S	108	108,7	94,5	6	58	31,5	36,5	105,5
MPC-350 S	136	132	120	6	58	32	37	107
MPC-500/150 S	164	158	147	6	64	35	40	121
MPC-500/160 S	174	168	157	6	64	35	40	121
MPC-800-1000 S	214	208	198	6	70	35	40	132

Modelo MPC	Tipo TD-SILENT *
MPC-1000	1300/250
MPC-2000	2000/315

Modelo MPC	A	B	C	D	E	F	G	H
MPC-1000	265	260	248	6	85	42	47	164
MPC-2000	329	318	312	6	106	50	55	204

(\* Los modelos TD-1300/250 SILENT y TD-2000/315 SILENT utilizan enderezadores MPC (ver accesorios de la Serie TD).



**MBR-S**

Bridas que permiten acoplar 2 ventiladores TD-SILENT en serie.

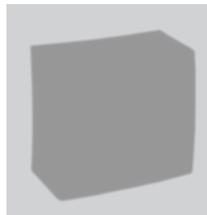
Modelo MBR-S	Ø de conducto
MBR-250-350 S	125
MBR-500 S	150
MBR-800-1000 S	200

Los modelos TD-1300/250 SILENT y TD-2000/315 SILENT utilizan bridas MBR (ver accesorios de la Serie TD).

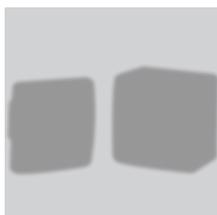
ACCESORIOS ELÉCTRICOS PARA LA SERIE TD-SILENT



**REGUL-2  
COM-2**  
Interruptores de 2 velocidades



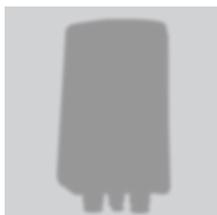
**INTER-4P  
COM-3**  
Conmutadores de 3 velocidades



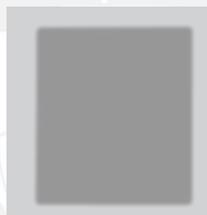
**REB**  
Reguladores electrónicos monofásicos



**CONTROL ECOWATT AC/4A**  
Elemento de control para sistemas de modulación de los caudales en instalaciones de ventilación de edificios públicos, comerciales o residenciales, que controla continuamente la velocidad de los motores para adecuarse a las necesidades reales, reducir el consumo energético y mantener un ambiente bien ventilado.



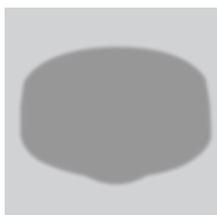
**VAPZ**  
Reguladores electrónicos de tensión para ventiladores monofásicos 230V-50Hz. Controlan la velocidad del ventilador mediante contacto simple (detector de presencia) o una entrada analógica 0-10V o 4-20 mA (de CO<sub>2</sub> o transmisor de presión).



**SC02-A**  
Sensor de CO<sub>2</sub> y temperatura para ambiente.

**SC02-AD**  
Sensor de CO<sub>2</sub> y temperatura para ambiente, con display.

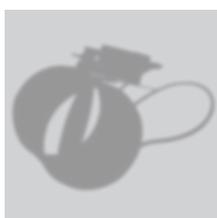
**SCHT-AD**  
Sensor de CO<sub>2</sub>, de humedad relativa y temperatura para ambiente, con display.



**CPFL-S/CPFL-E**  
Detectores de presencia, sensibles a las radiaciones infrarrojas debidas al calor que emiten los cuerpos en movimiento, con un ángulo de detección de 360°.



**TDP-S/TDP-D/TDP-PI**  
Transmisores de presión. Se utilizan para controlar la presión en sistemas de ventilación en presión constante. Permiten la lectura de la diferencia de presiones entre dos puntos y la transforman en una señal eléctrica apta para los diferentes equipos de control.



**REMP**  
Compuertas motorizadas proporcionales circulares con cuerpo de acero galvanizado y motorización controlada por sonda de CO<sub>2</sub>. El servomotor funciona proporcionalmente a la señal 0-10V enviada por la sonda. Intercalando el módulo BEAS se pueden ajustar las posiciones de apertura mínima y máxima. Se utilizan en los sistemas de ventilación multizona tipo proporcional.

# Q-29 Alfano

Cubre 20 a 30 m<sup>2</sup>



## Ficha técnica

### Características

 **CAPACIDAD DEL TANQUE**  
2.2 L

 **POTENCIA**  
220 W.

 **CAPACIDAD**  
20 Litros por día.

### Otras características

 **GAS REFRIGERANTE**  
R-134A

 **PESO (KG)**  
1033 x 313 x 202.

 **MEDIDAS (CM)**  
51 x 36.5 x 22



## Q-29 Alfano - Deshumecedor

Cubre 20 a 30 m<sup>2</sup>



### Características Técnicas

- Voltaje: 220V / 60 Hz
- Capacidad: 20 litros por día (30°C, 80% Humedad)
- Potencia: 220 W
- Consumo: 1.01 A (30°C RH80%)
- Gas refrigerante / carga: R-134A /110 g.
- Rango de funcionamiento: 5°C-35°C
- Capacidad del tanque: 2.2 L
- Nivel de presión de sonido: ≤ 45db(A)
- Cobertura / Área: 20 a 30 mt.2
- Tipo de control: Electrónico.
- Control de encendido / Apagado: 0 – 24 horas.
- Timer de encendido y apagado: 1 – 24 horas.

