



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE MECÁNICA ELÉCTRICA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
MÉTODO ENERGÉTICO PARA DETERMINAR LAS
CARGAS TÉRMICAS Y FLUJO DE AIRE EN EL
DISEÑO DE UN SISTEMA CLIMATIZACIÓN CON
RECIRCULACIÓN**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER
EN INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Autores

Casusol Ygnacio Jhonatan Alexander

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7651-3935>

Cruz Diaz Diego Alexander

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8250-9940>

Asesor

Mtro. Vives Garnique Juan Carlos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0988-9881>

Línea de Investigación

**Tecnología e innovación en el desarrollo de la construcción
y la industria en un contexto de sostenibilidad.**

Sublínea de Investigación

**Innovación y tecnificación en ciencia de los materiales, diseño en
infraestructura**

Pimentel – Perú

2024

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la **DECLARACIÓN JURADA**, somos egresados del Programa de Estudios de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

Método energético para determinar las cargas térmicas y flujo de aire en el diseño de un sistema climatización con recirculación

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Casusol Ygnacio Jhonatan Alexander	DNI: 71574073	
Cruz Diaz Diego Alexander	DNI: 71789956	

Pimentel, 19 de Setiembre de 2024

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado especialmente de todo corazón a nuestras familias que nos apoyaron en cada momento de la carrera, y a Dios por habernos guiado por todo el camino y darnos fuerzas para encarar a las adversidades que se presentaron y seguir adelante.

A nuestros maestros y mentores, quienes nos guiaron y proporcionaron las herramientas necesarias para enfrentar cada desafío.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que han contribuido a la realización de este trabajo de investigación.

A nuestros profesores y asesores, especialmente al Dr. Juan Carlos Vives Garnique, por su valiosa orientación, paciencia y apoyo constante. Su experiencia y conocimiento han sido fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

A nuestras familias, por su amor incondicional, apoyo y comprensión durante todo este proceso. Sin su aliento y sacrificios, este logro no habría sido posible.

A nuestros compañeros de la Escuela Profesional de Mecánica Eléctrica, por su camaradería y colaboración a lo largo de estos años. Su amistad y apoyo han hecho de esta etapa una experiencia enriquecedora y memorable.

A la Universidad Señor de Sipán, por brindarnos las herramientas y el ambiente académico necesario para nuestro crecimiento profesional.

Finalmente, queremos agradecer a todas aquellas personas e instituciones que, de alguna manera, contribuyeron con su apoyo técnico, moral y material a la realización de este trabajo. Este logro es el resultado del esfuerzo conjunto de muchas personas que han creído en nosotros y en nuestro proyecto.

ÍNDICE

Dedicatoria	3
Agradecimientos	4
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática	9
1.2. Formulación del problema.....	11
1.3. Hipótesis	11
1.4. Objetivos.....	11
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	11
II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	17
III. RESULTADOS	19
IV. DISCUSIÓN Y CONSLUSIONES	27
V. REFERENCIAS	28
VI. ANEXOS	30

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 Tasas mínimas de ventilación en zonas de respiración	18
Tabla 2 Datos generales del colegio Juan Velasco Alvarado nivel secundario ...	19
Tabla 3 Datos generales del colegio Juan Velasco Alvarado nivel primario	19
Tabla 4 Cálculos de presión y flujos	22
Tabla 5 Cálculos de presión y flujos	23
Tabla 6 Potencia de equipos de oficina y comedor.....	23
Figura 1 CALCULO DEL AIRE FRESCO SEGÚN – ASHRAE	17
Figura 2 Pronóstico mensual-Tumán, Departamento de Lambayeque, Perú	20

RESUMEN

Iniciamos con la identificación de la problemática relacionada con la eficiencia de los sistemas de ventilación y aire acondicionado, subrayando la importancia de un diseño adecuado para mejorar la eficiencia energética y reducir el consumo excesivo de energía en diferentes contextos, como farmacéuticas y edificios comerciales.

Se plantea cómo desarrollar un método energético preciso y eficiente para estimar las cargas térmicas y el flujo de aire necesario en el diseño de un sistema de climatización con recirculación, considerando tanto las fuentes internas como externas de calor.

La investigación sugiere que, mediante cálculos intrínsecos, utilizando parámetros como el COP_{ext} (coeficiente de operación externo), se puede optimizar la relación entre el enfriamiento proporcionado y la energía suministrada al sistema de refrigeración.

Se emplea un diseño de investigación cuantitativa, enfocado en la determinación de cargas térmicas y flujo de aire para un sistema de aire acondicionado en un laboratorio de computación. Se utilizan normativas establecidas, como la N° 003-2017-MINAM, para evaluar la eficiencia y conformidad del sistema propuesto.

El trabajo resalta la importancia de un diseño adecuado y eficiente de sistemas de climatización para mejorar la eficiencia energética, reducir el consumo de energía y minimizar el impacto ambiental. La investigación contribuye al desarrollo de métodos y normativas que pueden aplicarse en diferentes contextos industriales y comerciales para lograr estos objetivos.

Palabras claves: Método energético, Cargas térmicas, Flujo de aire, Sistemas de climatización, Eficiencia energética.

ABSTRACT

We start with the identification of the problems related to the efficiency of ventilation and air conditioning systems, highlighting the importance of an adequate design to improve energy efficiency and reduce excessive energy consumption in different contexts, such as pharmaceutical and commercial buildings.

It discusses how to develop an accurate and energy efficient method to estimate the thermal loads and airflow required in the design of a recirculating air conditioning system, considering both internal and external heat sources.

The research suggests that through intrinsic calculations, using parameters such as COP_{ext} (coefficient of external operation), the relationship between cooling provided and energy supplied to the cooling system can be optimized.

A quantitative research design is employed, focused on the determination of thermal loads and airflow for an air conditioning system in a computer laboratory. Established regulations, such as N° 003-2017-MINAM, are used to evaluate the efficiency and compliance of the proposed system.

The work highlights the importance of proper and efficient design of air conditioning systems to improve energy efficiency, reduce energy consumption and minimize environmental impact. The research contributes to the development of methods and regulations that can be applied in different industrial and commercial contexts to achieve these objectives.

Keywords: Energy method, Thermal loads, Air flow, Air conditioning systems, Energy efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Tengda et al.(2022) [1] Los ventiladores de que no tiene una capacidad alta de flujo traen consigo muchos problemas para el mecanismo del aire acondicionado así como lo tratan en este tema los autores reflejan que el principal problema el rendimiento aerodinámico de un ventilador cruzado afecto en su mayor parte a una eficiente cambio de calor en un aire acondicionado, sin embargo la solución que se pudo encontrar es el rediseñar el modelo de este tipo de ventilación siendo esencial para para el funcionamiento de un aire acondicionado, usando una simulación y luego mediante experimentos PIV el proceso del desarrollo del vórtice excéntrico se logró mejorar el flujo dando mayores beneficios como uno de ellos ser más silencioso.

