

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INGENIERÍA MECÁNICA
Y ELÉCTRICA



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN

“DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE AIRE
ACONDICIONADO PARA LA CLIMATIZACIÓN DE LA
BIBLIOTECA MUNICIPAL DEL DISTRITO DE BELLAVISTA –
JAÉN”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA

Autores: Bach. Díaz Barboza Luis Fernando
(ORCID: 0000-0001-8735-6939)
Bach. Villalobos Gonzales Giancarlo
(ORCID: 0000-0002-6083-7481)

Asesor: Dr. Freddi Roland, Rodríguez Ordoñez
(ORCID:0000-0001-6685-6598)

Línea de investigación: Automatización y Control

JAÉN-PERÚ, FEBRERO 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**“DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE AIRE
ACONDICIONADO PARA LA CLIMATIZACIÓN DE LA
BIBLIOTECA MUNICIPAL DEL DISTRITO DE BELLAVISTA –
JAÉN”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autores: Bach. Díaz Barboza Luis Fernando
(ORCID: 0000-0001-8735-6939)
Bach. Villalobos Gonzales Giancarlo
(ORCID: 0000-0002-6083-7481)

Asesor: Dr. Freddi Roland, Rodríguez Ordoñez
(ORCID:0000-0001-6685-6598)

Línea de investigación: Automatización y Control
JAÉN-PERÚ, FEBRERO 2024

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA D
E AIRE ACONDICIONADO PARA LA CLIM
ATIZACIÓN DE LA BIBLIOTECA MUNICIP
A**

AUTOR

**Bach. Díaz Barboza Luis Fernan Bach. Vil
lalobos Gonzales Giancar**

RECUENTO DE PALABRAS

11906 Words

RECUENTO DE CARACTERES

65720 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

91 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.1MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 15, 2024 9:30 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 15, 2024 9:31 AM GMT-5

● **6% de similitud general**

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

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Christian Zúñiga Panca
RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-Sunedu/CD
"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 23 de febrero del 2024, siendo las 09:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Jannier Alberto Montenegro Juárez

Secretario: Mg. Walter Linder Cabrera Torres

Vocal: Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

- Trabajo de Investigación
 Tesis
 Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **Dimensionamiento de un sistema de aire acondicionado para la climatización de la Biblioteca Municipal del Distrito de Bellavista – Jaén**, presentado por los bachilleres **Luis Fernando Díaz Barboza** y **Giancarlo Villalobos Gonzales**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

Aprobar Desaprobar **Unanimidad** Mayoría Con la

siguiente mención:

- | | |
|----------------|----------------|
| a) Excelente | 18,19,20() |
| b) Muy bueno | 16, 17 () |
| c) Bueno | 14, 15 (14) |
| d) Regular | 13 () |
| e) Desaprobada | 12 ó menos () |

Siendo las 09:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Presidente



Secretario



Vocal

Índice

I.	Introduccion	1
1.1.	Antecedentes	1
1.2.	Problema	5
1.3.	Formulación Del Problema	6
1.4.	Justificación	6
1.5.	Hipótesis	7
1.6.	Objetivos.....	8
II.	Materiales y Métodos	9
2.1.	Objeto de estudio	9
2.2.	Ubicación del área de estudio	9
2.3.	Población	11
2.4.	Muestreo	11
2.5.	Muestra	11
2.6.	Métodos	11
III.	Resultados	26
3.1.	Condiciones Climáticas Internas y Externas	26
3.2.	Cálculo De Las Cargas Térmicas Internas y Externas	29

3.3.	Selección Del Equipo	45
3.4.	Valorización Económica Del Proyecto.....	46
IV.	Discusión.....	52
V.	Conclusiones y Recomendaciones.....	55
5.1.	Conclusiones	55
5.2.	Recomendaciones.....	56
VI.	Referencias Bibliográficas.....	57
	Agradecimiento	60
	Dedicatoria	61
	Anexos	62

Índice De Tablas

Tabla1. <i>Datos de Temperatura Máxima (°C) en el Distrito de Bellavista – Jaén</i>	13
Tabla2. <i>Datos de Temperatura Mínima (°C) en el Distrito de Bellavista – Jaén</i>	14
Tabla3. <i>Datos de Humedad Relativa (%) en el Distrito de Bellavista – Jaén</i>	15
Tabla4. <i>Temperatura máxima y mínima</i>	26
Tabla5. <i>Temperaturas máximas tomadas para el año 2019</i>	27
Tabla6. <i>Datos para la obtención del calor sensible</i>	30
Tabla7. <i>Datos para la obtención del calor latente.</i>	30
Tabla8. <i>Carga térmica aportadas por las luminarias.</i>	31
Tabla9. <i>Carga térmica aportadas por equipos.</i>	32
Tabla10. <i>Equivalencias de orientaciones de hemisferios</i>	33
Tabla11. <i>Áreas de las ventanas del local.</i>	34
Tabla12. <i>Datos de la carga térmica del local aportada por radiación solar a través de los vidrios</i>	35
Tabla13. <i>Dimensiones y especificaciones de las ventanas</i>	36
Tabla14. <i>Dimensiones y especificaciones de las puertas.</i>	37
Tabla15. <i>Descripción de las estructuras para obtener el coeficiente global de transferencia de calor.</i>	39
Tabla16. <i>Datos de la carga térmica aportada por las paredes exteriores</i>	40
Tabla17. <i>Datos de la carga térmica del local aportada por conducción a través de vidrios exteriores.</i>	41

Tabla18. <i>Tasas máximas de infiltración para diseño a través de ventanas y puertas exteriores</i>	42
Tabla19. <i>Datos de la carga del local aportado por transferencia de calor por infiltración.</i>	43
Tabla20. <i>Resultados de la carga térmica en BTU/h y TR.</i>	44
Tabla21. <i>Diferencias entre equipos de aire acondicionado tipo invertir y convencional.</i>	45
Tabla22. <i>Costo de equipo a instalar</i>	47
Tabla23. <i>Costo de operación</i>	48
Tabla24. <i>Costos del mantenimiento</i>	49
Tabla25. <i>Costo total del proyecto</i>	50
Tabla26. <i>Tasas de ganancia de calor debido a los ocupantes del recinto condicionado.</i>	62
Tabla27. <i>Radiación solar a través de vidrio factores de ganancia máxima de calor solar para vidrio. BTU/h – ft². Latitudes Norte</i>	63
Tabla28. <i>Coeficientes de sombreado para vidrio con o sin sombreado interior por persianas venecianas enrollables.</i>	64
Tabla29. <i>Factores de carga de enfriamiento para vidrio sin sombreado interior (incluye vidrio reflector y absorbente de calor).</i>	65
Tabla30. <i>Descripción de grupos de construcción de paredes.</i>	66
Tabla31. <i>Diferencias de temperatura para cargas de enfriamiento (DTCE).</i>	67
Tabla32. <i>Diferencia de temperaturas para cargas de enfriamiento (DTCE) para calcular cargas debido a paredes al sol, °F</i>	68
Tabla33. <i>Corrección de la DTCE por latitud y mes (LM), en función a paredes y techos, Latitudes norte, °F.</i>	69

Tabla34.*Correcciones en la temperatura del proyecto aplicado a la hora a considerar. .70*

Tabla35.*Correcciones en la temperatura del proyecto aplicado al mes a considerar. 71*

Tabla36.*Corrección de DTCE aplicado a paredes y techos en función de latitud y mes, °F.71*

Tabla37.*Coeficiente global U de transferencia de calor para el vidrio (BTU/hr-ft²-°F) . 72*

Índice De Figuras

Figura1. <i>Ubicación del Distrito de Bellavista – Jaén.</i>	10
Figura2. <i>Ubicación de la biblioteca Municipal del Distrito de Bellavista-Jaén.</i>	10
Figura3. <i>Ganancias de calor para un recinto</i>	17
Figura4. <i>Plano de verificación de las coordenadas de la Biblioteca</i>	38
Figura5. <i>Plano de la biblioteca municipal del distrito de Bellavista</i>	73
Figura6. <i>Carta Psicrométrica</i>	74
Figura7. <i>Ficha Técnica del equipo de aire acondicionado Tipo Split Inverter LG</i>	75
Figura8. <i>Datos técnicos del equipo de aire acondicionado Tipo Split Inverter LG</i>	76
Figura9. <i>Descripción del equipo de aire acondicionado Tipo Split Inverter LG.</i>	77
Figura10. <i>Compresor DUAL Inverter de aire acondicionado Tipo Split Inverter LG</i>	78
Figura11. <i>Mediciones en el interior y exterior de la biblioteca municipal del distrito de Bellavista.</i>	79
Figura12. <i>Mediciones de temperatura y Humedad Relativa con el Termo higrómetro (instrumento para mediciones de temperatura y la humedad del aire).</i>	80

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo dimensionar un sistema de aire acondicionado para la climatización de la Biblioteca Municipal del distrito de Bellavista - Jaén, debido a que se detectó que las temperaturas promedias diarias alcanzadas en este espacio oscilan entre 20°C y 35°C, surgiendo las necesidades de dimensionar un sistema de aire acondicionado; planteándose como hipótesis la posibilidad de mejorar la climatización, a partir de criterios técnicos, ambientales y económicos. Como metodología empleada, se utilizo como instrumento la ficha de registro de recolección de datos en una hoja de excel, de la humedad relaltiva y temperaturas de la NASA, para el posterior cálculo de la carga térmica del ambiente, utilizado para el dimensionamiento de los equipos de climatización, obteniéndose como resultado una temperatura mínima de 10,65°C en Noviembre del 2016, una temperatura máxima de 35,98°C en Setiembre del 2019 y una humedad relativa promedio de 76,94% en Abril del 2015. Se concluye con el cálculo total de la carga térmica (47 669,67 BTU/H) y con la selección de 02 equipos apropiados de aire acondicionado Tipo Split Inverte LG de 24000BTU/H cada uno, cubriendo así la refrigeración necesaria para la climatización del local.

PALABRAS CLAVES: Climatización, confort térmico, carga térmica, temperatura, sistema de aire acondicionado.

Abstract

This research aims to size an air conditioning system for the air conditioning of the Municipal Library of the Bellavista - Jaén district, because it was detected that the average daily temperatures reached in this space range between 20°C and 35°C, resulting in the needs of sizing an air conditioning system; Hypothesizing the possibility of improving thermal comfort, based on technical, environmental and economic criteria. As the methodology used, the data of the relative humidity and temperatures from the database - NASA were obtained in an Excel sheet, for the subsequent calculation of the thermal load of the environment, used for the sizing of the air conditioning equipment, obtaining as The result was a minimum temperature of 10.65°C in November 2016, a maximum temperature of 35.98°C in September 2019 and an average relative humidity of 76.94% in April 2015. It is concluded with the total calculation of the thermal load (47,669.67 BTU/H) and with the selection of 02 appropriate Split Inverte LG air conditioning units of 24000BTU/H each, thus covering the cooling necessary for the air conditioning of the local.

KEYWORDS: Air conditioning, thermal comfort, thermal load, temperature, air conditioning system

I. Introducción

1.1. Antecedentes

1.1.1. *Antecedentes Internacionales*

García (2021) en su indagación titulada “*Diseño de un sistema de 100 toneladas para un edificio de oficinas en Quito, Ecuador*” tiene como objetivo diseñar un sistema de aire acondicionado de 100 toneladas para un edificio de oficinas ubicado en Quito - Ecuador, donde dicho edificio cuenta con una área de 10 000 m² dividido en cinco pisos, y así poder brindar un confort térmico a los usuarios, garantizando la calidad del aire del interior. La metodología diseñada del sistema está en función de normas y estándares internacionales, donde se analizó las cargas térmicas del edificio considerando el uso de los espacios, características y factores de construcción y ambientales. Como resultado del sistema propuesto consta de un sistema de enfriamiento por agua helada, con un total de 04 unids de condensadores de 25 toneladas cada una. Se concluye que los resultados de dicho sistema propuesto de 100 toneladas es apto para poder brindar el confort térmico en las oficinas, asegurando la calidad de aire, así como también cumpliendo con los estándares de las eficiencias energéticas, permitiendo ahorrar energía y reducir los costos operativos.

Gupta (2020) en su artículo denominado “*Una revisión de los últimos avances en sistemas de aire acondicionado*”, tiene como objetivo revisar los avances recientes en los sistemas de aire acondicionado, proporcionando una revisión detallada, con una metodología la selección de tecnologías de refrigeración por absorción (Funcionan mediante una fuente de energía térmica para extraer calor del aire, en lugar de compresor eléctrico), y tecnologías de refrigeración por deshumidificación, utilizando la evaporización del agua para enfriar el aire, con énfasis sostiene como resultado la selección apropiada de equipos con tecnologías de ahorro

de energía sin sacrificar el rendimiento de dichos sistemas, basándose también en la sostenibilidad que se está trabajando para desarrollar sistemas de aire acondicionado que utilicen refrigerante más ecológicos y no causen impactos negativos en el medio ambiente. El autor concluye que los avances recientes tienen el potencial de reducir el consumo de energía y el impacto ambiental de estos sistemas.

Rodríguez (2021) en su indagación titulada “*Implementación de un sistema de aire acondicionado de control inteligente*” presenta como objetivo implementar un sistema de aire acondicionado de control inteligente, utilizando como metodología un algoritmo de aprendizaje automático para predecir la demanda de refrigeración (el algoritmo se entrena con datos históricos sobre las condiciones del ambiente y el consumo de energía). El sistema de control inteligente se implementó en un laboratorio y se evaluó su rendimiento en diferentes condiciones, donde los resultados de evaluación mostraron que el sistema de control inteligente puede reducir el consumo de energía de sistema de aire acondicionado en un promedio de 20%, así como también está basado por un microcontrolador arduino (usa datos para calcular la temperatura deseada y enviar señales al aire acondicionado para alcanzarlo), utilizando sensores para medir temperatura y humedad de aire. El autor concluye que el aporte de técnicas de inteligencia artificial, optimiza el consumo y ahorro de energía del sistema, evaluando el rendimiento del sistema en diferentes condiciones.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

Aldazábal (2020) en su indagación titulada “*Diseño del sistema de climatización del área de fabricación galénicos para laboratorio farmacéutico*” tiene como objetivo diseñar y seleccionar un sistema de aire acondicionado para un laboratorio farmacéutico, considerando

como metodología las condiciones ambientales del lugar, las características del edificio y las necesidades específicas del laboratorio, utilizando el método de aproximación por factores de carga térmica. Dicho sistema propuesto es un sistema de refrigeración por compresión, compuesto por un equipo chiller, manejadoras de aire, ductos y unidades terminales, requiriendo el sistema de aire acondicionado una capacidad de 341 400 BTU/h, siendo una capacidad suficiente para mantener las condiciones de confort deseadas. Se concluye que los resultados del diseño muestran que el sistema propuesto es capaz de mantener las condiciones de confort térmico, obtenido una temperatura entre 22°C y 23°C, cumpliendo con los requisitos de temperatura y humedad para el laboratorio farmacéutico, funcionando con un consumo de energía eficiente.