### Accesorios:

- Manual de uso

### Funciones de Uso:

- Panel de control: Encendido / Apagado.
- Botón de ajuste de Humedad: Deshumece el ambiente desde un 50% hasta un 80% trabajo continuo y automático confort.
- Indicador de velocidades de ventilador (2 velocidades).
- Timer de 1h a 24 horas.
- Indica cuando el tanque de agua está lleno.
- Monitor (3 funciones: lector de humedad, datos de humedad seleccionada y tiempo en función).
- Humedad relativa, humedad programada y timer.

### Modo Confort:

- Menor a 5°C el motor compresor no funciona.
- Mayor a 5°C y menor a 20°C se ajustara automáticamente a 60%.
- Mayor a 20°C y menor a 27°C se ajustara automáticamente a 55%.
- Mayor a 27°C se ajustara automáticamente a 50%.

### Características Físicas

- Panel de control electrónico.
- Cubierta deflectora de salida de aire (rejilla superior de salida de aire).
- Indicador de Tanque lleno.
- Contenedor de agua (parte posterior).
- Sujetadores laterales.
- Filtro de malla plastificado.
- Salida de drenaje a la bandeja y continuo.
- 04 ruedas.
- Indicador luminoso de encendido (verde).
- Indicador luminoso de tanque lleno (rojo).
- Display numérico y función en color rojo.
- Indicador Luminoso verde (Timer).
- Botón de velocidad Alta y Baja encendido color verde.
- Botón selector de nivel de humedad continuo automático 50%, 60%, 70%, 80%.
- Humedad relativa mayor a 95% mostrara "HI" en el display.
- Humedad relativa menor a 35% mostrara "LO" en el display.
- Botón de timer Luminoso (verde).
- Botón de velocidad de ventilador (velocidad Alta y Baja – Verde).
- Botón selector de nivel humedad (50%, 60%, 70%, 80%).
- Botón de encendido y apagado (on – off).



## Anexo 4: cotizaciones

### Cotización deshumificador

**M** Maryory Delgadillo <ventas2@friotemp.com.pe>  
para mí, jquispe, Marco ▾ mar, 14 mar, 14:55 ☆ ↶ ⋮

**Sr. Rodrigo, Buenas tardes**  
Adjunto precio y ficha tecnica del equipo solicitado

- EQ. DESHUMEDECEDOR Q29 MARCA **ALFANO** 40M2 20 L/H Cap. De tanque 4.5L  
\$365 c/u 220v/1 ph/60hz

**NOTA: No incluye instalación ni servicio de transporte.**

**FORMA DE PAGO** : Factura Contado BANCO DE CREDITO BCP Cta. Cte. \$ 193-1838121-1-88  
**TIEMPO DE ENTREGA** : **D4 día útil luego de confirmado el abono** (El despacho es en nuestro almacén de San Juan de Lurigancho)  
**GARANTIA** : 01 Año en condiciones normales de uso y funcionamiento.  
**PRECIOS** : Expresados en Dólares Americanos.  
**VALIDEZ DE OFERTA** : Hasta agotar stock  
Quedamos a la espera de su respuesta  
Gracias por su preferencia  
Saludos

**Friotemp**  
AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN

MARYORY DELGADILLO  
Departamento de Ventas  
Cl. José Mariano Arce 493 Pueblo Libre - Lima  
Fijo: 461-2277 Anexo: 204  
Entel: 989 454 003  
ventas2@friotemp.com.pe  
www.friotemp.com.pe

www.friotemp.com.pe

Te mereces el mejor clima  
**PROYECTOS DE AIRE ACONDICIONADO**

Central telefónica  
**(01) 461-2277**

**Friotemp**  
AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN






Señor(es):  
 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU  
 AV. UNIVERSITARIA NRO. 1801 URB. PANDO  
 LIMA / SAN MIGUEL  
**Presente**

**Cotización N°34651**

**Fecha:** viernes, 2 de junio de 2023  
**Asesor Comercial:** Jose Luis Jurado Colchado  
**Teléfono:** +51 936274414  
**Correo:** jjurado@cosmoplas.com  
**Forma de Pago:** Efectivo

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	CANT.	PRECIO NETO	TOTAL
1	3230466	EXTRACTOR PARA CONDUCTO EN LINEA TD - 0160/100 SILENT	S&P	10	US\$ 102.39	US\$ 1,023.90
<b>Valor Neto</b>						US\$ 1,023.85
<b>IGV</b>						US\$ 184.29
<b>TOTAL:</b>						<b>US\$ 1,208.15</b>