La salas o salones deben tener una recirculación del aire ya que se debe controlar la temperatura y humedad las cuales son fundamentales para poder llegar al confort de las personas, los espacios de las farmacéuticas donde se utilizan los aires acondicionados consumen 25 veces más energía de la que puede llegar a consumir un edificio comercial, ya que del 50% al 75% de la demanda eléctrica en lugares de los edificios comerciales provienen del sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado, debido a que se utiliza con mucha frecuencia la ventilación para poder mantener limpias las habitaciones [1]

Todo esto sobre todo conlleva a que además de una ventilación frecuente, tengamos un ahorro de energía, así como lo podemos ver en los automóviles que tiene este sistema tanto de aire acondicionado como de calefacción dando un gran ahorro en ambos casos, eh incluso reduciendo los gases de CO₂, debemos saber que la medida de altitud de una ciudad también afecta de gran manera al clima, puntos que debemos tener en cuenta con respecto en que zona trabajaremos y haremos los cálculos [2]

En China los residentes carecen de conciencia sobre la conservación de la energía, debido a que la demanda de vivienda es cada vez mayor, la vida en viviendas de espacios cerrados se volvió una problemática, ya que alrededor del 70% de los gastos de las

edificaciones se van en el consumo de energía eléctrica debido a que son ambientes muy cerrados hay mucha tendencia al uso de aire acondicionado sin recirculación perjudicando gravemente el tema económico y genera problemas ambientales al ser uno de los países más grandes en población con mucho consumo de parte de aires acondicionados normales. [3] Lo que plantea Junaidi et al. (2023) [4] es sobre la excesiva demanda energética A medida que la demanda de energía del planeta se incrementa, es necesario desarrollar métodos para preservar la energía de manera a fin de que los requerimientos de comodidad se puedan conseguir de manera sustentable. Los refrigeradores de aire clásicos, que utilizan un sistema de refrigeración por compresión de vapor, requieren una energía notable (alrededor de 1,5 KW) y tienen costos elevados. En alternativa, los refrigeradores evaporativos brindan una alternativa con bajo costo y de menor consumo para conservarlo. A pesar de ello, su dificultad está en la alta humedad del aire congelado, esto causa malestar a los individuos. Para solucionar este inconveniente, el escrito se centra en la elaboración y creación de un dispositivo de refrigeración dividido que haga que el aire se vuelva a refrigerar sin aumentar su grado de humedad. Lo que trataban de hacer es reproducir las circunstancias óptimas de comodidad en el cuarto. Esto se vuelve más importante con el paso de los años debido a la magnitud del desperdicio de energía que genera los diseños de edificaciones ineficientes en la India, el cual representa el 20-25% del despilfarro de energía en las edificaciones del gobierno, esto tiene importantes consecuencias económicas anuales por la energía que se pierde. Los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) adicionalmente intensifican el inconveniente, ya que utilizan alrededor del cincuenta por ciento de la energía que tiene un edificio, mayormente provisto por fuentes fósiles, esto los vuelven no sostenibles y nocivos para el ecosistema. El refrigerador comúnmente se divide en dos partes para procurarnos una respuesta sustentable y Ecológica a fin de enfrentar este problema de energía.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo se puede desarrollar un método energético preciso y eficiente para estimar las cargas térmicas y el flujo de aire necesario en el diseño de un sistema de climatización con recirculación, considerando tanto las fuentes internas como externas de calor?

1.3. Hipótesis

La hipótesis plantea que el método energético tiene el potencial de ser una herramienta valiosa para reducir el consumo energético en sistemas de climatización con recirculación, contribuyendo a un futuro más sostenible.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Aplicar el método energético para determinar las cargas térmicas y flujo de aire en el diseño de un sistema climatización con recirculación.

Objetivos específicos

- Determinar las cargas térmicas del ambiente a climatizar.
- Determinar el requerimiento de flujo de aire para el sistema de climatización.
- Hallar los indicadores energéticos requeridos para el dimensionamiento del sistema de climatización.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Hoy en día, menos del diez por ciento de los habitantes de los países en desarrollo y de las naciones en proceso de desarrollo tienen un aire acondicionado. Debido a que los territorios en cuestión, así como sus habitantes, siguen aumentando de tamaño, se estima que la energía consumida para refrescar lugares se triplicará para el 2050, y que el parque de equipos para refrescar lugares y otras colillas de cigarro se incrementará de los 900 millones que tenía en el 2019 a los 1.5 millones que tendrá en el 2030 [6]. El descenso de temperatura es importante para la salud de los que están adentro, para los estudiantes y para la laboriosidad de los empleados, además de que sea importante para los procesos de elaboración, los centros de datos y para la investigación [7].

La optimización de la energía tiene una influencia enorme en las tarifas de tener y manejar estos dispositivos. Las reglas sobre Niveles Mínimos de Eficiencia Energética (MEPS) y la etiquetación de la energía, si se implementan de manera correcta, son entre las más rápidas y adecuadas para que los compradores puedan pasar a productos que tienen una mayor eficiencia energética. A pesar de que un número alto de naciones ya poseen MEPS y/o sistemas de rotulado, ciertas de estas no se encuentran actualizadas o no se cumple con su ejecución. Las inadaptadas cantidades de MEPS y su sistema de rotulado posicionan a los estados como una situación vulnerable, ya que se transforman en naciones que hospedan productos ya no usados que no podrían ser comercializados en otros territorios del mundo. Los MEPS y la etiquetación en China, que se aspira a que sean eficaces en el 2022, deben tener una gran influencia en el precio y la disponibilidad de artefactos de aire acondicionado de calidad, teniendo en cuenta la magnitud de la industria local y de sus exportaciones [8].

Los dispositivos de aire acondicionado requieren energía eléctrica y un refrigerante para funcionar. La mayor parte de la electricidad que tienen los países de la Organización para la Cooperación y el desarrollo económico se genera a partir de fuentes fósiles, que equivalen a casi el setenta y cinco por ciento en las naciones de la OCDE. Un par de helados cuentan con índices de calentamiento global que son mil veces más altos que el parámetro de una misma clase de CO₂. Por suerte, existen herramientas que pueden ser muy populares para aumentar la capacidad de energía y refrigerantes que tienen bajas temperaturas de calentamiento de la atmósfera [9].

Actualmente, se sabe que los sistemas de refrigeración tienen una importancia negativa muy grande en el ecosistema, debido a que se cree que estos sistemas ayudan a generar un 10% de las emisiones de CO₂ a nivel mundial. También, se augura que la demanda de estos dispositivos aumentará significativamente durante los próximos 8 años, primordialmente en los países en vías de desarrollo. En consecuencia, el crecimiento de sistemas de refrigeración alternativa, que tengan un menor efecto ambiental, está creciendo constantemente [10]. En este sentido, los sistemas de refrigeración por absorción podrían ser de gran ayuda para

conseguir necesidades particulares de aire acondicionado o para refrigerar con menos malestar que los sistemas comunes de generación de vapor [11].

Ante lo anterior formulado tenemos previsto realizar varios cálculos intrínsecos, esto quiere decir que revisando varios artículos y/o revistas de opiniones científicas tenemos previsto que usaremos el cálculo de la operación externo o también llamado COP_{ext} , donde este mismo es un parámetro que permite calcular una relación que existe entre el enfriamiento dado a la habitación donde esté instalada el aire acondicionado, y la energía suministrada del sistema de refrigeración:

$$COP_{ext} = \dot{Q}_{e,ext} / (\dot{Q}_{g,ext} + \sum \dot{W}_{p,ext}) \text{ ----- (1)}$$

El numerador ($\dot{Q}_{e,ext}$) es la potencia en la que se enfría el sistema esta es medida mediante (kW), donde esta misma es la transferencia del agua hacia el evaporador y esta transferencia se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{e,ext} = \dot{m}_{e,w} * C_p(T_{19} - T_{18}) \text{ ----- (2)}$$

En la primera ecuación se logra apreciar el divisor ($\dot{Q}_{g,ext}$) donde se expresa que es el calor (kW), esta misma es representada como el tiempo suministrado hacia el generador, desde la fuente externa, dando la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{g,ext} = \dot{m}_{g,w} * C_p(T_{15} - T_{14}) \text{ ----- (3)}$$

Finalmente, mostrado en la primera ecuación se muestra la siguiente expresión ($\sum \dot{W}_{p,ext}$), esta misma es una constante donde está incluida la potencia necesaria para el óptimo funcionamiento de las bombas en el sistema auxiliar de cada sistema y sus respectivas bombas. Este mismo se calcula considerando la caída de presión, esto es debido a la fricción (ΔP_f), también consideramos la gravedad (ΔP_{grav}) y finalmente consideraremos el flujo en los canales PHE (ΔP_N). Así obteniendo una nueva ecuación para la obtención de la constante de la potencia necesaria:

$$\sum \dot{W}_{p,ext} = \Delta P_f + \Delta P_{grav} + \Delta P_N \text{ ----- (4)}$$

Con respecto a nuestra investigación tenemos un objetivo con claridad que indica que

tenemos que cumplir una normativa la cual es N° 003-2017-MINAM, esta normativa decreta en sus artículo como los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), estos estándares son los referentes obligatorios para la calidad del diseño y los instrumentos en cuestión ambiental, también es obligatorio que el ECA en medio de aire debe tener unos parámetros los cuales se caracterizan siempre en las emisiones, en las actividades productivas, extractivas y en los servicios.