Rodas (2018) en su indagación titulada “*Diseño de un sistema de aire acondicionado de bajo costo de operación para las oficinas administrativas del cuarto piso del edificio de ingeniería USAT - Chiclayo*”, tiene como objetivo diseñar un sistema de aire acondicionado de bajo costo de operación para las oficinas administrativas del cuarto piso del edificio de ingeniería USAT. El estudio tiene como metodología definir los componentes, tipos y principios de funcionamiento sobre sistemas de aire acondicionado por absorción, describiendo las condiciones climáticas de la ciudad de Chiclayo, las orientaciones y configuración de las oficinas de ingeniería USAT, calculando las cargas térmicas de las oficinas administrativas (216 172,78 BTU/h) con la información recopilada, utilizando métodos ASHRAE, optándose por un sistema de aire acondicionado de flujo de refrigerante variable (VRF) por su eficiencia energética y flexibilidad. Se concluye que el sistema por absorción tiene ventajas a comparación de un sistema convencional de aire acondicionado, donde se obtiene energía barata o gratis, siendo una ventaja en el consumo de energía eléctrica

Figuroa (2020) en su indagación titulada “*Diseño del sistema de aire acondicionado automatizado para un edificio corporativo*” presenta como objetivo diseñar un sistema de aire acondicionado automatizado para un edificio corporativo ubicado en Lima, Perú, con una área de 20 000 m² . El edificio cuenta con ocho pisos y se requiere un sistema que ofrezca un ambiente confortable a los trabajadores y garantice el funcionamiento adecuado de los equipos informáticos. El diseño se realizó con el cálculo de la carga térmica (100 kW) considerando como metodología factores de radiación solar, temperatura del exterior, temperatura interior, humedad relativa, número de personas y equipos en el edificio, seleccionándose el equipo de aire acondicionado adecuado (se consideró un sistema de aire acondicionado central con unidades manejadoras de aire - UMA, donde cada UMA se encarga de distribuir el aire acondicionado a las diferentes áreas del edificio), considerando la capacidad de refrigeración (cada UMA tiene una capacidad de refrigeración de 25 kW). El autor concluye que el sistema estaría compuesto por cuatro UMA, obteniendo un ahorro energético favorable, así como también la evaluación del sistema.

1.1.3. Antecedentes Locales.

Castillo y Nonalaya (2019) en su indagación denominada “*Diseños de sistemas de climatización en el aula prefabricada del Centro educativo del nivel primario y secundario de menores N° 16003 Miraflores – Jaén – Cajamarca*”, cuyo objetivo fue diseñar sistemas de climatización en salones prefabricadas, sosteniendo que para obtener los cálculos de las cargas térmicas y las capacidades frigoríficas se analizaron los parámetros como dimensiones de medidas geométricas, números de personas, temperaturas interiores y exteriores, accesorios que se encuentran en el lugar, donde para estimar las cargas térmicas se utilizó el software Tecno Clima versión 2.0, dando como resultados para la aula “A” cargas térmicas de 44 926,41 BTU/h

y para el aula “B” cargas térmicas de 35 023,06 BTU/h. con un costo inicial de los equipos de S/.9 300,00 y costos de operaciones anuales de S/.5 159,00.

Vega (2019) en su tesis titulada “*Diseños de sistemas de aire acondicionado solares por absorciones para la climatización del puesto de salud Montegrande - Jaén*”, cuyo objetivo fue diseñar sistemas de aire acondicionado para el hospital de Montegrande. Señala de la importancia de los sistemas de energía renovable, ya que estos sistemas no sobrecargan la red eléctrica y no exigen mucha electricidad. El principal cometido del proyecto es la refrigeración del hospital mediante energía solar y carga térmica en la provincia de Jaén, siendo una metodología importante para el diseño del sistema, realizando cálculos de diseño con componentes como colectores solares (captación termosolar), máquina de refrigerante mediante proceso de absorción, tanque de almacenamiento térmico, donde se utilizó una máquina H₂O–LiBr de refrigeración por absorción de simple efecto, como resultado de las cargas térmicas totales del sistema diseñado es de 7 8103,2 BTU/h. (p, 13)

1.2. Problema

Las altas temperaturas climáticas afectan en nuestras labores diarias, así como también puede afectar en nuestra salud como enfermedades a la piel, deshidratación, calambre, agotamiento y diversas alteraciones para nuestra salud.

El uso de lugares públicos, como es el caso de la biblioteca municipal de la localidad de Bellavista, que están expuestos diariamente a temperaturas altas, y más aún ante una mayor asistencia del público, afectan el rendimiento de los asistentes.

Siendo un problema frecuente en la biblioteca municipal del Distrito de Bellavista, debido a que sus temperaturas oscilan entre 20°C a 35°C, provocando un gran margen de

ganancias de calor térmico en el exterior, contemplando que dicho local cuenta con una dimensión de 13,91 por 7,50 metros cuadrado teniendo una área de 104,32 m², con material de construcción tipo ladrillo común con aislamiento de concreto, tomando en cuenta también el calor generado por los equipos existentes en el interior del local, afectando aún más el confort térmico, siendo así instituciones públicas que no cuentan con estos sistemas de climatización, lo cual se ve afectada la calidad de confort térmico y salud dentro de la Biblioteca Municipal de Bellavista.

1.3. Formulación Del Problema

¿Cómo mejorar la climatización en la Biblioteca Municipal del Distrito de Bellavista – Jaén por medio de un dimensionamiento apropiado de un sistema de aire acondicionado?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Económica

De ser implementado el sistema de aire acondicionado para la biblioteca municipal de la localidad de Bellavista, mejorará las condiciones climatológicas de dicho espacio, además influirá en el aspecto económico, ya que, en comparación de otros sistemas, este se verá reflejado en la selección del equipo que cumpla con las normas y protocolos de aire acondicionado.

1.4.2. Justificación Social

La implementación de sistemas de aire acondicionado en la Biblioteca Municipal Regional Bellavista ayudará al mejoramiento de la calidad de vida del personal y usuarios al brindar un clima que permita al personal y usuarios elaborar sus tareas cotidianas de forma eficiente.

1.4.3. Justificación Ambiental

De ser implementado los sistemas de aire acondicionado para la biblioteca municipal de la localidad de Bellavista, se tomará en cuenta un sistema con refrigerante no contaminante (R-410) y amigable con el medio ambiente, obteniendo así una mejor calidad de confort térmico en el espacio.

1.4.4. Justificación Tecnológica

Un buen dimensionamiento de equipos tecnológicos, ecológicos y eficientes, relacionados a los cuidados del ambiente y a los ahorros energéticos, ayudará a cubrir la demanda térmica del local, permitiendo así un funcionamiento óptimo y un buen rendimiento del sistema.

1.5. Hipótesis

El dimensionamiento de un sistema de aire acondicionado influye en un 22.8% en la mejora de climatización en la biblioteca municipal del distrito de Bellavista, Jaén.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

- Dimensionar un sistema de aire acondicionado para la climatización de la biblioteca municipal del distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Cajamarca.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las condiciones climáticas internas y externas de la biblioteca Municipal del distrito de Bellavista - Jaén.
- Determinar la carga térmica del sistema aire acondicionado.
- Seleccionar los equipos acorde al dimensionamiento del sistema de aire acondicionado.
- Evaluar la Valorización técnica y económica del proyecto.

II. Materiales y Métodos

2.1. Objeto de estudio

El estudio realizado está enfocado en dimensionar un sistema de aire acondicionado para la climatización de la biblioteca municipal del distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Cajamarca, analizando los datos climatológicos en el área de estudio, proporcionando resultados deseados para un eficaz dimensionamiento de equipos de aire acondicionado

2.2. Ubicación del área de estudio

2.2.1. Área de estudio.

El proyecto estará localizado en el local de la Biblioteca Municipal del Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, como se muestra en la figura 1 y la figura 2, que se encuentra a una Latitud de $5^{\circ} 39' 47''$, a una Longitud de $78^{\circ} 40' 45''$ y a 421 msnm.

Figura1.

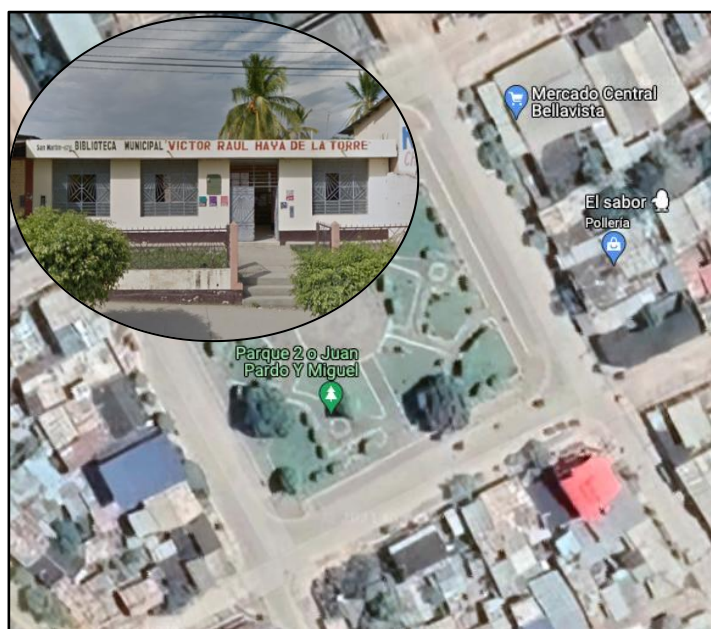
Ubicación del Distrito de Bellavista – Jaén.



Nota. Elaboración propia. Tomado de Google Maps

Figura2.

Ubicación de la biblioteca Municipal del Distrito de Bellavista-Jaén.



Nota. Elaboración propia. Tomado de Google Maps

2.3. Población

Está conformado por todos los usuarios que frecuentan a la Biblioteca municipal del distrito de Bellavista durante los horarios de operación establecidos, atendiendo a estudiantes, profesionales, residentes locales y visitantes temporales que utilizan los recursos y servicios disponibles en el local.

2.4. Muestreo

En este estudio se utilizó un muestreo No probabilístico por conveniencia. Este enfoque fue seleccionado debido a la accesibilidad de los usuarios de la biblioteca municipal del distrito de Bellavista durante el periodo de estudio

2.5. Muestra

La muestra de estudio estuvo compuesta por los usuarios regulares durante el periodo de tiempo especificado para la recolección de datos de la Biblioteca municipal del distrito de Bellavista.

2.6. Métodos

Según Huanca (2016), en su indagación titulada “*Diseño de un sistema de aire acondicionado para un restaurante en la ciudad de Lima*”, emplea como método la obtención total de la carga térmica a través de diversos factores, así como el análisis de las condiciones climáticas del lugar. El autor considera estadísticas de las temperaturas obtenidas desde el año 2015 hasta el año 2016, donde se registraron temperaturas altas en la ciudad de Lima, dando a conocer los procedimientos utilizados para los resultados finales de la carga térmica del lugar.

En nuestro presente estudio, la metodología empleada se aplica los procedimientos adecuados, utilizando técnicas para la recolección de datos necesarios, adquiriendo así los

resultados deseados para el cálculo total de la carga térmica, obteniendo un buen dimensionamiento de sistema de aire acondicionado.

Procedimientos

1. **Técnicas Para La Recolección De Datos.** Seguidamente se detalla las técnicas para el dimensionamiento de aire acondicionado, utilizadas de manera precisa, obteniendo así los resultados finales y cumpliendo con los objetivos para el presente proyecto.

- Evaluación de las condiciones climáticas de la biblioteca municipal de la localidad de Bellavista.
- Determinación de la carga térmica, utilizando las normas ASHRAE.
- Selección de los equipos acorde a la carga térmica calculada.
- Evaluación de la valorización del proyecto, calculando los valores actuales netos (VAN) y las tasas internas del retorno (TIR)

La evaluación de las condiciones climáticas se tomaron en función de los datos climatológicos de la biblioteca del distrito de Bellavista – Jaén, adquiridos para este proyecto, que han sido tomados desde el año 2015 hasta el año 2020, datos que nos brinda la NASA que son valores a tomarse en cuenta para el dimensionamiento de los sistemas de aire acondicionado.

Tabla1.*Datos de Temperatura Máxima (°C) en el Distrito de Bellavista – Jaén*

AÑO / MES	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	31,37	34,78	31,62	33,08	31,56	34,80
Febrero	34,73	32,12	32,13	32,11	30,59	32,65
Marzo	30,61	32,87	30,16	29,69	30,48	34,19
Abril	29,89	32,70	31,14	30,19	32,92	32,43
Mayo	30,79	31,91	30,20	30,30	31,56	32,66
Junio	29,23	29,30	30,76	29,23	29,99	31,08
Julio	30,71	30,03	30,87	30,51	31,43	30,06
Agosto	32,23	32,01	32,80	30,58	31,37	32,56
Setiembre	32,85	33,55	32,66	32,55	35,98	33,25
Octubre	33,87	36,02	33,40	34,96	31,51	35,30
Noviembre	34,43	35,83	34,56	33,20	34,55	35,02
Diciembre	34,25	31,11	33,49	34,20	31,58	31,93

Nota. Elaboración propia. Datos NASA (2015 - 2020)

Tabla2.*Datos de Temperatura Mínima (°C) en el Distrito de Bellavista – Jaén*

AÑO / MES	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	15,89	17,51	15,59	15,23	15,54	14,90
Febrero	14,96	16,70	16,40	14,37	16,67	16,52
Marzo	17,20	17,11	15,54	16,36	16,71	17,12
Abril	16,03	15,62	15,33	14,83	16,74	15,73
Mayo	15,32	15,95	15,43	16,02	15,69	15,65
Junio	14,44	13,78	13,23	14,10	15,05	14,48
Julio	14,40	14,51	13,25	14,06	14,75	14,28
Agosto	14,77	16,00	14,56	14,08	13,54	15,24
Setiembre	15,16	16,05	15,90	14,69	14,85	15,55
Octubre	16,30	14,13	15,52	16,71	15,01	16,10
Noviembre	14,08	10,65	13,89	16,02	14,72	12,40
Diciembre	16,46	16,26	16,33	14,10	16,23	15,77

Nota. Elaboración propia. Datos NASA (2015 - 2020)

Tabla3.*Datos de Humedad Relativa (%) en el Distrito de Bellavista – Jaén*

AÑO / MES	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	71,75	63,81	73,38	72,12	71,12	67,00
Febrero	69,62	71,00	71,88	71,38	73,81	71,19
Marzo	74,06	73,56	77,50	75,94	73,94	67,25
Abril	76,94	73,06	76,06	74,81	72,00	68,69
Mayo	74,94	70,19	75,06	74,56	70,69	68,44
Junio	74,12	71,81	71,06	70,06	69,94	70,69
Julio	71,81	69,19	69,19	67,25	70,12	74,06
Agosto	64,94	62,25	66,06	66,31	66,31	62,81
Setiembre	61,00	64,12	64,44	62,38	60,94	66,00
Octubre	64,50	61,69	65,25	61,88	67,50	58,69
Noviembre	63,75	53,06	65,56	69,00	65,94	59,56
diciembre	66,81	70,31	68,38	69,44	73,94	70,06

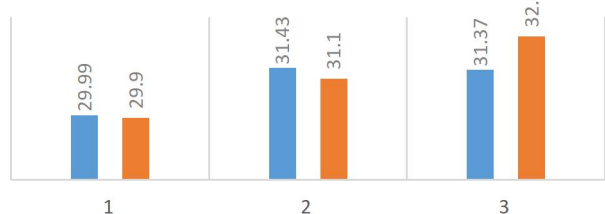
Nota. Elaboración propia. Datos NASA (2015 - 2020)

Los datos climatológicos también fueron tomados por un Termohigrometro por un periodo de tres meses, donde posteriormente se realizó una comparativa de la temperatura máxima, mínima y humedad relativa con los datos de la NASA.