**Asesor Comercial:** Jose Luis Jurado Colchado  
**Teléfono:** +51 936274414  
**Correo:** jjurado@cosmoplas.com

**Observación:****TÉRMINOS Y CONDICIONES COMERCIALES GENERALES DE COMPRAVENTA DE COSMOPLAS PERÚ S.A.C.**

• El presente documento expresa y declara los términos y condiciones en que Cosmoplas realiza sus cotizaciones comerciales, prevaleciendo sobre las condiciones generales de compra y/o venta del CLIENTE, de modo tal que, las respectivas ordenes de compras, cierre de negocios o aceptación expresa de cotizaciones, significa reconocer y aceptar cada uno de los términos y condiciones que a continuación se expresan, sin excepción o condicionamiento, salvo acuerdo expreso que señale o fije una condición distinta, la que en todo caso, será siempre individual, y deberá constar por escrito en la misma cotización, documento o anexo.

• No incluye el IGV (18%)

• Los pagos se efectuarán en la moneda cotizada, deberán ser al contado, sin ningún descuento, aplazamiento o compensación, en la cuenta bancaria especificada por COSMOPLAS.

• Los precios son fijos dentro del período de validez de la oferta del producto materia de cotización, pero no contemplan la volatilidad generada por efecto de las condiciones actuales del mercado mundial sobre el precio de sus insumos (minerales, petróleo, fletes, fluctuación de impuestos y monedas, etc.). Por lo tanto, en el caso de que se presenten aumentos súbitos en las tarifas y/o en los precios de los fletes que se requieran contratar para la entrega y transferencia de los productos, dicho aumento será trasladado al precio de venta, incrementándose éste en tal medida. COSMOPLAS se reserva la posibilidad de incrementar los precios ofertados sin previo aviso hasta la formalización del contrato correspondiente, y/o cuando esté vencido el plazo de validez de oferta.

• COSMOPLAS entrega los PRODUCTOS dentro de la ciudad de Lima Metropolitana sobre camión hasta donde se tenga facilidad de acceso, no incluye la descarga de estos. En caso de que el CLIENTE requiera el servicio de descarga en obra se evaluará y cotizará oportunamente. Las coordinaciones de entrega deben ser solicitadas con al menos dos (2) días hábiles a través de un correo electrónico. El CLIENTE deberá proveer al equipo logístico de COSMOPLAS las condiciones para el acceso, la dirección exacta, persona de contacto y teléfono para las gestiones pertinentes. En caso el CLIENTE rechace el despacho encontrándose el transporte en obra, COSMOPLA procederá automáticamente con la facturación y cobro respectivo del falso flete y las horas del personal operativo. COSMOPLAS será responsable de la cantidad y características del producto hasta el retiro desde las bodegas de la compañía sin reclamo alguno, o cuando sean entregados por vehículos propios de COSMOPLAS en el domicilio previamente pactado del CLIENTE, y una vez firmada la respectiva guía de despacho. Por el contrario, COSMOPLAS, no será responsable de cantidad y características del producto, una vez retirado desde la oficina de la compañía sin reclamo alguno al momento de ese retiro, sea por transporte propio del CLIENTE o contratado por ellos para tal efecto, o, cuando habiendo sido entregado por transporte propio de COSMOPLAS, se firme la respectiva guía de despacho sin reclamo respecto a cantidad y características.

• Sobre la calidad de los PRODUCTOS ya entregados y recepcionados, COSMOPLAS responderá solo cuando se trata de fallas de fabricación del producto que no tengan relación con intervención del CLIENTE o terceros, en la forma que establece la ley y la garantía del fabricante.

**Validez de oferta:** 05 días calendario

- Beneficiario: COSMOPLAS PERÚ S.A.C.

CTA CTE. SOLES BCP: 193-2459956-0-38 / CCI: 002 193 00245995603810

CTA CTE. DÓLARES BCP: 191-2487283-1-79 / CCI: 002 191 00248728317957



**COSMOPLAS PERÚ S.A.C. - RUC: 20602624014**

Calle Los Hilanderos N° 109, Urb. Vulcano – Ate / Teléfonos: 410 4600 – 955 041 818  
 Correo: [info@cosmoplas.com](mailto:info@cosmoplas.com) / [www.cosmoplas.pe](http://www.cosmoplas.pe) / Redes sociales: @cosmoplasperú

CTA CTE. SOLES BBVA: 0011-0357-01-00043922 / CCI: 011 357 000100043922 12

CTA CTE. DÓLARES BBVA: 0011-0357-01-00043930 / CCI: 011 357 00100043930 15

**Política de Envío – Plazo de entrega:**

- Montos Superiores a USD 2000 dentro de las 24Hrs. Posteriores a la recepción de la Orden de Compra

- Montos Superiores a USD 300 dentro de las 72 Hrs. Posteriores a la recepción de la Orden de Compra.\*(Sujetos a la programación Ruta)