También en esta normativa implica su financiamiento, donde este mismo presupuesto lo establece la institución que se implica en el proyecto y así tener los privilegios de los pliegos involucrados, pero esto no debe recurrir a los recursos adicionales del tesoro público.

Para la obtención de los resultados de carga térmica se utilizarán las siguientes ecuaciones:

Ecuación 05. Diferencia de temperatura

$$\Delta T = T_{ambiente} - T_{interior}$$

$$\Delta T = 83.5^{\circ}\text{F} - 73.4^{\circ}\text{F}$$

$$\Delta T = 10^{\circ}\text{F}$$

Donde:

ΔT : Variación de temperatura.

$T_{ambiente}$: Temperatura ambiente.

$T_{interior}$: Temperatura interior.

Ecuación 06. Área

$$A_1 = L * A$$

Donde:

A1: Área del lugar

L: Largo

A: Ancho

Ecuación 07. Velocidad de transferencia de calor de la división, piso o cielo raso.

$$Q = U * A * DT$$

Donde:

Q: Velocidad de transferencia de calor de la división, piso o cielo raso, BTU/h.

U: Coeficiente global de transferencia para la división, piso o cielo raso, $BTU/h - ft^2 - ^\circ F$.

A: Área del techo, pared o vidrios, ft^2 .

DT: Diferencia de temperatura entre los espacios sin acondicionar con los acondicionados, $^\circ F$.

Ecuación 08: Carga termina generada por personas.

La obtención de los datos caloríficos que generan las personas se constituye de, calor sensible y calor latente que se produce en el trasudor, la cual hace que se pueda generar un calor el cual se debe tomar en cuenta para la parte de cálculos del aire acondicionado.

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

Ecuación 09: Carga térmica generada por persona.

$$Q_l = q_l \times n$$

Donde:

Q_s, Q_l = Ganancia de calor sensible y latente

q_s, q_l = Ganancia de sensible y latente por persona

n = Numero de personas

FCE = Factor de carga de enfriamiento para las personas

Ecuación 10: Carga térmica para alumbrado.

$$Q = 3.4xWxFBxFCE$$

Donde:

Q= Ganancia neta de calor debida al alumbrado, BTU/h

W=Capacidad de alumbrado, watts

FB=Factor de balastra

FB=1.25 para alumbrado fluorescentes

FB=1.0 para alumbrado incandescente, no hay perdidas adicionales.

FCE= factor de carga de enfriamiento para alumbrado

En este caso la variable FCE considera la acumulación por el beneficio de incandescencia ocasionado por el alumbrado y va de la mano con el tiempo de climatización, No obstante, es importante tener presente que el factor FCE es equivalente a "1", ósea sin efecto de almacenamiento para los siguientes casos: Los equipos de climatización operan durante las horas de ocupación. Los equipos de climatización operan más de 16 horas. Se permite incrementar la temperatura del ambiente durante las horas cuando no se usa el ambiente (variaciones de temperatura).

II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación para el tema " Método energético para determinar las cargas térmicas y flujo de aire en el diseño de un sistema climatización con recirculación" es un diseño de investigación cuantitativa. Esto se debe a que se busca realizar un método para determinar tanto cargas térmicas como el flujo de aire de un sistema de aire acondicionado específico para el laboratorio de computación del Colegio Luya, Distrito Tumán, y evaluar su eficiencia mediante cálculos de cargas térmicas en dicho laboratorio. Además, se busca comparar los resultados obtenidos con los parámetros establecidos en la normativa N° 003-2017-MINAM. Todo esto implica la manipulación de variables y la realización de pruebas controladas para obtener resultados precisos y confiables.

Mediante la normativa decretada por el MINAM podemos deducir estos datos obtenidos en el aula como los ya decretados anteriormente:

DATOS						CALCULOS		
Ambiente	Area (m ²)	Area (ft ²) (Az)	N° Personas	Factors of Minimum		Breathing Zone	Factor	Aire Fresco
				Rp	Ra			
LABORATORIO COMPUTO	60.00 m ²	731.94 Pie ²	12.0 Pers	5	0.06	104 CFM	1.3	135 CFM

Figura 1 CALCULO DEL AIRE FRESCO SEGÚN – ASHRAE

La imagen muestra que la tasa de aire fresco calculada para el laboratorio de cómputo es de 135 CFM, lo que es superior a la tasa mínima de ventilación requerida de 104 CFM para un laboratorio de cómputo con 12 personas. Esto significa que el sistema de ventilación del laboratorio es suficiente para proporcionar la cantidad de aire fresco necesaria para mantener una calidad del aire adecuada.

Prosiguiendo ante los datos anteriormente explicados, estableceremos ya las ratas mínimas de ventilación.

Tabla 1 Tasas mínimas de ventilación en zonas de respiración

Categoría de ocupación	Rata de aire exterior para personas R_p		Rata de aire exterior del área R_a		Notas	Valores por defecto		Clase de aire	
	cfm/persona	L/s/persona	cfm/pie ²	L/s/m ²		Densidad de ocupación (Ver Nota 4)	Rata combinada de aire exterior (Ver Nota 5)		
						#/1000 pie ² or #/100 m ²	cfm/persona L/s/persona		
Centros correccionales									
Celdas	5	2.5	0.12	0.6		25	10	4.9	2
Cuartos de día	5	2.5	0.06	0.3		30	7	3.5	1
Estaciones de vigilancia	5	2.5	0.06	0.3		15	9	4.5	1
Registro /Espera	7.5	3.8	0.06	0.3		50	9	4.4	2

La tabla proporciona las tasas mínimas de ventilación para diferentes categorías de ocupación. La tabla se utiliza para verificar si la tasa de aire fresco calculada en la sección de cálculos es suficiente. En este caso, la tasa de aire fresco calculada de 135 cfm es superior a la tasa mínima de ventilación requerida de 104 cfm para un laboratorio de cómputo con 12 personas.

III. RESULTADOS

Tabla 2 Datos generales del colegio Juan Velasco Alvarado nivel secundario

Institución Educativa:	11589 JUAN VELASCO ALVARADO
Nivel	Secundaria
Gestión y Dependencia	Pública – Sector Educación
Dirección	CARRETERA LUYA
Nº de Docentes	10
Nº de Alumnos	80
Nº de Secciones	5
Departamento	LAMBAYEQUE
Provincia	CHICLAYO
Distrito	TUMAN
Nom. CP MINEDU	LUYA

Tabla 3 Datos generales del colegio Juan Velasco Alvarado nivel primario

Institución Educativa:	11589 JUAN VELASCO ALVARADO
Nivel	Primaria
Gestión y Dependencia	Pública – Sector Educación
Dirección	CARRETERA LUYA
Nº de Docentes	6
Nº de Alumnos	95
Nº de Secciones	6
Departamento	LAMBAYEQUE
Provincia	CHICLAYO
Distrito	TUMAN

El pronóstico mensual del tiempo para Tumán, Departamento de Lambayeque, Perú, proporciona información sobre las condiciones climáticas esperadas a lo largo de un mes en esta región. Este pronóstico incluye detalles como las temperaturas máximas y mínimas, así como los promedios históricos de temperatura y precipitación.

Según SENAMI, el pronóstico mensual para Tumán, Lambayeque, Perú, ofrece información detallada sobre la temperatura máxima y mínima, lo que permite planificar actividades en función de las condiciones climáticas esperadas. [17]

Además, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) [18] proporciona pronósticos detallados para la región de Chiclayo, Lambayeque, que incluyen información sobre la temperatura, la probabilidad de lluvia y otros aspectos relevantes para la planificación de actividades turísticas.