	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)			TEMPERATURA MÍNIMA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)		
	2019-Jun	2019-Jul	2019-Ago	2019-Jun	2019-Jul	2019-Ago	2019-Jun	2019-Jul	2019-Ago
NASA	29.99	31.43	31.37	15.05	14.75	13.54	69.94	70.12	66.31
TERMOHIGROMETRO	29.9	31.1	32.4	16.1	15.2	14.1	68	69	67

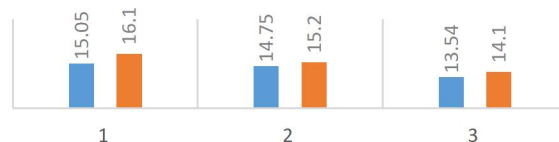
TEMPERATURA MÁXIMA

■ NASA ■ TERMOHIGROMETRO



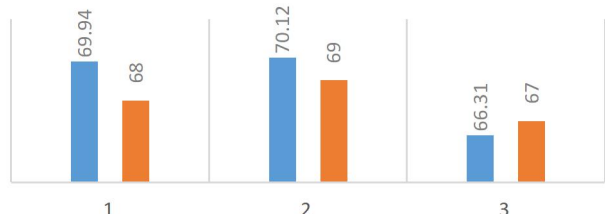
TEMPERATURA MÍNIMA

■ NASA ■ TERMOHIGROMETRO



HUMEDAD RELATIVA

■ NASA ■ TERMOHIGROMETRO



Termohigrometro

Nota. Elaboración propia

Los materiales utilizados para el desarrollo y adquisición de datos de nuestro estudio son:

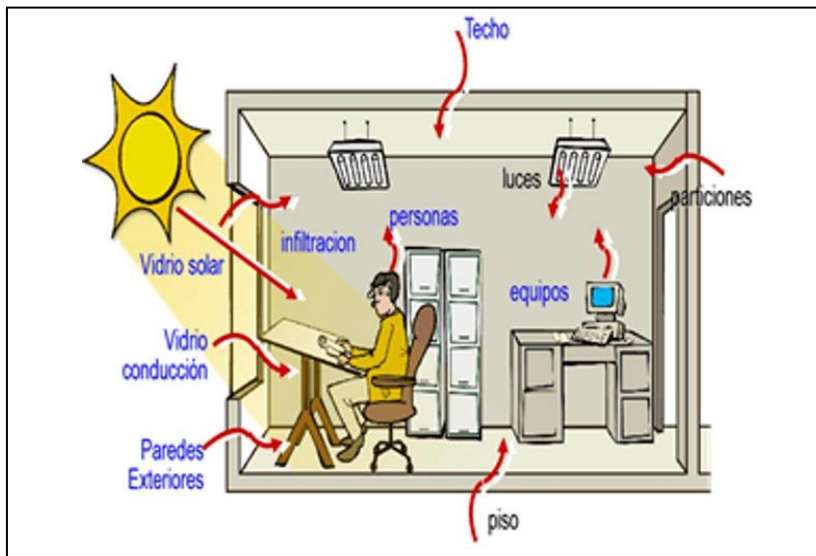
- ✓ Termo Higrómetro: Se utilizó un Termo Higrómetro BOECO, instrumento para las mediciones de la humedad y temperatura relativa dentro de la biblioteca municipal de Bellavista – Jaén

- ✓ Mapas solares: Se utilizaron datos históricos del clima en el distrito de Bellavista procedentes de las bases de datos de la NASA, para determinar la temperatura exterior en el local.
- ✓ Laptop: Se utilizó una laptop HP CORE I5 necesaria para las determinaciones de las cargas térmicas en el programa Excel
- ✓ Wincha: Material utilizado para obtener las medidas de las paredes, ventanas y puertas del local de estudio.

2. **Balance térmico.** Es la energía de calor que se requiera vencer del espacio o área a climatizar para el confort humano, tomando en cuenta las relaciones termodinámicas y las expresiones recomendadas de las normas ASHRAE en sus diversos estándares. La cantidad de calor estará definido en BTU.

Figura3.

Ganancias de calor para un recinto



Nota. Pita (2005)

El balance térmico del área donde se realizará el estudio se puede calcular agrupándolos de la siguiente manera:

- Ganancia de Calor Interior y Calor Exterior del Local

En las ganancias de calor interior se tendrá presente todo lo que puede generar ganancias y pérdidas de calor:

- ✓ La presencia de las personas presentes en el local, constituyen una ganancia de calor en los interiores del local.
- ✓ La iluminación de las luminarias en los interiores del local genera una ganancia de calor.
- ✓ Los equipos, que dependiendo de la potencia de su funcionamiento generan ganancias del calor

Para las ganancias del calor producido por el exterior del local, se tendrá en cuenta los factores climáticos y todo aquello que puede generar ganancias y pérdidas de calor para el local a climatizar.

- ✓ Las altas radiaciones solares existente en el distrito de Bellavista – Jaén, produce una ganancia de calor mediante los vidrios y paredes del local.
- ✓ Las transferencias del calor que es producido entre los interiores y exteriores del local.
- ✓ La infiltración de aire del exterior hacia el interior del local genera una ganancia de calor.

El requerimiento total de refrigeración (Q_{total}) se puede definir de la siguiente manera:

$$Q_{total} = Q_{producto} + Q_{otras\ fuentes} \quad (1)$$

Una vez de haber obtenido la información necesaria se procederá a calcular la carga térmica total de la Biblioteca Municipal del Distrito de Bellavista, teniendo en cuenta que el calor será producido por los diferentes cuerpos y/o factores internos y externos que se generarán. La cantidad de calor estará definido en BTU.

$$Q = U * A * \Delta T \quad (2)$$

Donde:

Q: Calor transferido (W)

U: Coeficiente global de transferencia de calor (W/m. °C)

A: Áreas superficiales externas (m²)

ΔT: Diferencias de temperatura entre el interior y exterior del local (°C)

3. Carga Térmica Del Local. Las cargas térmicas se determinan como las cantidades del calor que se debe eliminar de la zona de enfriamiento para disminuir o conservar la temperatura deseada. En áreas donde se requiere refrigeración, las cargas térmicas deben eliminarse mediante refrigeración, resultante de una serie de cargas de calor asociadas con diversas fuentes (Nieto, 2012).

Para el cálculo de la Carga térmica, las normas ASHARE establecen que se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Transmisiones de calor por las superficies
- Calentar los alimentos a la temperatura esperada.
- Calor interno alusivo a individuos.
- Equipamiento y lámpara, infiltración de aire
- Producción de calor y tiempo de funcionamiento esperado: el factor de seguridad.

4. Ganancias De Cargas Internas Del Local. Son todas las cargas que se hallan en el interior del local de la Biblioteca Municipal de Bellavista. Las cargas térmicas que encontramos son: personas, alumbrado, equipos y todo aquello que genere calor dentro del local.

Carga térmica aportada por las personas. Los sujetos que se encuentren en el local generan calor con su presencia, que es causada por las diversas actividades que realizan en el interior del local. El calor que aportan los individuos, se clasifica en calor Latente y en calor Sensible, que se estiman con las ecuaciones siguientes:

$$Q_S = q_s * n * FCE \quad (3)$$

Donde:

Q_S = Calor Sensible Total producido por la persona

q_s = Ganancias del calor Sensible

n = Números de individuos

FCE = Factores de carga de enfriamiento

El factor de carga de enfriamiento se considerada 0.84, ya que los sistemas de aire acondicionado funcionarán 8 horas diarios.

$$Q_L = q_L * n \quad (4)$$

Donde:

Q_L = Calor Latente Total producido por la persona

q_L = Ganancias de calor Latente

n = Números de sujetos

Carga térmica aportada por la iluminación. Las Cargas de Iluminación en el interior de la Biblioteca generan un aporte de calor. Para los cálculos de las ganancias del calor por iluminación se determina por la ecuación siguiente (Acondicionamiento de aire – Edward G. Pita, 2005)

Se tienen los siguientes datos de iluminación para la Biblioteca:

$$- Q_{al} = 3,4 * W * FB * FCE \quad (5)$$

Donde:

Q_{al} = Total de ganancia de calor del alumbrado.

W = Potencia de la Iluminación.

FB = Factor de uso de luz.

FCE = Factor de carga de enfriamiento para alumbrado

El Factor de carga de enfriamiento (FCE) dependerá del tiempo que estén encendidos las luminarias, el trabajo de sistema de alumbrado, la cantidad de ventilación, y la construcción del local. También se considerará los almacenamientos de parte de ganancia de calor de las luminarias, así como también el tiempo de encendido del alumbrado.

Para las normas ASHRAE los siguientes casos aplicarse, se considerará que el factor de carga de enfriamiento (FCE) = 1, donde hay almacenamiento:

- Los sistemas de aire acondicionado funcionan durante más de 16 horas.
- Los sistemas de aire acondicionado funcionan durante las horas de uso.
- Se permiten incrementar la temperatura clima durante las horas de descanso (bajada de temperatura)

Carga térmica generada por los equipos. Es la carga térmica generada por los equipos que se encuentran en los interiores de la Biblioteca Municipal, es determinada mediante la potencia que posee cada equipo.

Los equipos que podemos encontrar dentro del local, son:

- 01 Computadora con una potencia de 180 Watts
- 01 impresora con una potencia de 120 Watts

Para determinar el calor producido por estos equipos, se empleará la siguiente ecuación:

$$- Q_{TOTAL, EQUIPOS} = Q_{Impresora} + Q_{COMPUTADORA} \quad (6)$$

5. Cargas Externas Del Local. Son las cargas térmicas que se hallan en el exterior del local de la Biblioteca Municipal de Bellavista. Las cargas térmicas que encontramos son:

Carga Térmica aportada por radiación solar a través de los vidrios. Según Pita, E (2005), en su libro “Acondicionamiento del aire”, define lo siguiente:

La energía solar atraviesa material transparente como los vidrios y se convierte en un material caliente en su interior. Su valor depende del tiempo, formato, protección y efectos de almacenamientos. Las ganancias netas de calor se pueden estimar por medio de la siguiente ecuación:

$$Q = FGCS * A * CS * FCE \quad (7)$$

Donde:

Q = Ganancias netas por radiaciones solares mediante el vidrio, BTU/h

FGCS = Factores de ganancias máximas de calor solar, BTU/h – ft²

A = Áreas del vidrio, ft²

CS = Coeficiente de sombreado

FCE = Factores de cargas de enfriamiento para los vidrios.

Carga Térmica aportada por las paredes exteriores. Según Pita, E (2005) citado en Huanca, E (2016), afirma lo siguiente:

La ganancia de calor mediante las paredes exteriores, el techo y el vidrio se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Q = U * A * DTCE_e \quad (8)$$

Donde:

Q = Ganancias netas de los recintos por conducciones mediante el pared, techo o vidrio, BTU/h

U = Coeficiente general de transferencia de calor para el techo, paredes o vidrios BTU/h-ft-°F

A = Áreas de pared, tech o vidrios, ft²

DTCE_e = diferencias de temperatura para cargas de enfriamiento, °F

Los valores de DTCE que se hallan deben de ser modificados como sigue:

$$DTCE_e = [(DTCE + LN) * K + (78 - t_R) + (t_o - 85)] * f \quad (9)$$

Donde:

DTCE_e = Valores corregidos de DTCE, °F.

DTCE = Temperatura de la tabla 30, °F

LM = Correcciones para latitud mes, de la tabla 31

K = Correcciones debido al color de las superficies

$$K = \begin{cases} 1,0 & \text{para superficie oscura o área industrial} \\ 0,5 & \text{para techos de colores claros en zona rural.} \\ 0,65 & \text{para paredes de colores claros en zona rurales} \end{cases}$$

t_R = Temperatura del recinto °F

t_o = Temperatura de diseños exteriores promedios °F

f = Factores de correcciones para las ventilaciones de cielo raso (solo para techos)

f = 0,75 para ventiladores de entepiso (techo falso) en los demás casos, usar f = 1,0

Carga Térmica aportada por conducción a través de vidrios exteriores. Para los casos de vidrios externos, se generará una carga térmica por conducción, calculándose de la siguiente manera:

$$DTCE_e = DTCE + (78 - t_r) + (t_o - 85) \quad (10)$$

Donde:

T_r = 77 °F

T_o = 92,80°F

Transferencia de calor por infiltración. La cantidad de calor que entra por las ventanas y puertas del edificio se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_s = 1.1 * CFM * \Delta T \quad (11)$$

$$Q_l = 0.68 * CFM * (W_e - W_i) \quad (12)$$

6. Valor Actual Neto (VAN). El VAN representa la factibilidad de un proyecto, tomando en cuenta los flujos de ingreso, egresos y la inversión inicial, viendo si el resultado final es favorable o desfavorable para la ejecución del proyecto

✓ **VAN > 0;** El VAN con valor positivo y/o mayor que cero, significará que el proyecto rentable y beneficioso.

✓ **VAN = 0;** El VAN con un valor igual a cero, significará que el proyecto no va a generar beneficios ni pérdidas.

✓ **VAN < 0;** El VAN con un valor inferior a cero, significará que el proyecto va generar pérdidas, por lo que el proyecto tendrá que ser denegado.

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{Ft}{(1+k)^i} - I_0 \quad (13)$$

Donde:

Ft = Flujo de beneficio neto (Diferencia del flujo de beneficio y flujo del costo)

K = Tasa de interés del Proyecto (10%)

i = Vida útil del proyecto (15 años)

I₀ = Inversión Inicial del proyecto

7. Tasa Interna De Retorno (TIR). Este es el procedimiento para la evaluación del proyecto donde se refleja su viabilidad, determinando la tasa porcentual de rentabilidad (porcentaje de ganancia o pérdida) que se puede obtener de la inversión.