- Montos inferiores a USD 300 (Se entregarán en nuestras Oficinas presentando su OC \*(Sujeto según Ruta de Reparto) Recepción de Órdenes de Compra - Órdenes recibidas en traspaso de la mañana de 9a. a 12pm



**KHÖNE. YORK SAMSUNG Danfoss VTS SaP GIRO pumps MECH GIACOMINI POTTER DURIA**

**COSMOPLAS PERÚ S.A.C. - RUC: 20602624014**

Calle Los Hilanderos N° 109, Urb. Vulcano – Ate / Teléfonos: 410 4600 – 955 041 818

Correo: [info@cosmoplas.com](mailto:info@cosmoplas.com) / [www.cosmoplas.pe](http://www.cosmoplas.pe) / Redes sociales: @cosmoplasperú



CALLE LOS HILANDEROS 109, URBANIZACIÓN VULCANO. ATE. LIMA- PERU- Teléfono:(+51) 410 4600

E-Mail : [ventas01@cosmoplas.com](mailto:ventas01@cosmoplas.com)

Ruc : 20602624014

Señor(es)  
 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU  
 (20155945860)  
 AV. UNIVERSITARIA NRO. 1801 URB. PANDO  
 LIMA / SAN MIGUEL  
 nlezama@pucp.pe

**Presente**

vta-Cotización Venta  
 Numero 33222  
 lunes, 20 de marzo de 2023

Estimados señores:

De acuerdo a lo solicitado, tenemos el agrado de cotizar lo siguiente:

Código	Descripción	Cant	Precio Lista	Dcto %	Precio Neto	Total
3230535	PURIFICADOR DE AIRE AIRPUR 2N - AIRPUR 2N	21	US\$ 614.79	38	381.17 US\$	8,004.53
					Valor Neto US\$	8,004.53
					IGV US\$	1,440.81
					Total US\$	9,445.34

Condiciones de Venta

Forma de Pago :Efectivo

Observación :

Atentos a cualquier consulta al respecto les saluda, muy cordialmente a Uds.

Priscila Lizet Ramos Rojas  
 pramos@cosmoplas.com

**Términos Legales en Cotizaciones Cosmoplas**

- Esta cotización tiene una validez de 5 días hábiles. Luego de ese período, debe recotizar su solicitud.
- Los valores publicados y enviados en nuestras cotizaciones, son NETOS, por lo que hay que añadirles el IGV (18%).
- Esta cotización no asegura el stock del producto al momento de la facturación.
- Al momento de emitir una orden de compra, debe indicar el número de Cotización, la cual debe estar en los mismos términos (condiciones y moneda) que la cotización.
- Las órdenes de compra son de exclusiva responsabilidad de quien las emite., en especial, el detalle de lo que ellas incluyen.
- Nuestros proveedores se reservan el derecho de realizar mejoras en sus productos, eximiendo de responsabilidad por esto a Cosmoplas S.A.
- No se aceptan devoluciones en los siguientes casos: a) productos especiales o fabricados expresamente para el cliente, b) productos de outlet, c) productos incompletos, con defectos o usados, d) productos sin su embalaje original, e) productos vendidos hace más de 30 días contados desde la fecha de la factura o boleta de venta, y f) cualquier otra causa que se indicará en el momento.

Para los pagos con transferencias o depósitos bancarios, se deben utilizar las siguientes cuentas:

BCP CTA CTE SOLES	: 193-2459956-0-38	CCI	: 002 193 00245995603810
BCP CTA CTE DOLARES	: 191-2487283-1-79	CCI	: 002 191 00248728317957
BBVA CTA CTE SOLES	: 0011-0357-01-00043922	CCI	: 011 357 000100043922 12
BBVA CTA CTE DOLARES	: 0011-0357-01-00043930	CCI	: 011 357 00100043930 15



Señor(es):  
JAROARMA E.I.R.L.  
CAL.MANUEL ESTACIO NRO. 120 INT. 101 LIMA - LIMA - SAN MIGUEL  
LIMA / SAN MIGUEL

**Cotización N°34612**

**Fecha:** jueves, 1 de junio de 2023  
**Asesor Comercial:** Jose Luis Jurado Colchado  
**Teléfono:** +51 936274414  
**Correo:** jjurado@cosmoplas.com  
**Forma de Pago:** Efectivo

**Presente**

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	CANT.	PRECIO LISTA	DESC %	PRECIO NETO	TOTAL
1	3230467	EXTRACTOR PARA CONDUCTO EN LINEA TD - 0250/100 SILENT	S&P	16	US\$ 214.35	37.00%	135.04	US\$ 2,160.64
2	3230469	EXTRACTOR PARA CONDUCTO EN LINEA TD - 0350/125 SILENT	S&P	2	US\$ 230.24	37.00%	145.05	US\$ 290.10
3	3230471	EXTRACTOR PARA CONDUCTO EN LINEA TD - 0500/150 SILENT	S&P	1	US\$ 337.40	37.00%	212.56	US\$ 212.56
4	3230473	EXTRACTOR PARA CONDUCTO EN LINEA TD - 0800/200 SILENT	S&P	1	US\$ 388.95	37.00%	245.04	US\$ 245.04
5	3230480	EXTRACTOR PARA CONDUCTO EN LINEA TD-1300/250 SILENT	S&P	1	US\$ 1,381.25	37.00%	870.19	US\$ 870.19
							<b>Valor Neto</b>	US\$ 3,778.53
							<b>IGV</b>	US\$ 680.14
							<b>TOTAL:</b>	<b>US\$ 4,458.67</b>