Mes	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C	Precipitación (Lluvia) ML
Enero	27.2	18.9	4
Febrero	28.8	20.4	7
Marzo	28.6	20.2	9
Abril	26.7	18.7	3
Mayo	25	17.3	1
Junio	23.6	16.6	0
Julio	22.8	15.8	0
Agosto	22.5	15.5	0
Septiembre	22.5	15.4	0
Octubre	22.9	15.7	1
Noviembre	23.9	16.3	1
Diciembre	25.4	17.6	2

Figura 2 Pronóstico mensual-Tumán, Departamento de Lambayeque, Perú

Diferencia de temperatura

A continuación, gracias a los datos obtenidos por el SENAMHI se podrá obtener la diferencia de temperatura dada en el ambiente como en el interior del aula.

$$\Delta T = T_{ambiente} - T_{interior} \text{ ----- (5)}$$

$$\Delta T = 83.5^{\circ}\text{F} - 73.4^{\circ}\text{F}$$

$$\Delta T = 10^{\circ}\text{F}$$

Calcularemos el área en el sistema inglés:

$$A_1 = L * A \text{ ----- (6)}$$

$$A_1 = 60 \text{ m}^2 = 645.84 \text{ ft}^2$$

Antes de proseguir tenemos que establecer el coeficiente global de transferencia para una división, ubicado en el anexo 04.

$$U = 0.415 \text{ BTU/h} - \text{ft}^2 - ^{\circ}\text{F}$$

Donde:

U: Coeficiente global de transferencia para la división, piso o cielo raso BTU/h – ft² – °F.

Teniendo los datos anteriores ahora sí se podrá calcular la carga térmica generada de las paredes del laboratorio de computación.

$$Q = U * A * DT \text{ ----- (7)}$$

$$Q = 0.415 * 645.84 * 10.1$$

$$Q = 2704.04 \text{ BTU/h}$$

En el diseño de estructuras para exteriores, es fundamental considerar las condiciones climáticas del entorno. Para ello, se emplean datos estadísticos de humedad relativa y temperatura obtenidos del Senamhi. Estos datos sirven como referencia para determinar los materiales de aislamiento necesarios y evitar la condensación en la estructura.

El área es la superficie de un objeto, mientras que la presión es la fuerza ejercida por un objeto sobre una unidad de superficie. El caudal volumétrico es la cantidad de fluido que fluye a través de una sección transversal por unidad de tiempo.

La tabla muestra que a medida que aumenta el área, aumenta el caudal volumétrico. Esto se debe a que un área más grande permite que fluya más fluido. La diferencia de presión también afecta el caudal volumétrico. Una mayor diferencia de presión crea un mayor gradiente de presión, lo que hace que el fluido fluya más rápido.

La tabla muestra los siguientes valores:

Área: La unidad de área es el metro cuadrado (m²). Los otros valores de área se proporcionan como conversiones a pies cuadrados (ft²) y pulgadas cuadradas (pulg²). Presión diferencial: La unidad de presión diferencial es el pascal (Pa). Los otros valores de presión diferencial se proporcionan como conversiones a libras por pulgada cuadrada (psi).

Qf: La unidad de caudal volumétrico es el metro cúbico por segundo (m³/s). Los otros valores de caudal volumétrico se proporcionan como conversiones a pies cúbicos por segundo (ft³/s) y pies cúbicos por minuto (ft³/min).

Donde se proporciona los siguientes datos de la tabla:

En la fila 1, el área es 0,20 ft². La diferencia de presión es -10 Pa. El caudal volumétrico es 73.82 m³/s. esto nos da los cálculos de caudal de aire que entrara por la puerta

Tabla 4 Cálculos de presión y flujos

		Area		Presión Dif		Qf	
		m2	ft2	pulg C.A	Pascal	l/s	cfm
Puerta simple	Area _f	0.02	0.20	-0.04	-10	59.77	73.82

El área de cada aula es de 60 metros cuadrados (645.83 pies cuadrados). La altura de cada aula es de 2 metros (6.56 pies). El volumen de cada aula es de 120.00 metros cúbicos (4237.76 pies cúbicos).

La tasa de cambios de aire por hora (ACH) es una medida de la frecuencia con la que el aire de una habitación se reemplaza por aire nuevo. La tasa de cambios de aire recomendada para las aulas es de 12 ACH.

El caudal de aire de inyección (1440metro cúbicos sobre hora) es la cantidad de aire que se introduce en una habitación. El caudal de aire de extracción (615.70 pies cúbicos) es la cantidad de aire que se extrae de una habitación.

Tabla 5 Cálculos de presión y flujos

	Área		Altura		Volumen		ACH	Caudal Inyección		Caudal Extracción	
	m ²	ft ²	m	ft	m ³	ft ³		m ³ /h	ft ³ /min	m ³ /h	ft ³ /min
Laboratorio de computo	60	645.83	2	6.56	120.00	4237.76	12	1440.00	847.55		615.70

Carga térmica de equipos.

El cálculo de las cargas térmicas en los equipos en este caso computadoras siempre están predeterminadas por los fabricantes así que varía en cada uno con lo que no se podría definir, pero si su consumo energético el cual se ve representado en la siguiente tabla con lo cual nos dará el valor en watts y poder convertirlo a BTU/h

Tabla 6 Potencia de equipos de oficina y comedor

Artefacto eléctrico usado en aula	Potencia	
	(watts)	(kilowatts)
Computadora CPU	400 W	4.2 Kv
Computadora Monitor	297 W	0.30 Kv
Impresora	150 W	0.15 Kv
Laptop 01	135 W	0.14 Kv
Laptop 02	45 W	0.05 Kv

La tabla muestra que la computadora CPU es el aparato que consume más energía en el aula. Esto se debe a que la CPU es el componente principal de la computadora y es responsable de realizar la mayoría de los cálculos. El monitor de la computadora es el segundo aparato que consume más energía. Esto se debe a que el monitor necesita mucha energía para mostrar imágenes en alta resolución. La impresora, las laptops 01 y la laptop 02 consumen una cantidad moderada o baja de energía.

Cabe recalcar que tanto la CPU como los monitores en toda el aula son un total de 12 individualmente cada CPU consume alrededor de 350 W, los monitores consumen alrededor de 24.75 W.

Con estos datos podemos sacar el dato de BTU/h de los equipos a usar como lo son las computadoras que nos darían el resultado de:

$$Q_{equipos} = 400 W = 1365.83 BTU/h$$

Carga térmica por alumbrado

Para esto usaremos la ecuación 10

$$Q = 3.4xWxFBxFCE \dots \dots \dots (10)$$

Calculando la capacidad de alumbrado "W" para el aula(laboratorio) computo

$$W = (2x20) + (4x50)$$

$$W = 240W$$

Para el factor FB debido a la luminosidad se tendrá en cuenta la variable de incandescentes.

$$FB = 1.25$$

Para el factor de carga de enfriamiento debido a las horas que se usara se recomienda:

$$FCE = 1$$

Ahora reemplazando los resultados de cada variable en la formula.

$$Q = 3.4 \times 240 \times 1.25 \times 1$$

$$Q = 1020 \text{ BTU/h}$$

Carga térmica de personas.

Para esto nos basaremos en las fórmulas 8 y 9 en las cuales sacaremos el cálculo de carga térmica por persona y por personas en total.

$$Q = q_s \times n \times FCE \dots \dots \dots (8)$$

En este caso el "qs" se encuentra en el anexo09 en este caso tomaremos los valores de oficina ya que se las prestaciones se asemejan a del aula (laboratorio) de cómputo, donde.

$$q_s = 230 \text{ BTU/h}$$

Sabiendo que la estructura de la climatización se apaga en las noches el estimado para el factor FCE seria 1.

Donde reemplazando tendríamos:

$$Q_s = 230 \times 12 \times 1$$

$$Q_s = 2760 \text{ BTU/h}$$

Obteniendo de esta manera la carga térmica de personas en el total del ambiente del laboratorio contando los (n=12) estudiantes y profesor.