Para el cálculo del TIR, se va a emplear la siguiente ecuación:

$$TIR = \sum_{n=0}^n \frac{Fn}{(1+I)^n} \quad (14)$$

Donde:

Fn = Flujo de beneficio (Diferencia del flujo de beneficio y flujo de costo)

I = Inversión inicial del proyecto

n = Periodo de evaluación del proyecto

III. Resultados

3.1. Condiciones Climáticas Internas y Externas

Para el dimensionamiento del balance térmico en el local que se acondicionará de este proyecto, se utilizará los datos climatológicos recogidos anteriormente, obtenidos de la NASA, donde se dimensionará en función de las situaciones más desfavorables que se registraron

Las normas ASHRAE establecen para un mejor diseño de climatización la temperatura ambiente interna del local:

Humedad Relativa : 50%

Temperatura de Bulbo Seco : 77°F

Para nuestro cálculo se han obtenido las temperaturas máximas externas del local de la Biblioteca Distrital de Bellavista, para un mejor diseño, en la fecha 22 de septiembre del 2019, donde se alcanzó la temperatura más alta de 35,98°C (96,76°F) a la hora 02:00 pm. y el 04 de Abril del 2015 se tuvo una Humedad relativa de 76,94%, datos obtenidas por medio de la NASA.

Humedad relativa : 76,94%

Temperatura de Bulbo Seco: 96,76 °F

Para la temperatura de bulbo seco, se necesitan valores corregidos, por lo cual se realiza el siguiente procedimiento.

Tabla4.

Temperatura máxima y mínima

T° MAXIMA	35,98 °C
T° MÍNIMA	10,65 °C

Nota. Elaboración propia. Datos obtenidos de la Nasa (2015 – 2020)

$$DT (^{\circ}C) = T_{MAX} - T_{MIN}$$

$$DT (^{\circ}C) = 25,33 ^{\circ}C$$

De la tabla 34, se obtiene que el factor de corrección en función a la hora (02:00 p.m.) a considerar:

$$\text{Factor } C = 1,1^{\circ}C$$

- $T'_{EXTERIOR} = 35,98 ^{\circ}C - 1,1 ^{\circ}C$
- $T'_{EXTERIOR} = 34,88 ^{\circ}C$

De la tabla 35, obtenemos la corrección de la temperatura en función del mes a considerar, donde el intervalo de variación anual de temperatura es

Tabla5.

Temperaturas máximas tomadas para el año 2019

MES	TEMPERATURA MÁXIMA
	$^{\circ}C$
ENERO	31,56
FEBRERO	30,59
MARZO	30,48
ABRIL	32,92
MAYO	31,56
JUNIO	29,99
JULIO	31,43
AGOSTO	31,37

SEPTIEMBRE	35,98
OCTUBRE	31,51
NOVIEMBRE	34,55
DICIEMBRE	31,58

$$DT (^{\circ}C) = 383,52 / 12$$

$$DT (^{\circ}C) = 31,96$$

Nota. Elaboración propia. Datos obtenidos Nasa.

$$\text{Factor}_{\text{Mes}} C = 1,1^{\circ}C$$

Para el cálculo de la temperatura de diseño exterior promedio °F (T_o), se utilizará la siguiente ecuación:

$$T_o = T'_{\text{EXTERIOR}} - \text{Factor}_{\text{Mes}} C$$

$$T_o = 34,88^{\circ}C - 1,1^{\circ}C$$

$$T_o = 33,78^{\circ}C = 92,80^{\circ}F$$

El procedimiento para el balance de las pérdidas y ganancias de energía térmica en el interior y exterior del local acondicionar, se realizará de la siguiente manera:

- Radiación solar
- Conducción a través de las paredes, vidrios y techos
- Conducción a través del piso, cielo raso y divisiones internas
- Equipos
- Alumbrado
- Personas
- Aire exterior que se infiltra a través de las aberturas

Para realizar el cálculo térmico para el proyecto, agruparemos las ganancias de energía térmica en dos partes:

- Ganancias de calor que se obtienen del interior del local
- Ganancias de calor que se obtienen del exterior del local

La influencia que se obtendrá ante la implementación del sistema de aire acondicionado, se verá reflejada de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de mejora} = (T2 - T1) / T2$$

Donde:

T2 = Temperatura antes de la instalación del sistema de aire acondicionado (Temperatura máxima de 32.4°C obtenida con la medición de Termohigrómetro).

T1 = Temperatura después de la instalación del sistema de aire acondicionado (Temperatura deseada de 25°C basándose en las normas ASHRAE).

$$\text{Porcentaje de mejora} = 22.8\%$$

3.2. Cálculo De Las Cargas Térmicas Internas y Externas.

3.2.1. Cálculo de la carga térmica aportada por las personas.

Las ganancias de las cargas térmicas que es ocasionada por individuos en el interior del local, se calcula mediante las ecuaciones 03 y 04.

Los datos de las ganancias de Calor Sensible y del Calor Latente de los ocupantes se obtendrán de las tablas 06 y 07, donde tomaremos los datos para oficinas de la tabla 26.

Tabla6.*Datos para la obtención del calor sensible*

Actividad	Personas	Calor Sensible (BTU)	Factor de Carga de Enfriamiento (FCE)	Q_{SENSIBLE}
Sentados	18	255	0,84	3 855,60

Nota. Elaboración propia**Tabla7.***Datos para la obtención del calor latente.*

Actividad	Personas	Calor Sensible (BTU)	Q_{LATENTE}
Sentados	18	255	4 590,00

Nota. Elaboración propia**3.2.2. Cálculo de la carga térmica aportada por la iluminación.**

Para los cálculos de las cargas térmicas generadas por la iluminación, se tendrá en cuenta los datos obtenidos de la tabla 8.

Tabla8.*Carga térmica aportadas por las luminarias.*

Local	Nº de Focos	Potencia (Watts)	Potencia Total (Watts)
Biblioteca			
Municipal de Bellavista - Jaén	6	29	174

Nota. Elaboración propia

El uso de iluminación que se hallan en el interior del local es de alumbrado de fluorescente, donde su Factor de balastra (FB) =1,25. Las luminarias cuenta con una potencia (W) = 29 W

Con los datos ya obtenido, lo reemplazamos en la ecuación 5, obteniéndose el siguiente resultado:

- $Q_{al} = 739,5 \text{ BTU/h}$

3.2.3. *Cálculo de la carga térmica aportada por los equipos.*

El cálculo de la carga térmica del equipo depende de los parámetros técnicos de cada equipo. Los datos del aparato se muestran en la Tabla 9 a continuación.

Tabla9.*Carga térmica aportadas por equipos.*

Equipos	Cantidad	Potencia	% de calor originado	Potencia	Calor
				Total (W)	BTU/h
Computadora	1	180	0.9	162	550,8
Impresora	1	120	0.9	108	367,2

Nota. Elaboración propia

Para la conversión de Potencia a calor, se toma que $1W = 3,40 \text{ BTU/H}$

La carga térmica Total en BTU/h es igual a la sumatoria de los equipos en el interior del local, así como se especifica en la ecuación 6:

- $Q_{\text{TOTAL, EQUIPOS}} = 918 \text{ BTU/h}$

3.2.4. Cálculo de la carga térmica aportada por radiación solar a través de los vidrios.

El cálculo de las ganancias de calor que se genera por la radiación solar mediante los vidrios se determinará con la ecuación 7.

El FGCS se seleccionará de la tabla 27, tomando como referencia el mes de septiembre del 2019 de la tabla 1, donde las ventanas están ubicadas en el lado Suroeste de la biblioteca Municipal de Bellavista, a una latitud de 5° (SW).

Los datos obtenidas de la tabla 27 son para las latitudes norte, por lo que en la tabla 10 se verán las equivalencias necesarias para una orientación adecuada de los hemisferios, obteniendo como resultado una orientación norte con latitudes NW.

Tabla10.*Equivalencias de orientaciones de hemisferios*

Orientación en el hemisferio Sur	Orientación en el hemisferio
	Norte
Noreste	Sureste
Este	Este
Sureste	Noreste
Sur	Norte (sombra)
Suroeste	Noroeste
Oeste	Oeste
Noreste	Suroeste
Norte (sombra)	Sur

Nota. Elaboración propia. Tomado de Huancas (2016)

Interpolando con los valores de las latitudes 0° y 8° de la tabla 27 para obtener el resultado de FGCS a una latitud de 5° NW, para el mes de septiembre, obtenemos la siguiente ecuación:

<u>Latitud</u>	<u>FGCS</u>
0°	163
5°	$FGCS_{5^\circ}$
8°	149

$$\frac{0 - 5}{0 - 8} = \frac{163 - FGCS}{163 - 149}$$

$$FGCS_{5^\circ} = 154,25 \text{ BTU/h-ft}^2$$

Para la determinación del área del vidrio de las ventanas, tomaremos las medidas de la vista del plano de la figura 5.

Tabla11.

Áreas de las ventanas del local.

	ALTURA	ANCHO	ÁREA	ÁREA(ft ²)
	(m)	(m)	(m ²)	
VENTANA 1	2,13	2,27	4,8351	52
VENTANA 2	2,13	2,27	4,8351	52
VENTANA 3	2,13	2,27	4,8351	52
VENTANA 4	2,13	2,27	4,8351	52
VENTANA 5	2,13	2,27	4,8351	52

Nota. Elaboración propia

El coeficiente de sombreado (CS) se determinará mediante los valores de la tabla 28. Para nuestro proyecto, se utilizan un tipo de vidrio sencillo claro, sin sombreado interior, por lo que el valor del CS = 0,60

Para determinar el FCE, se tomará los valores de la tabla 29, ubicado en el NW del hemisferio sur (SW hemisferio norte) y a las 2.00 pm, para una construcción media del local, obteniendo lo siguiente:

$$FCE = 0,21$$

Teniendo los datos necesarios, reemplazamos en la ecuación 7:

$$Q = 1\,010,65 \text{ BTU/h}$$

Tabla12.

Datos de la carga térmica del local aportada por radiación solar a través de los vidrios

VIDRIO	AREA (ft ²)	ORIENTACION	EQUIVALENTE	FGCS	CS	FCE	Q
V ₁	52	SW	NW	154,25	0,60	0,21	1 010,65
V ₂	52	SW	NW	154,25	0,60	0,21	1 010,65
V ₃	52	SW	NW	154,25	0,60	0,21	1 010,65
V ₄	52	NE	SE	171,13	0,60	0,40	2 135,70
V ₅	52	NE	SE	171,13	0,60	0,40	2 135,70
TOTAL							7 303,35

Nota. Elaboración propia

3.2.5. Cálculo de la carga térmica aportado por las paredes exteriores.

Para el procesamiento de las ganancias de calor generado por las paredes exteriores, se realiza con las ecuaciones 8 y 9.

Para el cálculo del área de las paredes exteriores, se tomará en cuenta la data de la tabla 13, 14 y de la figura 4.

Tabla13.*Dimensiones y especificaciones de las ventanas*

CUADRO DE VANOS			
VENTANAS			
TIPO	Ancho(m)	Altura(m)	Observaciones
V1	2,27	2,13	Ventana de vidrio TEMPLEX e= 5mm, con marco de fierro.
V2	2,27	2,13	Ventana de vidrio TEMPLEX e= 5mm, con marco de fierro.
V3	2,27	2,13	Ventana de vidrio TEMPLEX e= 5mm, con marco de fierro.
V4	2,27	2,13	Ventana de vidrio TEMPLEX e= 5mm, con marco de fierro.
V5	2,27	2,13	Ventana de vidrio TEMPLEX e= 5mm, con marco de fierro.

Nota. Elaboración propia

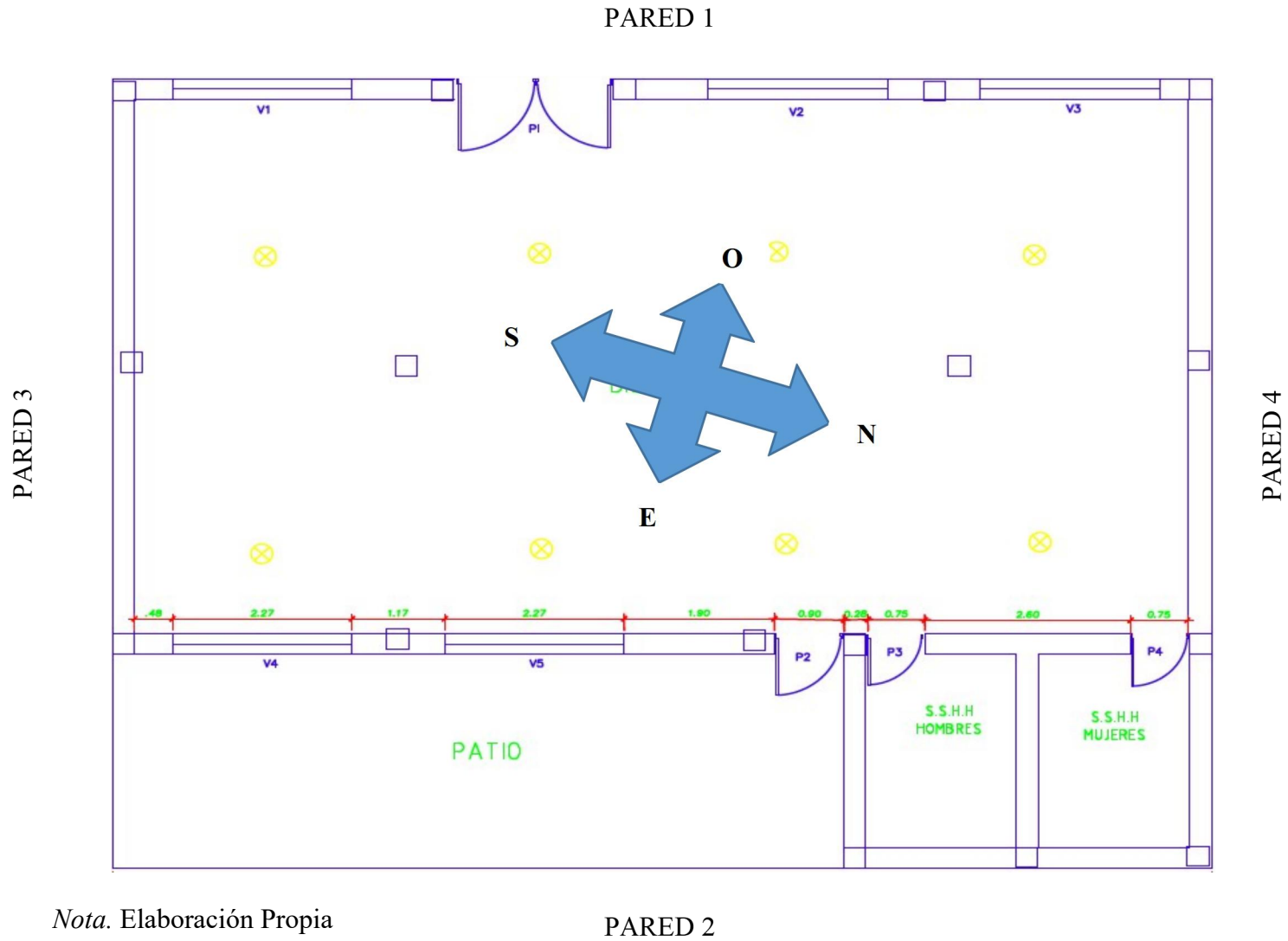
Tabla14.*Dimensiones y especificaciones de las puertas.*

CUADRO DE VANOS			
PUERTAS			
TIPO	Ancho(m)	Altura(m)	Observaciones
P1	2	3,13	Puerta de fierro 02 hojas, \neq de abertura 90°.
P2	0,90	2,10	Puerta de fierro 01 hoja, \neq de abertura 90°.
P3	0,75	3,13	Puerta de fierro 01 hoja, \neq de abertura 90°.
P4	0,75	3,13	Puerta de fierro 01 hoja, \neq de abertura 90°.