**Asesor Comercial:** Jose Luis Jurado Colchado  
**Telefono:** +51 936274414  
**Correo:** jjurado@cosmoplas.com

**COSMOPLAS PERÚ S.A.C. - RUC: 20602624014**

Calle Los Hilanderos N° 109, Urb. Vulcano – Ate / Teléfonos: 410 4600 – 955 041 818  
Correo: [info@cosmoplas.com](mailto:info@cosmoplas.com) / [www.cosmoplas.pe](http://www.cosmoplas.pe) / Redes sociales: @cosmoplasperú

**TÉRMINOS Y CONDICIONES COMERCIALES GENERALES DE COMPRAVENTA DE COSMOPLAS PERÚ S.A.C.**

- El presente documento expresa y declara los términos y condiciones en que Cosmoplas realiza sus cotizaciones comerciales, prevaleciendo sobre las condiciones generales de compra y/o venta del CLIENTE, de modo tal que, las respectivas ordenes de compras, cierre de negocios o aceptación expresa de cotizaciones, significa reconocer y aceptar cada uno de los términos y condiciones que a continuación se expresan, sin excepción o condicionamiento, salvo acuerdo expreso que señale o fije una condición distinta, la que en todo caso, será siempre individual, y deberá constar por escrito en la misma cotización, documento o anexo.
- No incluye el IGV (18%)
- Los pagos se efectuarán en la moneda cotizada, deberán ser al contado, sin ningún descuento, aplazamiento o compensación, en la cuenta bancaria especificada por COSMOPLAS.
- Los precios son fijos dentro del período de validez de la oferta del producto materia de cotización, pero no contemplan la volatilidad generada por efecto de las condiciones actuales del mercado mundial sobre el precio de sus insumos (minerales, petróleo, fletes, fluctuación de impuestos y monedas, etc.). Por lo tanto, en el caso de que se presenten aumentos súbitos en las tarifas y/o en los precios de los fletes que se requieran contratar para la entrega y transferencia de los productos, dicho aumento será trasladado al precio de venta, incrementándose éste en tal medida. COSMOPLAS se reserva la posibilidad de incrementar los precios ofertados sin previo aviso hasta la formalización del contrato correspondiente, y/o cuando esté vencido el plazo de validez de oferta.
- COSMOPLAS entrega los PRODUCTOS dentro de la ciudad de Lima Metropolitana sobre camión hasta donde se tenga facilidad de acceso, no incluye la descarga de estos. En caso de que el CLIENTE requiera el servicio de descarga en obra se evaluará y cotizará oportunamente. Las coordinaciones de entrega deben ser solicitadas con al menos dos (2) días hábiles a través de un correo electrónico. El CLIENTE deberá proveer al equipo logístico de COSMOPLAS las condiciones para el acceso, la dirección exacta, persona de contacto y teléfono para las gestiones pertinentes. En caso el CLIENTE rechace el despacho encontrándose el transporte en obra, COSMOPLA procederá automáticamente con la facturación y cobro respectivo del falso flete y las horas del personal operativo. COSMOPLAS será responsable de la cantidad y características del producto hasta el retiro desde las bodegas de la compañía sin reclamo alguno, o cuando sean entregados por vehículos propios de COSMOPLAS en el domicilio previamente pactado del CLIENTE, y una vez firmada la respectiva guía de despacho. Por el contrario, COSMOPLAS, no será responsable de cantidad y características del producto, una vez retirado desde la oficina de la compañía sin reclamo alguno al momento de ese retiro, sea por transporte propio del CLIENTE o contratado por ellos para tal efecto, o, cuando habiendo sido entregado por transporte propio de COSMOPLAS, se firme la respectiva guía de despacho sin reclamo respecto a cantidad y características.
- Sobre la calidad de los PRODUCTOS ya entregados y recepcionados, COSMOPLAS responderá solo cuando se trata de fallas de fabricación del producto que no tengan relación con intervención del CLIENTE o terceros, en la forma que establece la ley y la garantía del fabricante.

**Validez de oferta:** 05 días calendario

- Beneficiario: COSMOPLAS PERÚ S.A.C.