Ahora usando la fórmula 5 hallaremos el calor latente:

$$Q_l = q_l \times n \dots \dots \dots (9)$$

Donde ql lo sacamos del anexo 09 donde al tener la similitud de una oficina podemos tomar en cuenta la actividad física que se realizara seria de estar sentado por lo cual el valor serio:

$$q_l = 190 \text{ BTU/h}$$

Remplazando en la formula nos quedaría que:

$$Q_l = 190 \times 12$$

$$Q_l = 2280 \text{ BTU/h}$$

Así obtenemos el resultado del calor latente en total.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El método energético propuesto para determinar las cargas térmicas y el flujo de aire en el diseño de un sistema de climatización con recirculación puede optimizar significativamente la eficiencia energética del sistema, reduciendo así el consumo de energía y el impacto ambiental en entornos industriales y comerciales.

- Los sistemas de ventilación y aire acondicionado tienen un impacto significativo en el consumo de energía, especialmente en edificios comerciales y farmacéuticos, donde pueden representar hasta el 75% de la demanda eléctrica. Un diseño eficiente de estos sistemas es crucial para mejorar la eficiencia energética y reducir el consumo excesivo de energía
- Se desarrolla un método energético preciso y eficiente para estimar las cargas térmicas y el flujo de aire necesario en el diseño de un sistema de climatización con recirculación. Este método utiliza cálculos intrínsecos, como el coeficiente de operación externo (COP_{ext}), para optimizar la relación entre el enfriamiento proporcionado y la energía suministrada al sistema de refrigeración.
- La investigación sugiere que este método puede aplicarse en diferentes contextos industriales y comerciales para lograr una mayor eficiencia energética, reducir el consumo de energía y minimizar el impacto ambiental. El cumplimiento de normativas como la N° 003-2017-MINAM es fundamental para evaluar la eficiencia y conformidad de los sistemas de climatización propuestos.

V. REFERENCIAS

- Tengda Zou ; Dongwen Zhan; Xiaowen Hu; Site Hu y; Yejiang Li, Experimental
- 1] and Numerical Study of Cross-flow Fan in Air-conditioner Indoor Unit, China: sciencedirect, 2022.
- L. Jiahui, L. Zhang, y. Jinsong , C. Yao y Z. Xiaosong, «ScienceDirect,» 24
- 2] Septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://pdf.sciencedirectassets.com/271089/1-s2.0-S0378778821X00205/1-s2.0-S0378778821007866/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEgaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQCycGyLn2AvDHFmgDpGrGdhOSVKN1fGGn5KiUQgeU8UvQlhAJJpx45GYNGkRR6M4Pmo3Nk%2FUJ6u2VMqYKmSC%2BwU>. [Último acceso: 17 Junio 2021].
- P. Leyan , L. Cichong , Z. Ziqi , W. Tianying , S. Junye y C. Jiangping,
- 3] «ScienceDirect,» 21 Marzo 2019. [En línea]. Available: <file:///C:/Users/diego/OneDrive/Escritorio/paper%204%20diego.pdf>. [Último acceso: 17 Agosto 2018].
- Z. Mingyang , C. Zhiqiang , L. Chunpu y D. Nanxin, «Science Direct,» 14
- 4] Septiembre 2022. [En línea]. Available: <file:///C:/Users/diego/OneDrive/Escritorio/paper%205%20diego.pdf>. [Último acceso: 24 Mayo 2022].
- Junaidi Abdul Raheem, Syed Amer, Mohammed Fhaizaan Fazil & Mohammed
- 5] Rayyan Ahmed, «Experimental Findings and Analysis of a Split Unit Evaporative Cooler for Efficient and Eco-Friendly Cooling Applications,» SCOPUS, Hyderabad, India, 2023.
- WILSON GEOVANNY MOROCHO TENEZACA Y HENRY DANIEL QUITO
- 6] LOJANO, «DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN CON MONITOREO Y CONTROL AUTOMATIZADO PARA UN DATA CENTER DE UNA INSTITUCIÓN

FINANCIERA,» SALESIANA, Cuenca-Ecuador, 2023.

Ivan Leonardo Suarez Cruz, Andrés Escobar Díaz Y Harold Vacca González,
7] «Unidades de climatización para centro de datos,» Revista Vínculos: Ciencia,
Tecnología y Sociedad, Bogotá, 2019.

Ana Magdalena Payán, Arcadio García Lastra, Celisbé Aracelis Henríquez
8] Castillo, Gisela Rodrigues Vieira, Jorge Molina Torres y Vanesa García Lastra,
«ANUARIO DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN,» ATECYR, Madrid, 2023.

José Camilo Jiménez García Y Wilfrido Rivera, «Evaluación del desempeño de
9] un equipo de enfriamiento por absorción, para aplicaciones de aire acondicionado o
refrigeración,» FCQ, Morelos, 2022.

P. N. e. S. d. Gestión, «SISTEMAS DE GESTIÓN INTEGRAL,» SGIE, Bogota,
10] 2019.

Braccio S., Phan H T.. Wirtz M, Tauveron N. Y Le Pierrés N., «Simulación de
11] un ciclo de absorción de amoníaco-agua utilizando la eficacia del intercambiador.,»
I.T.A. -118712, México, 2022.

Georgia, «The Weather Company,» IBM Business, 2023. [En línea]. Available:
12] <https://weather.com/es/tiempo/mensual//fe839e93f6e8aaa578c2ffab7cb1b68ec0077e5f2e94a6a0bf6a011c9c4610b4>. [Último acceso: 20 11 2023].

J. P. R. QUINCHO, «SENAMHI,» Ministerio del ambiente, 27 11 2023. [En
13] línea]. Available: <https://www.senamhi.gob.pe/?localidad=0004&p=pronostico-detalle-turistico>. [Último acceso: 27 11 2023].

VI. ANEXOS

Anexo 01: Diferencia de conducción de carga de enfriamiento a través de un vidrio.

Hora	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
CLTD,F	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals, ASHRAE Handbook Product Directory.

Anexo 02: Diferencias de temperaturas para cargas de enfriamiento (DTCE) para calcular cargas debidas a techos planos.

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/h Ft ² °F	Hora solar, h																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
				Sin cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 in (8)	7	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9
3.	Concreto ligero de 4 in	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 2 in	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6.	Concreto ligero de 6 in	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.130	20	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8.	Concreto ligero de 8 in	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (52)	52	0.200 (0.120)	23	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11.	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12.	Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in (75)	75	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (18)	17	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40
				Con cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de acero con aislamiento de 1 o 2 in (10)	9	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	58	51	44	37	30	25	
3.	Concreto ligero de 4 in	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 1 in	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29
6.	Concreto ligero de 6 in	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	28	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37
8.	Concreto ligero de 8 in	33	0.093	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (54)	54	0.128 (0.090)	30	29	27	24	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37
11.	Sistema de terrazas de techo	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	29	31	32	33	33	33	33	32
12.	Concreto pesado con aislamiento de 1 & 2 in (77)	77	0.125 (0.088)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	32	33	34	34	34	33	32	31
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (20)	19	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	22	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36

Anexo 03: Diferencias de temperaturas para carga de enfriamiento (DTCE) para cálculo de carga de paredes al sol, 1 °F.