Nota. Elaboración propia

Figura4.

Plano de verificación de las coordenadas de la Biblioteca



Para hallar el área de las paredes exteriores, se utilizará la siguiente ecuación:

$$A_{\text{Pared1}} = A_{\text{Totalpared1}} - (A_{V1} + A_{V2} + A_{V3} + A_{\text{puerta1}})$$

$$A_{\text{Pared1}} = 13,91 (3,14) - (2,27 \times 2,13 + 2,27 \times 2,13 + 2,27 \times 2,13 + 2 \times 3,13)$$

$$A_{\text{Pared1}} = 43,6774 - (20,78)$$

$$A_{\text{Pared1}} = 22,88 \text{ m}^2 = 246,35 \text{ ft}^2$$

Para determinar el coeficiente global de transferencia de calor (**U**), se analizará las características de la pared de la biblioteca distrital de Bellavista.

Tabla15.

Descripción de las estructuras para obtener el coeficiente global de transferencia de calor.

ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN
Pared 1,2,3,4	Aislamiento de 2 in + ladrillo común de 4 in
Techo	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 2 in

Nota. Elaboración propia

Empleando la tabla 30 se logra el valor de **U** de la pared.

$$U = 0,111 \text{ BTU} / (\text{h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F})$$

La coordenada de la pared 1, 2, 3 y 4 se obtienen de la figura 4. Para la pared 1 verificamos que su coordenada es NW en hemisferio sur, y así podemos obtener el valor DTCE de la tabla 32.

$$DTCE = 11$$

El valor de $LM = 1^\circ\text{F}$ que es obtenida de la tabla 33.

La $T_R = 77^\circ\text{F}$, que se obtiene de las normas de ASHRAE del diseño establecido para el confort humano.

$$\text{La } T_o = 92,80 \text{ } ^\circ\text{F}$$

El valor de K es un función del color de la superficie, por lo que $K = 0,65$ para paredes de color claro en áreas rurales, y $K = 0,5$ para techos de color claro .

Se toma el valor de $f = 1$ (para paredes), y $f = 0,75$ para techos

Se reemplaza los valores en la ecuación 9 para calcular el $DTCE_c$

$$DTCE_c = 16,60 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Una vez obtenido las diferencias de temperaturas para cargas de enfriamiento ($DTEC_c$), se procederá a calcular las ganancias netas de calor del recinto, sustituyendo la data en el desarrollo 8, con los valores obtenidos de U, $DTCE_c$ y A.

$$Q = 453,92 \text{ BTU/h}$$

Tabla16.

Datos de la carga térmica aportada por las paredes exteriores

PARED,		AREA	Orientaciones		U	LM	DTCE	DTCE _E	Q _T
TECHO									
Pared	Tipos	Ft ²			Btu/hft ² - °F	°F	°F	F	Btu/h
Pared 1	Ext	246,35	SW	NW	0,111	1	11	17,68	453,92
Pared 2	Ext	295,03	NE	SE	0,111	-3	20	20,93	650,05
Pared 3	Ext	253,49	NE	SE	0,111	-3	20	20,93	558,53
Pared 4	Ext	253,49	SW	NW	0,111	1	11	17,68	467,08
TECHO	Ext	1122,14	N	S	0,2	1	40	22,78	4 931,81
TOTAL									7 061,39

Nota. Elaboración propia

3.2.6. Cálculo de la carga térmica aportado por conducción a través de vidrios exteriores.

De la tabla 36, se obtiene el valor de la corrección DTCE.

$$DTCE = 13^{\circ}F$$

Sustituimos el valor en el desarrollo 10.

$$DTCE_e = 21,80^{\circ}F$$

Los valores del coeficiente global de transferencia global de calor (U) para el tipo vidrio, se tomará de la tabla 37.

Posteriormente, ya con los datos obtenidos, sustituimos en el desarrollo 8 para hallar la carga térmica

$$Q = 895,54 \text{ BTU/h}$$

Tabla17.

Datos de la carga térmica del local aportada por conducción a través de vidrios exteriores.

VIDRIO	AREA (ft ²)	ORIENTA CION	EQUIVA LENTE	U	DTCE	DTCE _{CORRE}	Q (BTU/h)
V ₁	52	SW	NW	0,79	13	21,80	895,54
V ₂	52	SW	NW	0,79	13	21,80	895,54
V ₃	52	SW	NW	0,79	13	21,80	895,54
V ₄	52	NE	SE	0,79	13	21,80	895,54
V ₅	52	NE	SE	0,79	13	21,80	895,54
TOTAL							4 477,72

Nota. Elaboración propia

3.2.7. Cálculo de la carga térmica de la transferencia de calor por infiltración.

Las ganancias de calor mediante las infiltraciones existentes en el local, se determinarán con las ecuaciones 11 y 12.

Mediante estas ecuaciones, que son consideradas métodos de las fisuras, se calculará los CFM para tasas de infiltración por pie de fisura

Tabla18.

Tasas máximas de infiltración para diseño a través de ventanas y puertas exteriores

COMPONENTES	TASAS DE INFILTRACION
VENTANA	0,75 CFM / FT DE FISURA
PUERTA	1 CFM / FT DE FISURA

Nota. Elaboración propia

Se determinará el vínculo de humedad para la condición de aires exteriores e interiores, usando la carta psicométrica (Figura 6) con el valor de temperatura de bulbo seco y las humedades relativas en el interior y exterior del local.

$$W_e = 174 \text{ g agua/lb aire seco}$$

$$W_i = 68 \text{ g agua/lb aire seco}$$

Para el mes de septiembre, tenemos el valor de la temperatura de bulbo seco y las humedades relativas:

$$T_{BSINT} = 77^\circ\text{F} \quad H_R = 50\%$$

$$T_{BSEXT} = 92,80^\circ\text{F} \quad H_R = 76,94 \%$$

Se determinará el valor del CFM determinando los perímetros de las puertas y ventanas, multiplicados por las tasas máximas de infiltración

Tabla19.

Datos de la carga del local aportado por transferencia de calor por infiltración.

	Q_s (BTU/h)	Q_L (BTU/h)
Ventanas	1 881,60	7 803,56
Puertas	1 812,21	7 515,78
Total (BTU/h)	3 693,81	15 030,30

Nota. Elaboración propia

En la tabla 20 se muestra el resultado para las cargas térmicas obtenidas para la biblioteca Municipal del distrito de Bellavista

Tabla20.

Resultados de la carga térmica en BTU/h y TR.

CONDICIONES DE DISEÑO			
Fecha	Septiembre	Hora	02:00 P.M.
Latitud	5° 39' 47''	Longitud	78° 40' 45''
TBS _{EXT}	88,4°F	TBS _{INT}	77°F
GANANCIAS DE CALOR SENSIBLE			
	BTU/h	TR	
CARGAS TERMICAS POR CONDUCCION MEDIANTE LA PARED Y TECHO	7 061,39	0,59	
CARGAS TERMICAS POR CONDUCCION MEDIANTE EL VIDRIO EXTERNO	4 477,72	0,37	
CARGAS TERMICAS POR RADIACION MEDIANTE EL VIDRIO	7 303,35	0,61	
CARGAS TERMICAS POR RADIACION MEDIANTE LA LUMINARIA	739,50	0,06	
CARGAS TERMICAS POR LAS PERSONAS	3 855,60	0,32	
CARGAS TERMICAS POR LOS EQUIPOS	918,00	0,08	
CARGAS TERMICAS POR INFILTRACIONES	3 693,81	0,31	
GANANCIAS DE CALOR LATENTE			
CARGAS TERMICAS POR LAS PERSONAS	4 590,00	0,38	
CARGAS TERMICAS POR INFILTRACION ES	15 030,30	1,25	
Q TOTAL = Q_{SENSIBLE}+Q_{LATENTE} CARGA TERMICA REQUERIDA	47 669,67	3,97	

Nota. Elaboración propia. Tomado de Huancas (2016)

Se deberá tener en cuenta que 1TR = 12000 BTU/h

3.3. Selección Del Equipo.

Se tendrá en cuenta que el equipo a seleccionarse sea la adecuada para que pueda cumplir con las características y condiciones del local. En el mercado se puede encontrar 02 de tipos de equipo de aire acondicionado.

- Equipos de aire acondicionado con tecnología Inverter.
- Equipos de aire acondicionado Convencional.

En la tabla 21 se muestra las diferencias del equipo de aire acondicionado tipo Inverter y Convencional.

Tabla21.

Diferencias entre equipos de aire acondicionado tipo invertir y convencional.

EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO TIPO INVERTER	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO TIPO CONVENCIONAL
Funciona con el refrigerante R-410, que es más tecnológico cuidando la capa de ozono	Funciona con el refrigerante R-22, que daña la capa de ozono.
Es más silencioso	Nivel de ruido alto
Mayor confort en la habitación	Menor confort en la habitación
Se puede ahorrar hasta un 80% de energía	Consume mucha energía
Alarga la vida útil del equipo	Acorta la vida del equipo

Nota. Elaboración propia. Tomado de Friolandia Service (2021)

Para nuestra selección, se vio adecuado elegir 02 unidades de equipos de aire acondicionado Tipo Split Invertir LG con capacidades de 24 000 BTU/h cada uno, para que así se pueda cubrir la demanda de la carga térmica total de 47 669,67 BTU/h.

3.4. Valorización Económica Del Proyecto.

Un dimensionamiento adecuado para la climatización de aire acondicionado y una selección de equipos amigable con el medio ambiente resulta beneficioso, reduciendo el CO₂ hacia el ambiente, mejorando la salud, la calidad y bienestar de vida de los usuarios.

Para el estudio económico del sistema de climatización, también se tendrá en consideración los factores a considerar siguientes:

- Costos del equipo a instalar
- Costos de operación.
- Costos de mantenimiento.
- Costo total del proyecto.

3.4.1. Costo del equipo a instalar

El costo inicial del proyecto está basado en las compras e instalaciones del equipo de aire acondicionado en el local a climatizar. Se realizó las cotizaciones de los diferentes equipos de aire acondicionado en la empresa Centro Electrónico “UNIVERSAL”

Tabla22.*Costos de equipos*

DESCRIPCION TÉCNICA DEL EQUIPO	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
<hr/>			
- Equipo: LG INVERTER			
Tipo Split (Capacidad de 24 000 BTU/h con refrigerante: R-410)	S/. 3 950,00	02	S/. 7 900,00
<hr/>			
- Equipo: LG			
CONVENCIONAL Tipo			
Split (Capacidad de 24 000 BTU/h con refrigerante: R-22)	S. /2 200,00	02	S/.4 400,00

Nota: Centro Electrónico UNIVERSAL

3.4.2. Costo de operación.

Es el consumo de la energía eléctrica mensual generada por los equipos. Para el presente proyecto se estará considerando los siguientes datos para el sistema de aire acondicionado.

- ✓ Capacidad de cada equipo: 24 000 BTU
- ✓ Potencia de cada equipo: 2,4 kW
- ✓ Costo de energía eléctrica (S./Kw.h): 0,7452

El tiempo que estará en funcionamiento el equipo es:

- ✓ 8 horas diarias.
- ✓ 20 días al mes.

✓ 10 meses al año.

Tabla23.

Costo de operación

DESCRIPCIÓN	COSTO ELÉCTRICO (S./kW.h)	POTENCIA DE EQUIPOS (kW)	TIEMPO MENSUAL (h)	COSTO ANUAL
02 equipos de aire acondicionado	0,7452	4,8	160	5 723,14

Dato. Elaboración propia

Los equipos de aire acondicionado tipo inverter tienen un ahorro del 70% en consumo de energía con respecto a los equipos de aire acondicionado convencionales, de tal manera que el consumo de energía por los equipos de aire acondicionado convencionales es S/. 9 729.33

3.4.3. Costo de mantenimiento anual

El costo de mantenimiento para el equipo del aire acondicionado escogido, es por el mantenimiento correctivo (mantenimiento realizado después de una avería) y mantenimiento preventivo (mantenimiento programado)

Tabla24.

Costos del mantenimiento anual de los equipos de aire acondicionado.

Actividad de Mantenimiento	Costo
Inspección de carga y fugas del refrigerante	S/150,00
Revisión Eléctrica	S/40,00
Inspección minuciosa del equipo	S/180,00
Lubricación de partes móviles y rodamientos	S/90,00
Limpieza	S/0,00
TOTAL	S/460

Nota. Centro Electrónico “UNIVERSAL”.

3.4.4. Costo Total del Proyecto.

Este estará basado en una inversión inicial de adquisición del equipo de aire acondicionado y por los gastos anuales generados por los equipos.

La inversión inicial está dada por:

- El costo del equipos a instalarse = S/7 900,00

Los gastos anuales del proyecto son:

- Costos de operación = S/5 723,14
- Costos de mantenimiento = S/460,00

Tabla25.*Costo total del proyecto*

	Descripción	Costo	Total
	Costo del equipo a instalar	S/. 7 900,00	S/. 7 900,00
02 equipos de Aire Acondicionado Inverter	Costo de operación	S/. 5 723,14	S/. 6 183.14
	Costo de mantenimiento	S/. 460,00	
02 equipos de Aire Acondicionado Convencional	Costos de equipo a instalar	S/. 4 400,00	S/. 4 400,00
	Costo de operación	S/. 9 729,33	S/. 10 189.33
	Costo de mantenimiento	S/. 460,00	

Nota. Elaboración propia

El beneficio de los equipos de aire acondicionado tipo Inverte es el ahorro energético consumido en comparación con los equipos de aire acondicionado tipo convencional, teniendo un ahorro de S/. 4 006.19

3.4.5. *Valor Actual Neto (Van)*

Con el VAN se conocerá si el proyecto a realizarse es rentable económicamente, o nos generará pérdidas. Se conocerá el VAN para cada proyecto, reemplazando los valores en la ecuación 13, se obtendrá:

$$VAN_{\text{Equipos Inverter}} = S/. -24\,458,05$$

$$VAN_{\text{Equipos convencionales}} = S/ -81\,900,85$$

3.4.6. *Tasa Interna de Retorno (TIR)*

Con los valores ya obtenidos anteriormente, el flujo de beneficio de cada proyecto, la inversión inicial, el periodo de evaluación, reemplazamos en la ecuación 14.

$$TIR_{\text{Equipos Inverter}} = -28\%$$

$$TIR_{\text{Equipos convencionales}} = -232\%$$

IV. Discusión

Castillo y Nonalaya (2019), en su tesis denominada “Diseños de sistemas de climatización en el aula prefabricada del Centro educativo del nivel primario y secundario de menores N° 16003 Miraflores – Jaén – Cajamarca” donde para el aula “A” obtuvieron una carga térmica total de 46 274,20 BTU/h y para el aula “B” 36 073,75 BTU/h mediante el Software Tecno-Clima V-2.0, seleccionando así para el aula A 02 equipos de aire acondicionado Split tipo pared York R-410 de 24 000 BTU/h, y para el aula B se seleccionó 01 equipo Split tipo pared York R-410 de 24 000 BTU/h y otro de 12 000BTU/h con una inversión inicial de s/ 9 300,00 y por costos de operación y mantenimientos preventivos por un periodo anual de S/5 159,00. En comparación con nuestro proyecto, la selección del equipo del aire acondicionado, estuvo en función al desarrollo de las cargas térmicas totales, mediante la ecuación correspondiente de las ganancias de calor en el interior y exterior del local, teniendo como resultado una carga térmica total de 47 669,67 BTU/h eligiéndose 02 equipos de aire acondicionado LG Tipo Split, con una capacidad de 24 000 BTU/h de cada uno, donde la inversión inicial del proyecto son las compras e instalaciones de los equipos (S/ 7 900) y los gastos anuales (S/. 6 183.14) que generaría el funcionamiento y mantenimiento de dichos equipos de aire acondicionado.