CTA CTE. SOLES BCP: 193-2459956-0-38 / CCI: 002 193 00245995603810

CTA CTE. DÓLARES BCP: 191-2487283-1-79 / CCI: 002 191 00248728317957

CTA CTE. SOLES BBVA: 0011-0357-01-00043922 / CCI: 011 357 000100043922 12

CTA CTE. DÓLARES BBVA: 0011-0357-01-00043930 / CCI: 011 357 00100043930 15

**Política de Envío – Plazo de entrega:**

- Montos Superiores a USD 2000 dentro de las 24Hrs. Posteriores a la recepción de la Orden de Compra

- Montos Superiores a USD 300 dentro de las 72 Hrs. Posteriores a la recepción de la Orden de Compra.\*(Sujetos a la programación Ruta)

- Montos Inferiores a USD 300 (Se entregarán en nuestras Oficinas presentando su OC \*(Sujeto según Ruta de Reparto) Recepción de Órdenes de Compra - Órdenes recibidas en trascurso de la mañana de 9a. a 12pm

**KHÖNE. YORK SAMSUNG Danfoss VTS SaP GIRO pumps MECH GIACOMINI POTTER DURA**

**COSMOPLAS PERÚ S.A.C. - RUC: 20602624014**

Calle Los Hilanderos N° 109, Urb. Vulcano – Ate / Teléfonos: 410 4600 – 955 041 818

Correo: [info@cosmoplas.com](mailto:info@cosmoplas.com) / [www.cosmoplas.pe](http://www.cosmoplas.pe) / Redes sociales: @cosmoplasperu

## Anexo 5: Entrevista con el experto

Fecha: 4 de julio del 2023

Entrevistador

Muy buenas a todos, mi nombre es Rodrigo Encabo. Estamos haciendo esta entrevista con el ingeniero Carlos Busquets para la presentación de una tesis para el título de Ingeniero Biomédico. A continuación, el ingeniero Carlos Busquets explicará un poco sobre su bagaje y sobre los títulos que tiene hasta el momento. Hola, Carlos, ¿qué tal? ¿Te podrías presentar, por favor?

Ing. Busquets

Claro. ¿Qué tal, Rodrigo? Buenas noches, un gusto ayudarte. Bueno, ya me presentaste. Mi nombre es Carlos Busquets. Soy Ingeniero Mecánico, como bien dijiste. Tengo también una maestría en energía. Y bueno, trabajé un tiempo como consultor para la misma Pontificia Universidad Católica. Y bueno, desarrollamos varios proyectos de ventilación, entre ellos el diseño de un equipo purificador portátil y mediciones en el aeropuerto, que también fue el proyecto más grande, por lo menos que yo trabajaba, de ventilación. Dime qué te puedo ayudar.

Entrevistador

Te explico un poco la tesis, como te había comentado antes, la propuesta del sistema de ventilación es en un centro de salud en el cual se han hecho ciertas pruebas para poder ver cuánto aire se va a necesitar renovar en el ambiente y a partir de eso proponer un diseño que se va a dejar en el tema de propuesta de diseño y de presupuesto. Entonces, se necesita tu expertiz para esta. Por ejemplo, primera pregunta, que es, ¿qué diferencia de precio podría existir entre un sistema central y los sistemas de splits para un centro de salud? Esto desde un punto de vista de obtención de equipos, instalación y adaptación. ¿Es bastante significativa la diferencia?

Ing. Busquets

Fácilmente entre un 50 y 100 por ciento, en mi experiencia. Ahora, el edificio que me dices ha sido pensado para un sistema central que nunca se instaló o nunca se pensó en un sistema central directamente?

Entrevistador

No, nunca se pensó. Se pensó desde un principio con un sistema.

Ing. Busquets

Porque el edificio no tiene un falso techo preparado, una zona preparada. Instalar un sistema central, la verdad, es una tarea mucho más compleja. Se hace con adaptaciones, sacando los tubos por los costados, por las esquinas, y ahí lo tapan con drywall para que el arquitecto no

se moleste, pero te incrementa muchísimo el precio y cualquier ventaja que podrías ganar con un sistema centralizado, la verdad, la terminas perdiendo. En mi experiencia, para estos casos, los sistemas split son mucho más convenientes, vienen en varias potencias, varias calidades, son fácilmente instalables, son modulares, se te malogra uno, ese lo sacas de funcionamiento, tienes los otros, el edificio está medio vacío, solamente prendes la mitad que está funcionando, son programables, la verdad, o sea, pueden arrancar automáticamente una hora, parar una hora cuando el edificio está vacío. Son muy prácticos, la verdad, en ese sentido y son más económicos también.

Entrevistador

Claro. Y con respecto al tiempo de instalación de un sistema central, ¿sería bastante diferencia la de tiempo entre uno y otro?