Latitud norte, orientación de pared	Hora solar, h																								Hora de la DTCE máxima	DTCE mínima	DTCE máxima	Diferencia de DTCE	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Paredes grupo A																													
N	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	2	10	14	4	
NE	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	16	16	17	18	18	18	19	19	20	20	20	20	20	22	15	20	5	
E	24	24	23	23	22	21	20	19	19	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	22	18	25	7	
SE	24	23	23	22	21	20	20	19	18	18	18	18	19	20	21	22	23	23	24	24	24	24	24	24	22	18	24	6	
S	20	20	19	19	18	18	17	16	16	15	14	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20	23	14	20	6	
SW	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	17	17	17	18	19	20	22	23	24	25	25	25	24	17	25	8	
W	27	27	26	26	25	24	23	23	22	21	20	19	19	18	18	18	18	19	20	22	23	25	26	26	1	18	27	9	
NW	21	21	21	20	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14	15	16	17	18	19	20	21	21	21	1	14	21	7	
Paredes grupo B																													
N	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	8	8	9	10	11	12	13	14	14	15	15	15	15	24	8	15	7	
NE	19	18	17	16	15	14	13	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	20	20	20	21	12	21	0	
E	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	17	19	21	22	24	25	26	26	27	27	26	26	25	24	30	15	27	12	
SE	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	25	24	24	31	14	26	12	
S	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	21	21	23	11	22	11	
SW	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	28	24	13	28	15	
W	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30	24	14	30	16	
NW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	12	12	13	15	17	19	21	22	23	23	23	34	11	23	12	
Paredes grupo C																													
N	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16	22	7	17	10	
NE	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	21	22	22	22	23	23	23	22	21	20	20	20	10	23	13	
E	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24	18	12	30	18	
SE	22	21	19	17	15	14	12	12	13	16	19	22	25	27	29	29	30	30	29	28	27	26	24	24	19	12	29	17	
S	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	11	12	13	15	17	20	22	24	25	24	22	20	9	26	17	
SW	29	27	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11	11	11	12	13	15	18	22	26	29	32	33	32	31	22	11	33	22
W	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	33	22	12	35	23	
NW	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	10	11	11	12	13	15	18	22	25	27	27	26	22	10	27	17	
Paredes grupo D																													
N	15	13	12	10	9	7	6	6	6	6	6	6	7	8	10	12	13	15	17	18	19	19	18	16	31	6	19	13	
NE	17	15	13	11	10	8	7	8	10	14	17	20	22	25	27	28	28	28	28	27	26	25	24	23	19	7	25	18	
E	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	22	27	30	33	33	32	32	31	30	28	26	24	22	22	16	8	33	25	
SE	20	17	15	13	11	10	8	8	10	13	17	22	26	29	31	32	32	31	30	28	26	24	22	22	17	8	32	24	
S	19	17	15	13	11	9	8	7	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	29	27	26	24	22	19	6	29	23	
SW	28	25	22	19	16	14	12	10	9	8	8	8	10	12	16	21	27	32	36	38	37	34	31	31	21	8	38	30	
W	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	9	9	10	11	12	14	18	24	30	36	40	41	40	38	34	21	9	41	32
NW	25	22	19	17	14	12	10	9	8	7	7	8	9	10	12	14	18	22	27	31	32	32	30	27	22	7	32	25	
Paredes grupo E																													
N	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	7	9	11	13	15	17	19	20	21	23	20	18	16	14	20	3	22	19	
NE	13	11	9	7	6	4	5	9	15	20	24	25	25	25	26	26	26	26	25	24	22	19	17	15	16	4	26	22	
E	14	12	10	8	6	5	6	11	18	26	33	36	38	39	36	34	33	32	30	28	25	22	20	17	-13	5	38	33	
SE	15	12	10	8	7	5	5	8	12	19	25	31	35	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17	15	15	5	37	32	
S	15	12	10	8	7	5	4	3	4	5	9	13	19	24	29	32	34	33	31	29	26	23	20	17	17	3	34	31	
SW	22	18	15	12	10	8	6	5	5	6	7	9	12	18	24	32	38	43	45	44	40	35	30	26	19	5	45	40	
W	26	21	17	14	11	9	7	6	6	6	7	9	11	14	20	27	36	43	49	49	45	40	34	29	20	6	49	43	
NW	20	17	14	11	9	7	6	5	5	5	6	8	10	13	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24	20	5	38	33	
Paredes grupo F																													
N	8	6	5	3	2	1	2	4	6	7	9	11	14	17	19	21	22	23	24	23	20	16	13	11	19	1	24	23	
NE	9	7	5	3	2	1	3	14	23	28	30	29	28	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11	11	11	1	30	29	
E	10	7	6	4	3	2	6	17	28	38	44	45	43	39	36	34	32	30	27	24	21	17	15	12	12	2	45	43	
SE	10	7	6	4	3	2	4	10	19	28	36	41	43	42	39	36	34	31	28	25	21	18	15	12	13	2	43	41	
S	10	8	6	4	3	2	1	3	7	13	20	27	34	38	39	38	35	31	26	22	18	15	12	12	16	1	39	38	
SW	13	11	9	6	5	3	2	2	4	5	8	11	17	26	35	44	50	53	52	45	37	28	23	18	18	2	53	51	
W	17	13	10	7	5	4	3	3	4	6	8	11	14	20	28	39	49	57	60	54	43	34	27	21	19	3	60	57	
NW	14	10	8	6	4	3	2	2	3	5	8	10	13	15	21	27	35	42	46	43	35	28	22	18	19	2	46	44	
Paredes grupo G																													
N	3	2	1	0	-1	2	7	8	9	12	15	18	21	23	24	24	25	26	22	15	11	9	7	5	18	-1	26	27	
NE	3	2	1	0	-1	0	27	36	39	35	30	26	26	27	27	26	25	22	18	14	11	9	7	5	9	-1	39	40	
E	4	2	1	0	-1	11	31	47	54	55	50	40	33	31	30	29	27	24	19	15	12	10	8	6	10	-1	55	56	
SE	4	2	1	0	-1	5	18	32	42	49	51	48	42	36	32	30	27	24	19	15	12	10	8	6	11	-1	51	52	
S	4	2	1	0	-1	0	1	5	12	22	31	39	45	46	43	37	31	25	20	15	12	10	8	5	14	-1	46	47	
SW	5	4	3	1	0	0	2	5	8	12	16	26	38	50	59	63	61	52	37	24	17	13	10	8	16	0	63	63	
W	6	5	3	2	1	1	2	5	8	11	15	19	27	41	56	67	72	67	48	29	20	15	11	8	17	1	72	71	
NW	5	3	2	1	0	0	2	5	8	11	15	18	21	27	37	47	55	55	41	25	17	13	10	7	18	0	55	55	

ANEXO 04: Descripción de grupos de construcción de paredes.

Grupo No.	Descripción de la construcción	Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/(h-ft ² -°F)	Capacidad calorífica, BTU/(ft ² -°F)
Ladrillo de vista de 4 in + (Ladrillo)				
C	Espacio de aire + ladrillo de vista de 3 in	83	0.358	18.1
D	Ladrillo común de 4 in	90	0.415	18.4
C	Aislamiento de 1 in o espacio de aire + ladrillo común de 4 in	90	0.174-0.301	18.4
B	Aislamiento de 2 in + ladrillo común de 4 in	88	0.111	18.5
B	Ladrillo común de 8 in	130	0.302	26.4
A	Aislamiento o espacio de aire + ladrillo común de 8 in	130	0.154-0.243	26.4
Ladrillo de vista de 4 in + (Concreto pesado)				
C	Espacio de aire + concreto de 2 in	94	0.350	19.7
B	Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	97	0.116	19.8
A	Espacio de aire o aislamiento + concreto de 8 in o más	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4
Ladrillo de vista de 4 in + (bloque de concreto ligero o pesado)				
E	Bloque de 4 in	62	0.319	12.9
D	Espacio de aire o aislamiento + bloque de 4 in	62	0.153-0.246	12.9
D	Bloque de 8 in	70	0.274	15.1
C	Espacio de aire o aislamiento de 1 in + bloque de 6 u 8 in	73-89	0.221-0.275	15.5-18.5
B	Aislamiento de 2 in + bloque de 8 in	89	0.096-0.107	15.5-18.6
Ladrillo de vista de 4 in + (azulejo de barro)				
D	Azulejo de 4 in	71	0.381	15.1
D	Espacio de aire + azulejo de 4 in	71	0.281	15.1
C	Aislamiento + azulejo de 4 in	71	0.169	15.1
C	Azulejo de 8 in	96	0.275	19.7
B	Espacio de aire o aislamiento de 1 in + azulejo de 8 in	96	0.142-0.221	19.7
A	Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	97	0.097	19.8
Pared de concreto pesado + (acabado)				
E	Concreto de 4 in	63	0.585	12.5
D	Concreto de 4 in + aislamiento de 1 o 2 in	63	0.119-0.200	12.5
C	Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	63	0.119	12.7
C	Concreto de 8 in	109	0.490	21.9
B	concreto de 8 in + aislamiento de 1 o 2 in	110	0.115-0.187	22.0
A	Aislamiento de 2 in + concreto de 8 in	110	0.115	21.9
E	Concreto de 12 in	156	0.421	31.2
A	Concreto de 12 in + aislamiento	156	0.113	31.3
Bloque de concreto ligero y pesado + (acabado)				
F	Bloque de 4 in + espacio de aire o aislamiento	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2
E	Aislamiento de 2 in + bloque de 4 in	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3
E	Bloque de 8 in	41-57	0.294-0.402	6.3-11.3
D	Concreto de 8 in + espacio de aire o aislamiento	41-57	0.149-0.175	8.3-11.3
Azulejo de barro + (acabado)				
F	Azulejo de 4 in	39	0.419	7.8
F	Azulejo de 4 in + espacio de aire	39	0.303	7.8
E	Azulejo de 4 in + aislamiento de 1 in	39	0.175	7.9
D	Aislamiento de 2 in + azulejo de 4 in	40	0.110	7.9
D	Azulejo de 8 in	63	0.296	12.5
C	Azulejo de 8 in + espacio de aire o aislamiento de 1 in	63	0.151-0.231	12.6
B	Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	63	0.099	12.6
Pared de lámina (barrina metálica)				
G	Con o sin espacio de aire + 1, 2 o 3 in de aislamiento	5-6	0.091-0.230	0.7
Pared de bastidor				
G	Aislamiento de 1 a 3 in	16	0.081-0.178	3.2