Aldazábal (2020) en su indagación titulada “*Diseño del sistema de climatización del área de fabricación galénicos para laboratorio farmacéutico*” considerando como metodología las condiciones ambientales del lugar, las características del edificio y las necesidades específicas del laboratorio, Dicho sistema propuesto es un sistema de refrigeración por compresión, compuesto por un equipo chiller, manejadoras de aire, ductos y unidades terminales, requiriendo el sistema de aire acondicionado una capacidad de 341 400 BTU/h, concluyendo que los

resultados del diseño muestran que el sistema propuesto es capaz de mantener las condiciones de confort térmico, obteniendo una temperatura entre 22°C y 23°C, cumpliendo con los requisitos de temperatura y humedad para el laboratorio farmacéutico, funcionando con un consumo de energía eficiente. En nuestro estudio se basó en la metodología los datos climatológicos, criterios técnicos, ambientales y económicos para el cálculo de la carga térmica del local (47 669,67 BTU/h), deseando obtener un confort térmico en función a las normas ASHRAE con una temperatura de 77°F (25°C), concluyendo con la selección de dos equipos de aire acondicionado tipo split con tecnología Inverter, manteniendo las condiciones de confort térmico, reduciendo el consumo de costo de energía eléctrica.

Huanca (2016), en su proyecto denominado “Diseño de sistemas de aire acondicionado para un restaurante localizado en la ciudad de Lima” realizó los cálculos de las cargas térmicas para el mes de Marzo a las 02:00 p.m, asimismo obtuvo la data de temperatura máxima, temperatura mínima y humedad relativa, suministrados por SENAMHI en los meses de enero a marzo de los años 2015 y 2016, mientras que en nuestra tesis se halló el resultado de las cargas térmicas totales para el mes de Septiembre respectivamente, a la hora de 02:00 pm, donde la temperatura es mayor durante el día, y así poder obtener la mayor carga térmica y para un mejor diseño de acondicionamiento de aire para el local, donde se extrajeron los datos de temperaturas máximas, temperaturas mínimas y de la humedad relativa de la página Web de la NASA, obteniéndose el historial de dichos datos desde el año 2015 hasta el 2020.

Rosas (2017), en su tesis “Diseños de sistemas de climatización para las oficinas de la entidad DC Construcciones SAC de 618m² Lima, 2017” indica que su investigación se tomó datos climatológicos de la ciudad de Lima, ubicaciones exactas, teniendo como referencias la norma internacional ASHRAE, manuales y libros orientados al tema del proyecto. En nuestro estudio, se tomó como referencia las normas establecidas ASHRAE, ecuaciones para el desarrollo de las cargas térmicas en los interiores y exteriores del local, así como también los datos y variables termodinámicas, extraídos del libro “Acondicionamiento de aire - principio y sistema”, segunda edición de Edward G. Pita, obteniendo los resultados deseables y posteriormente una adecuada elección para su instalación aire acondicionado y un buen funcionamiento.

V. Conclusiones y Recomendaciones.

5.1. Conclusiones

- ✓ Se realizó el dimensionamiento de un sistema de aire acondicionado para la climatización de la Biblioteca municipal del distrito de Bellavista.
- ✓ Se evaluó las condiciones climáticas en función a la base de datos climatológicos de la Nasa, teniendo una temperatura máxima de 96,76°F y una humedad relativa promedio de 76,94%
- ✓ La carga térmica total en la Biblioteca municipal del distrito de Bellavista – Jaén es de 47 669,67 BTU/h, cuyos resultados fueron obtenidos de acuerdo a los datos y criterios climáticos, que fueron tomados en función de la ubicación, la altitud y latitud de la Biblioteca Municipal del Distrito de Bellavista - Jaén
- ✓ Para la climatización de la Biblioteca Municipal del Distrito de Bellavista – Jaén, se seleccionaron 02 equipos de aire acondicionado LG Tipo Split con tecnología Inverter con capacidades de 24 000 BTU/ h cada uno, por ser estos más eficientes y menos contaminantes, logrando ahorros energéticos de hasta un 70% en comparación con las tecnologías convencionales
- ✓ El estudio económico está dado por una inversión inicial de S/7 900,00 para la adquisición de los equipos, y con un gasto anual de S/6 183,14 que está basado en los costos de operación y los costos de mantenimiento de los equipos.

5.2. Recomendaciones

- ✓ Antes de seleccionar un equipo de aire acondicionado es recomendable hacer estudios de las condiciones necesarias para un buen dimensionamiento, seleccionando las tecnologías propuestas con respecto al resultado obtenido en el análisis.
- ✓ La Universidad Nacional de Jaén debe de adquirir un software para el desarrollo de las cargas térmicas, permitiendo así el uso de los estudiantes e investigadores para la adquisición de unos resultados más eficientes.
- ✓ El VAN y el TIR son negativo, por tanto el proyecto no es viable, se sugiere a futuros investigadores evaluar otras alternativas económicas de tal manera de mejorar sus indicadores de rentabilidad, y el proyecyo pueda ser implementado.
- ✓ Realizar planes de mantenimientos preventivos de acuerdo a las especificaciones técnicas emitidas por los fabricantes para asegurar el adecuado trabajo del equipo.

VI. Referencias Bibliográficas.

- Figuerola, M. O. (2020). *Diseño del sistema de aire acondicionado automatizado para un edificio corporativo*. Universidad Ricardo Palma - Lima.
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3550>
- Aldazábal, L. A. (2020). *Diseño del sistema de climatización del área de fabricación galénicos para laboratorio farmacéutico*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima.
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/19301>
- Rodas, (2018). *Diseño de un sistema de aire acondicionado de bajo costo de operación para las oficinas administrativas del cuarto piso del edificio de ingeniería USAT -Chiclayo*.
<https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1857?locale=de>
- Quadri, N. (2001). *Sistema de aire acondicionado*. <https://n9.cl/ym0kr>
- Mas, J. M. (2011). *Clasificación y características del sistema de aire acondicionado*. Universidad Nacional de Tucuman. <https://n9.cl/bufdk>
- Morato, V. (15 de diciembre de 2017). *ingenierovalemoratto*. Partes y funcionamiento de una bomba de calor:
<https://ingenierovalemoratto.blogspot.com/2017/12/?view=classic&fbclid=iwarlp8unk35ujricmwfvue4qiq76zgt0-jtmptyzsgbqburqbdjrwnlise0>
- Isma. (2016). *Como funciona un evaporador*. <http://comofunciona.co.com/evaporador/>
- Escudero Salas, C., & Fernandez Iglesias, P. (2013). *Maquinaria Y Equipo Térmico*. Madrid: Paraninfo.
- Choquehuanca, M. A. (2013). *Diseño de sistemas de aire acondicionado para edificios S.E.I. LA PAZ*. <https://n9.cl/kilak>
- Nieto, A. (2012). *mundohvacr*. <https://n9.cl/z9r6k>

- SPORLAN. (JUNIO de 2011). *Válvulas de expansión termostática*. Obtenido de <https://n9.cl/2ph3z>
- Hurtado, O. F. (2019). *Plan de sistemas de aire acondicionado solar por hidratación para las climatizaciones del P.S. Montegrande - Jaén*. Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Jaén.
- Ricardo, A. R. (2017). *Refrigeraciones y aire acondicionado su valor e influencia en el medioambiente*. <http://www.termosistemas.com.ar>:
- Moran, M. J., & Shapiro, H. N. (2004). *Basics of Manufacturing Thermodynamic* (5th Edition ed.). Barcelona: Wiley.
- Colmenares, J. (2016). *Ciclo de refrigeración por compresión a vapor*. <https://es.slideshare.net/JoseColmenares19/ciclo-de-refrigeracion-porcompresion-de-vapor>
- Colocho Lopez, N. B., Daza Jimenez, P. A., & Guzman Alvarez, M. T. (2011). *Guía Básica de los sistemas de aire acondicionado y extracciones mecánicas de empleo frecuente en arquitectura*. Antigua Cuscatlán: UJMD.
- Rosas Nole, A. (28 de Mayo de 2017). *Plan de un sistema de climatización para las oficinas de la entidad DC construcciones SAC de 618 m2 Lima, 2017*. <http://repositorio.ucv.edu.pe>: <https://n9.cl/6jzu1>
- Miranda Barreras, A. L., & Doménech Morraja, A. (2013). *ABC del aire acondicionado*.
- Yunus, C., & Michael, B. (2011). *Termodinámica*. Mexico: McGraw-Hill.
- Torres, O. J. *Plan y Desarrollo de acondicionadores de aire ecológicos. (Tesis Pregrado)*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.

Rodas, G. F. *plan de sistemas de aire acondicionado de costo bajo de operaciones para la oficina Administrativa del 4to piso del edificio de ingeniería USATChiclayo. Tesis Pregrado*. USAT, Chiclayo.

Thermoshield. (1 de Marzo de 2018). *Tipos de Calor*.

www.thermoshield.mx: <https://www.thermoshield.mx/tipos-de-calor/>

Angulo, A. K. *Desarrollo y dimensionamiento de sistemas de climatizaciones de una sala de conciertos Casa de la música*. Universitat de barcelona, Quito.

Rivera, D. E. *Optimizaciones del recurso con la ayuda de las evaluaciones y disposición de las cargas térmicas en los equipos de aire acondicionado del Laboratorio Blufstein. (Monografía Técnica)*. UNMS.

Jumbo, Q. J., & Macas, C. R. *Plan y desarrollo de sistemas de Aire Acondicionado para la práctica estudiantil en la especialidad de Ing. Electromecánica de la U.N.L. (Tesis de Pregrado)*. UNL.

Gomes, M. N. *Plan de sistemas de aire acondicionado para las habitaciones de la mezcla en una planta para producción del alimento. (Proyecto de Investigacion)*. Universidad Santo Tomas, Bogota.

Huanca Esquí, E. N. (2016). *Plan de sistemas de aire acondicionado para un restaurante localizado en la ciudad de Lima*. Universidad Nacional Mayor San Marcos, Lima - Perú.

Frigolutions. (2020). *Aires acondicionados tipo Split: información adicional*. <https://n9.cl/mnl4h>

MEF. (2021). *PRECIO AL CARBONO*. LIMA - PERÚ.

https://www.congreso.gob.pe/Docs/comisiones2020/CE_Cambio_Climatico_-2020-2021/files/foros_documentos/hoja_informativa_precio_carbono_vf.pdf

AGRADECIMIENTO

Agradecemos principalmente a Dios por protegernos durante todo el camino académico, a la Universidad Nacional de Jaén, por darnos la oportunidad de estudiar, a los amigos que encontramos en esta casa superior y a los docentes, que sin ellos no sería realidad este proyecto, a nuestras familias por brindarnos el apoyo y la confianza necesaria para poder culminar nuestros estudios universitarios y a todas aquellas personas importantes que estuvieron con nosotros durante todo este camino y brindándonos su apoyo.

DEDICATORIA

Este análisis se lo dedico a mi familia, especialmente a mis padres quienes me alentaron a mejorar cada día para brindarme los instrumentos requeridos para alcanzar mis metas planeadas y ser parte de mi formación profesional académica.

Luis Fernando Díaz Barboza

Con todo cariño, dedico este análisis a mis Padres y a mi Hermana que son mi principal motivación para poder seguir adelante y la inspiración de este proyecto. A mis Abuelos, por sus consejos y que siempre estuvieron a mi lado apoyándome.

Giancarlo Villalobos Gonzales

ANEXOS

Tabla 26.

Tasas de ganancia de calor debido a los ocupantes del recinto condicionado.

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	Fábricas	305	1040	260	305	1040	260	100	345	90	205	695	170
trabajo con máquinas pesadas	Fábricas	350	1200	300	280	960	240	100	345	90	180	615	150
Boliche	Salón de baile	400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Baile moderado													
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

^a 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.*

Nota. Pita (2005)

Tabla27.

Radiación solar a través de vidrio factores de ganancia máxima de calor solar para vidrio.

BTU -ft². Latitudes Norte

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SSW	SEE/ S	S	HOR
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										
	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SSW	SEE/ S	S	HOR
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

24 Grados										
	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SSW	SEE/ S	S	HOR
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	199	199

32 Grados										
	N (Sombra)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SSW	SEE/ S	S	HOR
En.	24	24	29	105	175	229	249	250	246	176
Feb.	27	27	65	149	205	242	248	232	221	217
Mar.	32	37	107	183	227	237	227	195	176	252
Abr.	36	80	146	200	227	219	187	141	115	271
May	38	111	170	208	220	199	155	99	74	277
Jun.	44	122	176	208	214	189	139	83	60	276
Jul.	40	111	167	20-4	215	194	150	96	72	273
Agos.	37	79	141	195	219	210	181	136	111	265
Sept.	33	35	103	173	215	227	218	189	171	244
Oct.	28	28	63	143	195	234	239	225	215	213
Nov.	24	24	29	103	173	225	245	246	243	175
Dic.	22	22	22	84	162	218	246	252	252	158

40 Grados										
	N (Sombra)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SSW	SEE/ S	S	HOR
En.	20	20	20	74	154	205	241	252	254	133
Feb.	24	24	50	129	186	234	246	244	241	180
Mar.	29	29	93	169	218	238	236	216	206	223
Abr.	34	71	140	190	224	223	203	170	154	252
May	37	102	165	202	220	208	175	133	113	265
Jun.	48	113	172	205	216	199	161	116	95	267
Jul.	38	102	163	198	216	203	170	129	109	262
Agos.	35	71	135	185	216	214	196	165	149	247
Sept.	30	30	87	160	203	227	226	209	200	215
Oct.	25	25	49	123	180	225	238	236	234	177
Nov.	20	20	20	73	151	201	237	248	250	132
Dic.	18	18	18	60	135	188	232	249	253	113

48 Grados										
	N (Sombra)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SSW	SEE/ S	S	HOR
En.	15	15	15	53	118	175	216	239	245	85
Feb.	20	20	36	103	168	216	242	249	250	138
Mar.	26	26	80	154	204	234	239	232	228	188
Abr.	31	61	132	180	219	225	215	194	186	226
May	35	97	158	200	218	214	192	163	150	247
Jun.	46	110	165	204	215	206	180	148	134	252
Jul.	37	96	156	196	214	209	187	158	146	244
Agos.	33	61	128	174	211	216	208	188	180	223
Sept.	27	27	72	144	191	223	228	223	220	182
Oct.	21	21	35	96	161	207	233	241	242	136
Nov.	15	15	15	52	115	172	212	234	240	85
Dic.	13	13	13	36	91	156	195	225	233	65

56 Grados										
	N (Sombra)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SSW	SEE/ S	S	HOR
En.	10	10	10	21	74	126	169	194	205	40
Feb.	16	16	21	71	139	184	223	239	244	91
Mar.	22	22	65	136	185	224	238	241	241	149
Abr.	28	58	123	173	211	223	223	213	210	195
May	36	99	149	195	215	218	206	187	181	222
Jun.	53	111	160	199	213	213	196	174	168	231
Jul.	37	98	147	192	211	214	201	183	177	221
Agos.	30	56	119	165	203	216	215	206	203	193
Sept.	23	23	58	126	171	211	227	230	231	144
Oct.	16	16	20	68	132	176	213	229	234	91
Nov.	10	10	10	21	72	122	165	190	200	40
Dic.	7	7	7	7	47	92	135	159	171	23

Nota. Pita (2005)

Tabla 28.