Ing. Busquets

Sí, sí, totalmente. Bueno, el sistema central, para empezar, difícilmente lo vas a encontrar en el mercado disponible. Probablemente hallan unos pocos de algunas potencias típicas, digamos, que son las que no se utilizan, pero si calculas, si te necesitas una medida específica, una potencia específica, tantas toneladas, de repente lo tienen que importar. Y bueno, tienes todos los costos logísticos de que te importen algo a medida. Y el problema de mantenimiento de tener algo que te vino a pedido a ti solamente, porque de repente no encuentras el repuesto o el repuesto también tienen que importarlo, o cuando se te malogran, no tienen un repuesto estándar. Los split los vas a encontrar hasta en Sodimac (tienda común en Perú), te soy sincero. Y bueno, si el equipo central, un equipo de técnicos con ingeniería a cargo, se demoran fácilmente, desde que tienen todo disponible y están dispuestos a trabajar, listos a trabajar fácilmente entre una y dos semanas por lo menos. El split, calculo que, mira, yendo despacio, uno por día puede instalar, dependiendo cuántos necesites. Si está fácil el trabajo, instalan dos o tres tranquilamente en un día. Porque mientras dejan haciendo vacío uno, van avanzando el otro y van turnando, ellos saben cómo es el trabajo. El otro sí, van a tener que tirar ductería, a veces la ductería hay que hacer la medida, van a necesitar tirar paredes, preparar drywall, este, acabados. Hay bastante complicaciones e inconvenientes en comparación.

Entrevistador

Claro, perfecto. Entonces, pasamos a la siguiente pregunta, que es, como parte de un diseño que se usará de ventiladores de extracción de aire, como te comentaba, justo para los cálculos que se habían hecho, de manera compartida entre diversas áreas con diferentes requerimientos, ¿Le parecería útil el uso de sistemas de distribución de aire para su cumplimiento?

Ing. Busquets

Sí, claro. O sea, para la extracción, me dices.

Entrevistador

Si.

Ing. Busquets

Es claro, o sea, pongo, colocas las tomas de extracción, tienes las mangas, los conductos, lo que vayas a utilizar, teniendo los cuidados de mantener las áreas que corresponden. Y claro, quitas, extraes lo que tienes que extraer.

Entrevistador

Perfecto. Muchas gracias por la respuesta. Y la tercera y última pregunta es con respecto a cómo calcularía usted la instalación de estos equipos, tanto poner como tal el sistema, o sea, poner el ventilador con el ducto y el silenciador con la rejilla. Y como aproximadamente te había comentado anteriormente, son unos veintiún ventiladores. Si bien, obviamente, no se calcula el precio exacto, ¿pero cuál sería la manera en que se llevaría a cabo una cotización o un cálculo de la instalación y de la adecuación?

Ing. Busquets

A ver, para la adecuación a los detalles, tienes que ver un poco la geometría del lugar. Siempre en ventilación se recomienda que la extracción sea cruzada a la inyección, para que no se corte un circuito y el aire limpio no se vaya directamente a la extracción, y te quede en zonas estancas. Eso es la verdad, de cálculo no tiene mucho, eso es ojo experto. Siempre es ir buscando las posiciones y es esa habilidad la verdad del ingeniero ahí. Para el tema de dimensionarlo, es calcular el número de renovaciones que necesites para cada caso. Y con eso, más o menos, tendría que es una cantidad de metros cúbicos por hora que tienes que extraer, o metros cúbicos por minuto, o sea, una unidad de volumen por una unidad de tiempo. Con las sumas del caso crítico, la ruta crítica, tendrías el equipo que necesitas. Y también con esos valores por cada ambiente, tendrías más o menos escogiendo una velocidad de transporte de fluido que te convenga. Sea que vas a priorizar, por ejemplo, que el fluido no haga ruido, porque quieres que sea tu sistema silencioso. De repente no te importa el silencio, te importa la eficiencia energética, que haga ruido, pero que consuma poca energía, o bueno, estás muy exigido en capacidad, ya quieres ir a que no se rompa el aislante de la tubería por la alta velocidad que vas a tener y el ruido que vas a tener, pero bueno, tus razones tendrás. Hay velocidades recomendadas para cada caso y según esas velocidades, calculas las secciones que debe tener en cada parte. Siempre lo que se debe mantener es que la velocidad que escojas sea una velocidad continua. La velocidad no puede ir subiendo o bajando a tu criterio, porque si no se te estanca el fluido ahí. Y aparte de eso, como evidentemente, efectivamente, no se puede lograr perfección en una práctica, siempre te vas a crear pequeñas diferencias, en las bocas de entrada o de salida se suelen colocar unas persianas que tienen ahí. Una vez que el sistema esté instalado, regulas ahí con esos bampers hasta que lo hace el técnico en caliente, con el sistema prendido, y va midiendo ahí con un anemómetro de mano hasta lograr más o menos que el sistema trabaje parejo. Claro, ahora, para cotizarlo, yo te recomendaría, o sea, si no has encontrado un contratista que lo haga, más o menos, yo te diría, instalar, así siendo conservador, un split, dos técnicos un día. Así, eso ya a en el peor de los casos. Igual, los metros de ducto, aparte, pone un tercer técnico que se dedica a los ductos, y dependiendo del ducto, no sé qué, ¿qué diámetro te saldrá más o menos? ¿10 pulgadas, 8 pulgadas?

Entrevistador

No se ha calculado.

Ing. Busquets

Lo has calculado. Ponte chapa simple sin aislar un ducto de 10 por 10 pulgadas, tranquilamente unos 150 soles en un metro. Suma los metros de ductería, las horas hombre y sacas un producto simple. Eso le agregas un porcentaje de backup. Yo le agregaría un 25 por ciento, para estar seguro. El impuesto ya lo tienes, pero más o menos estimado el costo.