ANEXO 05: Radiación solar a través de vidrio factores de ganancia máxima de calor para vidrio, BTU/h-ft², Latitudes Norte.

0 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303
Abr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265
Jun.	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255
Jul.	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260
Agos.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276
Sept.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293
Dic.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288

8 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275
Feb.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294
Mar.	37	67	156	215	241	230	184	110	55	300
Abr.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	289
May	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277
Jun.	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269
Jul.	77	145	195	215	204	162	93	40	39	272
Agos.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282
Sept.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290
Oct.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288
Nov.	33	33	71	161	220	245	233	200	160	273
Dic.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265

16 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	30	30	55	147	21	244	251	223	199	248
Feb.	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275
Mar.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291
Abr.	39	99	172	216	227	204	150	77	45	289
May	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282
Jun.	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
Jul.	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277
Agos.	41	100	168	209	219	196	143	74	46	282
Sept.	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282
Oct.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Nov.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Dic.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234

24 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	27	27	41	128	190	240	253	241	227	214
Feb.	30	30	80	165	220	244	243	213	192	249
Mar.	34	45	124	195	234	237	214	168	137	275
Abr.	37	88	159	209	228	212	169	107	75	283
May	43	117	178	214	218	190	132	67	46	282
Jun.	55	127	184	214	212	179	117	55	43	279
Jul.	45	116	176	210	213	185	129	65	46	278
Agos.	38	87	156	203	220	204	162	103	72	277
Sept.	35	42	119	185	222	225	206	163	134	266
Oct.	31	31	79	159	211	237	235	207	187	244
Nov.	27	27	42	126	187	236	249	237	224	213
Dic.	26	26	29	1112	180	234	247	247	237	199

ANEXO 06: Equivalencias de orientación.

<i>Orientación en el hemisferio Sur</i>	<i>Orientación equivalente en el hemisferio Norte</i>
Noreste	Sureste
Este	Este
Sureste	Noreste
Sur	Norte (sombra)
Suroeste	Noroeste
Oeste	Oeste
Noroeste	Suroeste
Norte (sombra)	Sur

ANEXO 07: Equivalencias coeficientes de sombreado para vidrio con o sin sombreado interior por persianas venecianas enrollables.

Tipo de vidrio	Espesor nominal de cada vidrio claro ^a	Transmisión solar ^b	Sin sombreado interior		Tipo de sombreado interior				
					Persianas venecianas		Persianas enrollables		
			$h_o = 4.0$	Medio	Claro	Opacas	Claro	Traslúcidas	
VIDRIO SENCILLO	Sencillo								
	Claro	3/32 a 1/4	0.87-0.80	1.00					
	Claro	1/4 a 1/2	0.80-0.71	0.94					
	Claro	3/8	0.72	0.90	0.64	0.55	0.59	0.25	0.39
	Claro	1/2	0.67	0.87					
	Claro con figuras	1/8 a 9/32	0.87-0.79	0.83					
	Absorbente de calor, con figuras ^c	1/8		0.83					
	Absorbente de calor ^d	3/16 a 1/4	0.46	0.69					
	Absorbente de calor, con figuras	3/16 a 1/4		0.69	0.57	0.53	0.45	0.30	0.36
	Coloreado	1/8 a 7/32	0.59-0.45	0.69					
	Absorbente de calor, o con figuras		0.44-0.30	0.60	0.54	0.52	0.40	0.28	0.32
	Absorbente de calor ^d	3/8	0.34	0.60					
	Absorbente de calor, o con figuras		0.44-0.30	0.53	0.42	0.40	0.36	0.28	0.31
	Vidrio recubierto reflector	1/2	0.24	0.30	0.25	0.23			
			0.40	0.33	0.29				
			0.50	0.42	0.38				
			0.60	0.50	0.44				
VIDRIO AISLANTE	Doble ^e								
	Claro afuera	3/32, 1/8	0.71*	0.88	0.57	0.51	0.60	0.25	0.37
	Claro adentro								
	Claro afuera	1/4	0.61*	0.81					
	Claro adentro								
	Absorbente de calor afuera	1/4	0.36*	0.55					
	Claro adentro				0.39	0.36	0.40	0.22	0.30
Vidrio recubierto reflector			0.20	0.19	0.18				
			0.30	0.27	0.26				
			0.40	0.34	0.33				
Triple	Claro	1/4		0.71					
	Claro	1/8		0.80					

Reproducido con permiso del 1985 *Fundamentals, ASHRAE Handbook & Product Directory*

ANEXO 08: Factores de carga de enfriamiento para vidrio sin sombreado interior (incluye vidrio reflector y absorbente de calor)

Latitud norte.		Hora solar, h																							
Ventana viendo hacia el	Construc- ción del recinto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		N	L	0.07	0.05	0.04	0.04	0.05	0.70	0.65	0.65	0.74	0.81	0.87	0.91	0.91	0.88	0.84	0.77	0.80	0.92	0.27	0.19	0.15	0.12
	M	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.73	0.66	0.65	0.73	0.80	0.86	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.78	0.91	0.24	0.18	0.15	0.13	0.11	0.09
	H	0.09	0.09	0.08	0.07	0.09	0.75	0.67	0.66	0.74	0.80	0.86	0.89	0.88	0.85	0.80	0.73	0.76	0.88	0.23	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10
NE	L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.55	0.76	0.75	0.60	0.39	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
	M	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.76	0.74	0.58	0.37	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
	H	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.57	0.77	0.74	0.58	0.36	0.28	0.26	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.11	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
E	L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.45	0.71	0.80	0.77	0.64	0.43	0.29	0.25	0.23	0.20	0.17	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
	M	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.47	0.72	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
	H	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.48	0.72	0.80	0.75	0.61	0.40	0.25	0.22	0.21	0.19	0.16	0.14	0.10	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
SE	L	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.29	0.56	0.74	0.82	0.81	0.70	0.52	0.35	0.30	0.26	0.22	0.18	0.13	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03
	M	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.30	0.56	0.74	0.81	0.79	0.68	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
	H	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.31	0.57	0.74	0.81	0.79	0.67	0.48	0.31	0.27	0.23	0.20	0.17	0.13	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05
S	L	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.08	0.15	0.22	0.37	0.58	0.75	0.84	0.82	0.71	0.53	0.37	0.29	0.20	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04
	M	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.09	0.16	0.22	0.38	0.58	0.75	0.83	0.80	0.68	0.50	0.35	0.27	0.19	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
	H	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.11	0.17	0.24	0.39	0.59	0.75	0.82	0.79	0.67	0.49	0.33	0.26	0.18	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
SW	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.18	0.22	0.38	0.59	0.76	0.84	0.83	0.72	0.48	0.18	0.13	0.11	0.08	0.07	0.06
	M	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.38	0.59	0.75	0.83	0.81	0.69	0.45	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.08	0.12	0.15	0.18	0.20	0.23	0.39	0.59	0.75	0.82	0.80	0.68	0.43	0.14	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06
W	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.08	0.11	0.13	0.14	0.15	0.17	0.30	0.53	0.72	0.83	0.83	0.63	0.19	0.14	0.11	0.08	0.07	0.06
	M	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.31	0.54	0.71	0.81	0.80	0.59	0.15	0.11	0.09	0.07	0.06	0.06
NW	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.83	0.71	0.19	0.13	0.10	0.08	0.07	0.05
	M	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.82	0.69	0.16	0.12	0.09	0.08	0.07	0.06
	H	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08	0.12	0.15	0.18	0.20	0.21	0.22	0.23	0.30	0.52	0.73	0.81	0.67	0.15	0.11	0.08	0.07	0.06	0.05
HORA	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.10	0.26	0.43	0.59	0.72	0.81	0.87	0.87	0.83	0.74	0.60	0.44	0.27	0.15	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.12	0.27	0.44	0.59	0.72	0.81	0.85	0.85	0.81	0.71	0.58	0.42	0.25	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.13	0.29	0.45	0.60	0.72	0.81	0.85	0.84	0.79	0.70	0.56	0.40	0.23	0.13	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07