Coefficientes de sombreado para vidrio con o sin sombreado interior por persianas venecianas enrollables.

	Tipo de vidrio	Espesor nominal de cada vidrio claro ^c	Transmisión solar ^b	Sin sombreado interior $h_0 = 4.0$	Tipo de sombreado interior				
					Persianas venecianas		Persianas enrollables		
					Medio	Claro	Opacas		Traslúcidas
					Oscuro	Claro	Claro		
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 ^d	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	1/2	0.44-0.30	0.53	0.42	0.40	0.36	0.28	0.31	
Vidrio recubierto reflector			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 ^d								
	Claro afuera	3/32, 1/8	0.71 ^a	0.88	0.57	0.51	0.60	0.25	0.37
	Claro adentro								
	Claro afuera	1/4	0.61 ^a	0.81					
	Claro adentro								
	Absorbente de calor afuera	1/4	0.36 ^a	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					
	Claro								

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

Nota. Pita (2005)

Tabla29.

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

Latitud norte.	Ventana viendo hacia él	Construcción del recinto	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
N	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.80	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20	
	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.52	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27	
	H	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.73	0.72	0.70	0.70	0.74	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28	
NE	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08	
	H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	
E	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.51	0.42	0.36	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.45	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	
	H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.21	0.34	0.45	0.50	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	
SE	L	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07	
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.55	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	
	H	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	
S	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10	
	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	
	H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.12	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.38	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	
SW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14	
	M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18	
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	
W	L	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14	
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16	
NW	L	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.43	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14	
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.53	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16	
	H	0.14	0.12	0.11	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.19	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15	
HORA	L	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.30	0.24	0.19	0.16	0.13	
	M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.55	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18	
	H	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.27	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	

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.

Nota. Pita (2005)

Tabla30.

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	18.3
	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
Parad 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	0.149-0.173	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 (cartón 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

Nota. Pita (2005)

Tabla31.

Diferencias de temperatura para cargas de enfriamiento (DTCE).

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	7 (8)	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 1 a 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	29	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)	25	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	17 (18)	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	9 (10)	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	37	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	29	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	15	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	53 (54)	0.128 (0.090)	30	29	27	26	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 a 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	19 (20)	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

Nota. Pita (2005)

Tabla32.

Diferencia de temperaturas para cargas de enfriamiento (DTCE) para calcular cargas debido a paredes al sol, °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	11	11	12	12	13	13	14	14		2	10	14	4	
NE	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	15	16	16	17	18	18	18	19	19	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	18	19	20	21	22	23	23	24	24	24	24	22	18	24	6		
S	20	20	19	19	18	18	17	16	16	15	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	24	24	17	25	8	
W	27	27	26	26	25	24	24	23	22	21	20	19	18	18	18	18	19	20	22	23	25	26	26	26	1	18	27	9	
NW	21	21	21	20	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14	14	15	15	16	17	18	19	20	21	1	14	21	7	
Paredes grupo B																													
N	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	8	8	9	9	10	11	12	13	14	14	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	21	20	20	21	12	21	9	
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	20	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	26	25	24	21	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	22	21	23	11	22	11	
SW	27	26	25	24	23	21	19	18	16	15	14	14	15	13	14	15	17	20	22	23	23	23	22	21	24	13	28	15	
W	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30	24	24	14	30	16	
NW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	12	11	12	13	15	17	19	21	22	23	23	24	24	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	20	21	22	23	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	30	30	30	29	28	27	26	24	18	12	30	18		
SE	22	21	19	17	15	14	12	12	13	13	16	19	22	24	26	28	29	29	29	28	27	26	24	19	12	29	17		
S	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	14	17	20	22	24	25	26	25	24	22	20	9	26	17		
SW	29	27	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11	11	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	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	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	7	8	8	10	12	13	15	17	18	19	19	18	-16	21	6	19	13	
NE	17	15	13	11	10	8	7	6	4	3	4	5	9	15	20	24	25	25	26	26	26	25	24	19	7	25	18		
E	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	22	27	30	32	33	33	32	32	31	30	28	26	24	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	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	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	38	37	34	21	8	38	30		
W	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	9	9	10	11	14	18	24	30	36	40	41	40	38	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	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	3	5	9	15	20	24	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	37	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	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17	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	5	14	23	28	30	29	28	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11	11	1	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	1	3	7	13	20	27	34	38	39	38	35	31	26	22	18	15	12	16	1	39	38	
SW	15	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	6	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	9	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	3	4	3	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	3	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																							

Tabla33.

Corrección de la DTCE por latitud y mes (LM), en función a paredes y techos, Latitudes norte, °F.

Latitud	Mes	N	NNE NNW	NE NW	ENE WNW	E W	ESE WSW	SE SW	SSE SSW	S	HORA
0	Dic	-3	-5	-5	-5	-2	-0	3	6	9	-1
	Ene/Nov	-3	-5	-4	-4	-1	-0	2	4	7	-1
	Feb/Oct	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	-1	0	0
	Mar/Sept	-3	0	1	-1	-1	-3	-3	-5	-8	-1
	Abr/Ago	5	4	3	0	-2	-5	-6	-8	-8	-2
	May/Jul	10	7	5	0	-3	-7	-8	-9	-8	-4
8	Jun	12	9	5	0	-3	-7	-9	-10	-8	-5
	Dic	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
	Ene/Nov	-3	-5	-6	-5	-2	0	3	6	10	-4
	Feb/Oct	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-1
	Mar/Sept	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-4	0
	Abr/Ago	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
16	May/Jul	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
	Jun	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2
	Dic	-4	-6	-8	-8	-4	-1	4	9	13	-9
	Ene/Nov	-4	-6	-7	-7	-4	-1	4	8	12	-7
	Feb/Oct	-3	-5	-5	-4	-2	0	2	5	7	-4
	Mar/Sept	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	-1
24	Abr/Ago	-1	0	-1	-1	-1	-3	-3	-5	-6	0
	May/Jul	4	3	3	0	-1	-4	-5	-7	-7	0
	Jun	6	4	4	1	-1	-4	-6	-8	-7	0
	Dic	-5	-7	-9	-10	-7	-3	3	9	13	-13
	Ene/Nov	-4	-6	-8	-9	-6	-3	3	9	13	-11
	Feb/Oct	-4	-5	-6	-6	-3	-1	3	7	10	-7
32	Mar/Sept	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-3
	Abr/Ago	-2	-1	0	-1	-1	-2	-1	-2	-3	0
	May/Jul	1	2	2	0	0	-3	-3	-5	-6	1
	Jun	3	3	3	1	0	-3	-4	-6	-6	1
	Dic	-5	-7	-10	-11	-8	-5	2	9	12	-17
	Ene/Nov	-5	-7	-9	-11	-8	-4	2	9	12	-15
40	Feb/Oct	-4	-6	-7	-8	-4	-2	4	8	11	-10
	Mar/Sept	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
	Abr/Ago	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
	May/Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Jun	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2
	Dic	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
48	Ene/Nov	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	11	-19
	Feb/Oct	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
	Mar/Sept	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
	Abr/Ago	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
	May/Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Jun	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2
56	Dic	-6	-8	-11	-14	-13	-10	-3	2	6	-25
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-13	-11	-8	-1	5	8	-24
	Feb/Oct	-5	-7	-10	-11	-8	-5	1	8	11	-18
	Mar/Sept	-4	-6	-6	-7	-4	-1	4	8	11	-11
	Abr/Ago	-3	-3	-3	-3	-1	0	4	6	7	-5
	May/Jul	0	-1	0	0	1	1	3	3	4	0
56	Jun	1	1	2	1	2	1	2	2	3	2
	Dic	-7	-9	-12	-16	-16	-14	-9	-5	-3	-28
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-15	-14	-12	-6	-1	2	-27
	Feb/Oct	-6	-8	-10	-12	-10	-7	0	6	9	-22
	Mar/Sept	-5	-6	-7	-8	-5	-2	4	8	12	-15
	Abr/Ago	-3	-4	-4	-4	-1	1	5	7	9	-8
56	May/Jul	0	0	0	0	2	2	5	6	7	-2
	Jun	2	1	2	1	3	3	4	5	6	1

Nota. Pita (2005)

Tabla34.

Correcciones en la temperatura del proyecto aplicado a la hora a considerar.

INTERVALO DE VARIACIÓN DIARIA DE TEMPERATURA (EN LAS 24 HORAS)* (°C)	TEMPERATURA SECA O HÚMEDA	HORA SOLAR									
		8	10	12	14	15	16	18	20	22	24
5	Seca	-4,7	-3,5	-2,8	-0,5	0	-0,5	-1,1	-2,7	-4,2	-9,0
	Húmeda	-1,0	-1,1	-0,5	0	0	0	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
7,5	Seca	-6,2	-4,7	-2,8	-0,5	0	-0,5	-1,1	-3,2	-5,2	-7,2
	Húmeda	-1,5	-1,1	-0,5	0	0	0	-0,5	-0,5	-1,5	-1,9
10	Seca	-7,4	-5,2	-2,8	-0,5	0	-0,5	-1,5	-3,8	-6,0	-8,5
	Húmeda	-2,0	-1,4	-0,5	0	0	0	-0,5	-0,9	-1,7	-2,2
12,5	Seca	-8,4	-5,5	-2,8	-0,5	0	-0,5	-1,7	-4,1	-6,5	-9,5
	Húmeda	-2,2	-1,6	-0,5	0	0	0	-0,5	-1,1	-1,7	-2,5
15	Seca	-9,4	-6,5	-3,0	-0,5	0	-0,5	-1,9	-4,8	-7,7	-10,5
	Húmeda	-2,4	-1,6	-0,5	0	0	0	-0,5	-1,3	-1,8	-3,0
17,5	Seca	-10,5	-7,0	-3,5	-0,5	0	-0,5	-2,6	-5,9	-8,8	-12,2
	Húmeda	-2,9	-1,8	-0,7	0	0	0	-0,5	-1,7	-2,4	-3,5
20	Seca	-12,0	-8,0	-4,1	-0,5	0	-0,5	-3,4	-7,5	-10,3	-13,8
	Húmeda	-3,5	-2,2	-1,1	0	0	0	-0,7	-1,7	-2,9	-4,0
22,5	Seca	-13,5	-9,0	-4,5	-0,5	0	-0,5	-3,9	-8,0	-11,7	-15,5
	Húmeda	-3,9	-2,3	-1,1	0	0	0	-1,1	-2,2	-3,4	-4,7
25	Seca	-14,5	-9,5	-4,5	-1,1	0	-1,1	-4,5	-8,9	-13,3	-17,2
	Húmeda	-3,9	-2,8	-1,1	0	0	-0,5	-1,1	-2,2	-4,5	-5,5

* La oscilación diaria de la temperatura seca es la diferencia entre la temperatura más alta y la más baja durante un periodo de 24 horas de un día de proyecto. (Ver Tabla 1 para el valor de oscilación diaria para una ciudad particular).

Ecuación: Temperatura de ambiente exterior de proyecto a la hora que se considera = Temperatura de proyecto de la Tabla 1 + factor de corrección de la Tabla 2.

Nota. Pita (2005)

Tabla35.

Correcciones en la temperatura del proyecto aplicado al mes a considerar.

INTERVALO DE VARIACIÓN ANUAL DE TEMPERATURA (°C)*	TEMPERATURA SECA O HÚMEDA (°C)	MES									
		Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	
65	Seca	-19,0	-12,0	-6,1	-2,5	0	0	-4,9	-12,2	-22,0	
	Húmeda	-11,1	-5,5	-2,8	-1,1	0	0	-2,0	-5,9	-13,0	
60	Seca	-16,5	-11,0	-6,1	-2,1	0	0	-3,6	-9,3	-16,5	
	Húmeda	-8,3	-5,5	-2,8	-1,1	0	0	-1,7	-4,4	-8,9	
55	Seca	-16,0	-10,5	-6,0	-1,8	0	0	-3,6	-9,0	-15,0	
	Húmeda	-7,8	-5,5	-2,8	-1,1	0	0	-1,7	-4,4	-7,8	
50	Seca	-16,0	-10,5	-5,0	-1,8	0	0	-3,6	-9,0	-14,5	
	Húmeda	-7,8	-5,5	-2,8	-1,1	0	0	-1,7	-4,4	-7,8	
45	Seca	-14,0	-9,2	-4,5	-1,8	0	0	-3,6	-6,9	-11,5	
	Húmeda	-7,3	-5,1	-2,8	-1,1	0	0	-1,1	-3,4	-6,4	
40	Seca	-7,8	-5,5	-2,5	-0,5	0	0	-2,5	-4,1	-8,2	
	Húmeda	-3,9	-2,7	-2,3	0	0	0	-0,5	-2,3	-3,9	
35	Seca	-5,5	-4,0	-1,7	-0,5	0	0	-1,1	-3,0	-6,2	
	Húmeda	-2,4	-1,8	-1,1	0	0	0	-0,5	-1,9	-3,0	
30	Seca	-3,7	-2,8	-1,7	-0,5	0	0	-1,1	-2,5	-4,5	
	Húmeda	-1,9	-1,2	-0,8	0	0	0	-0,5	-1,4	-2,4	
25	Seca	-1,5	-1,1	-1,0	-0,5	0	0	-1,1	-1,9	-3,2	
	Húmeda	-1,3	-1,0	-0,4	0	0	0	-0,5	-1,0	-1,2	

* La oscilación anual de temperaturas es la diferencia entre temperaturas secas de proyecto normales en invierno y verano (Tabla 1).
Ecuación: Temperatura de ambiente exterior de proyecto = Temperatura del ambiente exterior de la Tabla 1 + correcciones de la Tabla 3.

Nota. Pita (2005)

Tabla36.