Entrevistador

Claro. Y para el tema de los extractores para el sistema justo de renovaciones, si bien son tres personas para el sistema de split, que serían dos para el mismo split y uno para la ductería, en el caso de los extractores, que es algo un poco más simple, ¿También serían dos por extractor o haría falta uno?

Ing. Busquets

Sí, es más, ponle dos a todo. Ya dos para ductería, dos para split y dos para extractores. Es decir, que trabajan en cuadrillas de dos. Es más productivo el trabajo siempre. Uno solo se estanca y calcula más o menos el precio de un técnico en el mercado. No creo que estén cobrando mucho más de 200 soles por día. Tienes que agregarle un ingeniero que esté a cargo de todo eso, que cobra un aproximado de 400 soles por día y lo que te va a cobrar la empresa ingeniería. Fácilmente un 50 o un 100 por ciento del costo es lo que te cobran por la obra. Y con ese 25 por ciento ya lo tienes salvado los imprevistos. Igual es un estimado. Al final, el precio final te lo da el contratista.

Entrevistador

Pues muchísimas gracias, ingeniero Busquets. Ha sido un gusto que puedas ser parte de la tesis y espero que podamos seguir ayudando en un futuro como ingenieros ya.

## PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTREVISTAS PARA PARTICIPANTES<sup>1</sup>

Estimado/a participante,

Le pedimos su apoyo en la realización de una investigación conducida por *Rodrigo Encabo Caballero*, estudiante de la especialidad de Ingeniería Biomédica de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesorada por el docente *Fernando Octavio Jiménez Ugarte*. La investigación, denominada "Propuesta de sistema de ventilación en una IPRESS nivel I-4 acorde a la normativa nacional y recomendaciones internacionales", tiene como propósito obtener el título profesional de Ingeniero Biomédico.

Se le ha contactado a usted en calidad de experto en ventilación. Si usted accede a participar en esta entrevista, se le solicitará responder diversas preguntas sobre el tema antes mencionado, lo que tomará aproximadamente entre 30 y 60 minutos. La información obtenida será únicamente utilizada para la elaboración de una tesis. A fin de poder registrar apropiadamente la información, se solicita su autorización para grabar la conversación. La grabación y las notas de las entrevistas serán almacenadas únicamente por la investigadora en su computadora personal protegida mediante contraseña por un periodo de dos años, luego de haber publicado la investigación, y solamente él y su asesor tendrán acceso a la misma. Al finalizar este periodo, la información será borrada.

Su participación en la investigación es completamente voluntaria. Usted puede interrumpir la misma en cualquier momento, sin que ello genere ningún perjuicio. Se considera que este estudio implica un riesgo mínimo para usted. Además, si tuviera alguna consulta sobre la investigación, puede formularla cuando lo estime conveniente, a fin de clarificarla oportunamente.

Al concluir la investigación, en el correo electrónico o medio de contacto que le solicitaremos, le enviaremos un documento que le permita conocer los resultados del estudio realizada.

En caso de tener alguna duda sobre la investigación, puede comunicarse al siguiente correo electrónico: [rodrigo.encabo@pucp.edu.pe](mailto:rodrigo.encabo@pucp.edu.pe) o al número 995559958. Además, si tiene alguna consulta sobre aspectos de ética de la investigación, puede comunicarse con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad, al correo electrónico [etica.investigacion@pucp.edu.pe](mailto:etica.investigacion@pucp.edu.pe).

Yo, Carlos Alfredo Busquets Elliot, doy mi consentimiento para participar en el estudio y autorizo que mi información se utilice en este.

Asimismo, estoy de acuerdo que mi identidad sea tratada de manera (*marcar una de las siguientes opciones*):

<input checked="" type="checkbox"/>	Declarada, es decir, que en la tesis se hará referencia expresa de mi nombre.
<input type="checkbox"/>	Confidencial, es decir, que en la tesis no se hará ninguna referencia expresa de mi nombre y utilizará un código de identificación o pseudónimo.

<sup>1</sup> Considere que este es solo un ejemplo de PCI que contiene los elementos solicitados por el CEI (ver "Lista de Verificación para la aplicación de principios éticos"). Los elementos subrayados en este modelo suelen ser más susceptibles a cambios, pero las modificaciones pueden realizarse en todo el documento. Depende de cada investigador variar el contenido según el perfil de sus participantes.

Finalmente, entiendo que recibiré una copia de este protocolo de consentimiento informado.

  
\_\_\_\_\_  
Nombre completo del (de la) participante      Firma      Fecha

23/04/2023

Correo electrónico del participante: cbusquets@pucp.edu.pe

CARLOS ALFREDO  
BUSQUETS ELLIOT  
Ingeniero Mecánico  
CIP N° 253778

  
\_\_\_\_\_  
Nombre del Investigador responsable      Firma      Fecha

23/04/2023