L = Construcción ligera: Pared exterior de bastidores, losa de piso de concreto de 2 in, con aprox. 30 lb de material/ft² de piso.
M = Construcción media: Pared exterior de concreto de 4 in, losa de piso de concreto de 4 in, con aprox. 70 lb de material de construcción por ft² de piso.
H = Construcción pesada: Pared exterior de concreto de 6 in, losa de piso de concreto de 6 in, con aprox. 130 lb de material de construcción por ft² de piso.
Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals, ASHRAE Handbook & Product Directory

ANEXO 09: Tasas de ganancia de calor debido a los ocupantes del recinto acondicionado.

Actividad	Aplicaciones típicas	Calor total por adulto masculino			calor total ajustado ^b			Calor sensible			Calor latente		
		Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h
Sentado en reposo	Teatro, cine	115	400	100	100	350	90	60	210	55	40	140	30
Sentado, trabajo muy ligero, escritura	Oficinas, hoteles, apartamentos	140	480	120	120	420	105	65	230	55	55	190	50
Sentado, comiendo	Restaurante	150	520	130	170	580 ^c	145	75	255	60	95	325	80
Sentado, trabajo ligero, mecanografía	Oficinas, hoteles, apartamentos	185	640	160	150	510	130	75	255	60	75	255	65
Parado, trabajo ligero o camina despacio	Tiendas minoristas, bancos	235	800	200	185	640	160	90	315	80	95	325	80
Trabajo ligero de banco	Fábricas	255	880	220	230	780	195	100	345	90	130	435	110
Caminando 3 mph trabajo libro													
trabajo con máquinas pesadas	Fábricas	305	1040	260	305	1040	260	100	345	90	205	695	170
Boliche		350	1200	300	280	960	240	100	345	90	180	615	150
Baile moderado	Salón de baile	400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Trabajo pesado, trabajo con máquinas pesadas, levantar pesas	Fábricas	470	1600	400	470	1600	400	165	565	140	300	1035	260
Trabajo pesado, ejercicios atléticos	Gimnasios	585	2000	500	525	1800	450	185	635	160	340	1165	290

* Nota: Los valores de la tabla se basan en una temperatura de bulbo seco de 78°F. Para 80°F BS, el calor total queda igual, pero el valor del calor sensible se debe disminuir en aproximadamente 8% y los valores del calor latente se deben aumentar proporcionalmente.

^b La ganancia total ajustada de calor se basa en el porcentaje normal de hombres, mujeres y niños en la aplicación que se menciona, bajo la hipótesis de que la ganancia por mujer adulta representa un 85% de la del hombre adulto, y la de un niño el 75%.

^c Calor total ajustado para comer en un restaurant, que incluye 60 BTU/h del alimento por individuo (30 BTU sensibles y 30 BTU latentes).

^d Para el boliche, se considera una persona por pista tirando y las demás sentadas (400 BTU/h) o paradas y caminando lentamente (970 BTU/h)

Reproducido con permiso del 1985 *Fundamentals. ASHRAE Handbook & Product Directory.*

ANEXO 10: Requisitos de ventilación para ocupantes

	Personas estimadas por 100 ft ² de área de piso	Aire de ventilación necesario por persona	
		FCM Mínimos	FCM Recomendados
RESIDENCIAL			
Viviendas de una unidad			
Salas y recámaras	5	5	7-10
Cocinas, baños	—	20	30-50
Viviendas de unidades múltiples			
Salas y recámaras	7	5	7-10
Cocinas, baños	—	20	30-50
COMERCIAL			
Sanitarios públicos	100	15	20-25
Comercios			
Pisos de venta (sótanos y plantas bajas)	30	7	10-15
Pisos de venta (pisos superiores)	20	7	10-15
Comedores	70	10	15-20
Cocinas	20	30	35
Cafeterías	100	30	35
Hoteles, moteles			
Recámaras	5	7	10-15
Salas	20	10	15-20
Baños	—	20	30-50
Salas de belleza	50	25	30-35
Peluquerías	25	7	10-15
Estacionamientos	—	1.5	2-3
Teatros			
Vestíbulos	150	20	25-30
Auditorios (no se fuma)	150	5	5-10
Auditorios (permitido fumar)	150	10	10-20
Bolíches, zona de asientos	70	15	20-25
Gimnasios y arenas			
Pisos de ejercicios	70	20	25-30
Vestidores	20	30	40-50
Áreas de público	150	20	25-30
Piscinas	25	15	20-25
Oficinas			
Espacio de oficinas en general	10	15	15-25
Salas de juntas	60	25	30-40
INSTITUCIONAL			
Escuelas			
Salones de clase	50	10	10-15
Auditorios	150	5	5-7.5
Gimnasios	70	20	25-30
Bibliotecas	20	7	10-12
Vestidores	20	30	40-50
Hospitales			
Recámaras sencillas y dobles	15	10	15-20
Guarderías	20	10	15-20
Salas de cirugía, salas de parto	—	20	—

ANEXO 11: Aprobación del decreto supremo N° 003-2017-MINAM

AMBIENTE

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias

**DECRETO SUPREMO
N° 003-2017-MINAM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante

NOMBRE DEL TRABAJO

MÉTODO ENERGÉTICO PARA DETERMINAR LAS CARGAS TÉRMICAS Y FLUJO DE AIRE EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA CLI

AUTOR

Jhonatan Alexander y Diego Ale CASUSO L YGNACIO y CRUZ DIAZ

RECUENTO DE PALABRAS

3866 Words

RECUENTO DE CARACTERES

20726 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

19 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

541.4KB

FECHA DE ENTREGA

Sep 22, 2024 10:02 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 22, 2024 10:02 PM GMT-5**● 14% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado



**ACTA DE CONTROL DE REVISIÓN DE
SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN**

Código:	F3.PP2-PR.02
Versión:	02
Fecha:	18/04/2024
Hoja:	1 de 1

Yo, **Silvia Yvone Gastiaború Morales**, Coordinadora de Investigación del Programa de Estudios de Ingeniería Mecánica Eléctrica, he realizado el control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos para el nivel de Pregrado, según la Directiva de similitud vigente en USS; además certifico que la versión que hace entrega es la versión final de la Trabajo de Investigación titulado: **MÉTODO ENERGÉTICO PARA DETERMINAR LAS CARGAS TÉRMICAS Y FLUJO DE AIRE EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA CLIMATIZACIÓN CON RECIRCULACIÓN** elaborado por el (los) Bachiller(es):

CASUSOL YGNACIO JHONATAN ALEXANDER

CRUZ DIAZ DIEGO ALEXANDER

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **14%**, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación vigente.

Pimentel, 22 de setiembre de 2024

Dra. Gastiaború Morales Silvia Yvone

Coordinador de Investigación

DNI N° 16481433