Corrección de DTCE aplicado a paredes y techos en función de latitud y mes, °F.

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.

Nota. Pita (2005)

Tabla 37.

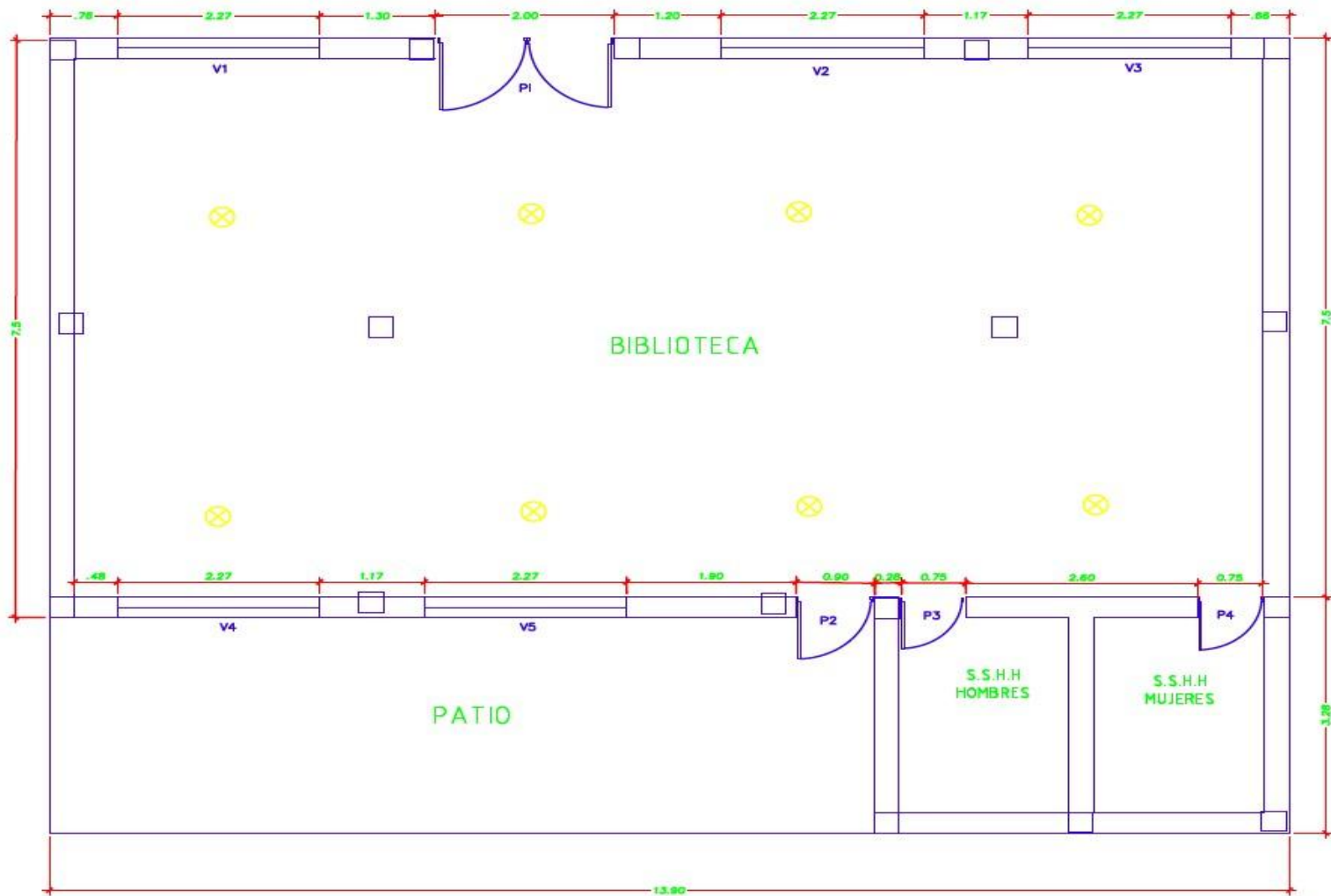
Coeficiente global U de transferencia de calor para el vidrio (BTU/hr-ft²-°F)

Paneles verticales (ventanas exteriores, puertas corredizas de vidrio y particiones) Vidrio plano, tragaluz y lámina de plástico				Paneles horizontales — vidrio plano, tragaluz y domos de plástico			
Descripción	Invierno	Exterior Verano	Interior	Descripción	Invierno	Exterior Verano	Interior
Vidrio plano vidrio sencillo	1.10	0.79	0.73	Vidrio plano vidrio sencillo	1.23	0.83	0.96
vidrio aislante - doble				vidrio aislante — doble			
espacio de aire de 1/4" ^a	0.58	0.61	0.49	espacio de aire de 1/4" ^a	0.65	0.54	0.59
espacio de aire de 1/2" ^b	0.49	0.56	0.46	espacio de aire de 1/2" ^b	0.59	0.49	0.56
espacio de aire de 1/2" ^c				espacio de aire de 1/2" ^c			
recubrimiento de baja emisión ^d				recubrimiento de baja emisión ^d			
e = 0.20	0.32	0.38	0.32	e = 0.20	0.48	0.36	0.39
e = 0.40	0.38	0.45	0.38	e = 0.40	0.42	0.42	0.45
e = 0.60	0.43	0.51	0.42	e = 0.60	0.56	0.46	0.50
Vidrio aislante - triple ^d				Tragaluz ^e			
Espacio de aire de 1/4" ^a	0.39	0.44	0.38	11 x 11 x 3 in espesor con divisor de cavidad	0.53	0.35	0.44
espacio de aire de 1/2" ^b	0.31	0.39	0.30	12 x 12 x 4 in espesor con divisor de cavidad	0.51	0.34	0.42
Ventanas dobles				Domos de plástico ^f			
espacio de aire de 1" a 4" ^a	0.50	0.50	0.44	de pared sencilla	1.15	0.80	--
Lámina de plástico				de pared doble	0.70	0.46	--
sencilla				Factores de ajuste para paneles verticales y horizontales			
1/8" espesor	1.06	0.98	--				
1/4" espesor	0.96	0.89	--	Descripción	Vidrio sencillo	Vidrio doble o triple	Ventanas dobles
1/2" espesor	0.81	0.76	--	Ventanas			
unidad aislante - doble				Todas de vidrio	1.00	1.00	1.00
espacio de aire de 1/4" ^a	0.55	0.56	--	Marco de madera - 80% vidrio	0.90	0.95	0.90
espacio de aire de 1/2" ^b	0.43	0.45	--	Marco de madera - 60% vidrio	0.80	0.85	0.80
Tragaluz ^e				Marco de metal - 80% vidrio	1.00	1.20 ^g	1.20 ^g
6 x 6 x 4 in espesor	0.60	0.57	0.46	Ventanas y puertas			
8 x 8 x 4 in espesor	0.56	0.54	0.44	corredizas de vidrio	0.95	1.00	--
— con divisor del hueco	0.48	0.46	0.38	Marco de madera	1.00	1.10 ^g	--
12 x 12 x 4 in espesor	0.52	0.50	0.41	Marco de metal			
— con divisor del hueco	0.44	0.42	0.36				
12 x 12 x 2 in espesor	0.60	0.57	0.46				

Nota. Pita (2005)

Figura5.

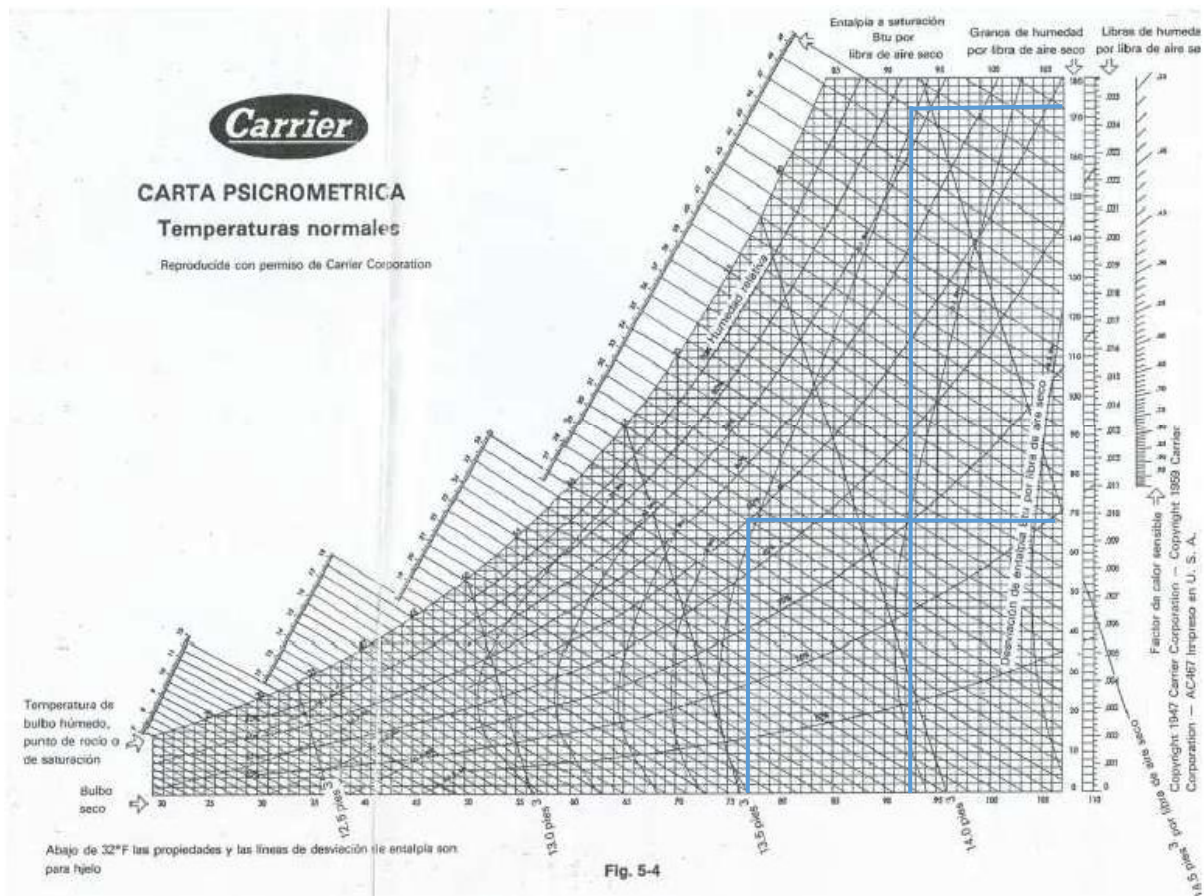
Plano de la biblioteca municipal del distrito de Bellavista



Nota. Elaboración propia

Figura6.


Carta Psicrométrica



Nota. Carrier (1946)

Figura7.*Ficha Técnica del equipo de aire acondicionado Tipo Split Inverter LG*

Verifica tu uso de energía
 Ahorra energía al monitorear el consumo de energía mediante una pantalla de energía inteligente.
[Ver el video completo](#)



Pantalla oculta
 18
 DUAL Inverter

Diseño fluido, curvo y liso
 10 YEAR WARRANTY

Diseño delgado

Ficha técnica

Alto (Cm)	65	Marca	Lg
Ancho (Cm)	87	Potencia	2400
Profundidad (Cm)	33	Capacidad	24,000 btu
Tiempo de uso	301	Encendido	automático
Modelo	VM242C9	Control Remoto	Si
Tipo de Producto	Aire Acondicionado	Voltaje	220/1/60
Eficiencia energética	A		
Incluye	3.6 Mts de Tubería de cobre, Control Remoto, manual de usuario e instalación.		

Nota. Fuente: www.LG.com

Figura8.*Datos técnicos del equipo de aire acondicionado Tipo Split Inverter LG***DIMENSIONES****CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO**

BTU/h	24.000
-------	--------

CAPACIDAD DE CALEFACCION

Entrada de Energía (enfriamiento/calefacción)	1970/-
--	--------

Corriente de Funcionamiento (enfriamiento/calefacción)	9.1/-
---	-------

Corriente de arranque (Enfriamiento/Calefacción)	9.1/-
---	-------

Corriente Máxima (enfriamiento/calefacción)	11.5/-
--	--------

EER

EER (Btu/h.w)	10,75
---------------	-------

W/W	3.15
-----	------

TIPO DE

Compresor	Giratorio
-----------	-----------

Modelo	GKT176MF
--------	----------

Tipo de Motor	BLDC
---------------	------

Tipo de Aceite	FVC68D
----------------	--------

Carga de Aceite	470
-----------------	-----

COP

Suministro de Energía	1/220/60
-----------------------	----------

Nota. Fuente: www.LG.com

Figura9.

Descripción del equipo de aire acondicionado Tipo Split Inverter LG.



1. Tipo: Split Unitario Pared
2. Modo de Operación: Solo frío
3. Tipo de compresor: Inverter
4. Capacidad Comercial (BTU/H): 24,000 BTU/H (7,033 W)
5. Capacidad de enfriamiento máxima (BTU/H) : 24,500 BTU/H (7,180 W)
6. Factor de eficiencia : SEER: (A)($\geq 5,60$) **6,804** W/W
7. Gas Refrigerante: R410A
8. Tensión de funcionamiento: 220V
9. Frecuencia: 60HZ
10. Modelo del condensador: VM242C9.USR0
11. Modelo del evaporador: VM242C9.NKR0
12. Control de temperatura : INALÁMBRICO
13. ??Limpieza Automática : SI
14. Protección anticorrosiva : GOLD FIN
15. Empaque de fábrica: Caja, de acuerdo a lo establecido en el reglamento de MINAN Etiquetado de eficiencia energética: SI
16. Análisis de laboratorio / prueba de ensayo de eficiencia energética: SI

Nota. Fuente: www.LG.com

Figura10.

Compresor DUAL Inverter de aire acondicionado Tipo Split Inverter LG

DUAL Inverter Compressor™

Compresor DUAL Inverter™

El Compresor Dual Inverter™ de LG resuelve los problemas de ineficiencia y ruido, resultando en un aire acondicionado que enfría más rápido, en menos tiempo y de manera más silenciosa. Con la garantía de 10 años en el compresor, los usuarios pueden disfrutar los beneficios del aire acondicionado LG por mucho más tiempo.

[Ver el video completo](#)

70% Ahorro de energía

40% Enfriamiento más rápido

Dual Inverter COMPRESSOR

INVERTER COMPRESSOR 10 YEAR WARRANTY

TÜVRheinland

TUV Rheinland, Verification on Peak Cooling & Power Saving Rate (US-WG426y07S-1246SDAC)

Nota. Fuente: www.LG.com

Figura11.

Mediciones en el interior y exterior de la biblioteca municipal del distrito de Bellavista.



Nota. Elaboración propia. Obteniendo medidas internas y externas para un adecuado dimensionamiento.

Figura12.

Mediciones de temperatura y Humedad Relativa con el Termo higrómetro (instrumento para mediciones de temperatura y la humedad del aire).



Nota. Elaboración propia. Medidas de temperaturas y Humedad Relativa con equipo de Termo higrómetro

