

Software fácil selección aire acondicionado Softservir

Fernando Corredor Neira

Monografía para Optar al Título de
Especialista en Ingeniería de Refrigeración y Climatización

Director

Diego Fernando Villegas Bermúdez

PhD en Ingeniería Mecánica

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físicomecánicas
Escuela de Ingeniería Mecánica
Especialización en Ingeniería de Refrigeración y Climatización
Bucaramanga

2026

Dedicatoria

A mi familia motor principal de mis pensamientos.

Agradecimientos

Ing. Omar Armando Gelves Arocha por su apoyo y conocimiento.

Juan Camilo Robayo Giraldo por su compromiso y dedicación.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Objetivos	12
1.1 Objetivo General	12
1.2 Objetivos Específicos.....	12
2. Cuerpo del Trabajo	13
2.1 Marco Referencial.....	13
2.1.1 Método.	14
2.1.2 Resultados.....	26
3. Conclusiones	41
4. Recomendaciones (opcional).....	41
Referencias Bibliográficas	43
Apéndices.....	44

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Solicitudes garantías servir ingenieros	15
Tabla 2. Coeficientes/Resistencias de Película Superficial	19
Tabla 3 Procedimiento para el Cálculo de Carga Térmica	19
Tabla 4 Conductancias y Resistencias Superficiales del Aire.	20
Tabla 5 Cálculo del Tiempo Solar	21
Tabla 6 Corrección CLTD para Latitud y Mes	21
Tabla 7. General Projet Data Input.	39
Tabla 8. Solicitudes de garantía Servir Ingenieros 2024 – 2025.	40

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Programa de capacitación Business Solutions.	16
Figura 2. Capacitación Servir Ingenieros Cúcuta, septiembre de 2025.	16
Figura 3. Capacitación ciudad de Girardot.	17
Figura 4. Capacitación Cúcuta, diciembre de 2024.	18
FIGURA 5 Etiqueta de eficiencia energética para equipos de aire acondicionado.	23
Figura 6 Pantalla al abrir App Softservir.	26
Figura 7 Diferentes tipos de aires	27
Figura 8 Mini Split.....	28
Figura 9 Casette 360	30
Figura 10 Piso techo.....	31
Figura 11 Casette 4 Vías	32
Figura 12 Multi Split.....	33
Figura 13 Conductos	34
Figura 14 Calculo de carga térmica	35
Figura 15 Análisis de exposición solar	36
Figura 16 Temperatura deseada	37
Figura 17 Resultado del calculo.....	38

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A Código en Python para cálculo de carga térmica.....	45
Apéndice B Interfaz del código para el cálculo de la carga térmica por paredes	54
Apéndice C Código para cálculo de carga térmica en vidrios	54
Apéndice D Interfaz de los datos para el cálculo de carga térmica en vidrios	62
Apéndice E Interfaz resultados del código para cálculo de carga térmica en vidrios.....	62

Resumen

Título: Software fácil selección aire acondicionado Softservir *

Autor: Fernando Corredor Neira **

Palabras Clave: Softservir, eficiencia energética, selección de equipos, aire acondicionado.

Descripción: La selección incorrecta de un sistema de aire acondicionado puede generar incomodidades térmicas, incrementos innecesarios en los costos de compra, operación y mantenimiento, así como niveles de ruido poco deseados y una disminución significativa en la vida útil del equipo.

Este proyecto busca establecer una serie de pautas que ayuden al usuario final a elegir con mayor precisión el sistema de enfriamiento que mejor se ajuste a sus necesidades. Con frecuencia, los errores de selección conducen al uso del método de prueba y error, lo que termina provocando sobrecostos y posibles reemplazos prematuros. Para evitar estas situaciones, se propone el desarrollo de un método de selección y de una herramienta práctica que facilite la identificación del equipo más conveniente, dando prioridad a la eficiencia energética y considerando aspectos como el presupuesto, la facilidad de mantenimiento, el tiempo de instalación y la confiabilidad del sistema. El objetivo central del proyecto es ofrecer una herramienta que oriente al usuario final en la elección adecuada entre las diferentes alternativas de aire acondicionado disponibles en el mercado.

* Software fácil selección aire acondicionado Softservir

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Diego Fernando Villegas Bermúdez, PhD en Ingeniería Mecánica.

Abstract

Title: Easy air conditioning selection software Softservir *

Author: Fernando Corredor Neira **

Key Words: Softservir, Energy efficiency, Equipment selection, Air conditioning.

Description: Selecting an air conditioning system without the proper criteria can lead to thermal discomfort, unnecessary increases in acquisition, operation, and maintenance costs, as well as undesirable noise levels and a shorter equipment lifespan.

This project aims to establish guidelines that help end users choose the cooling system that best aligns with their specific needs. In many cases, selection mistakes result in a trial-and-error approach, which often causes additional expenses and premature equipment replacement. To address this issue, the project proposes the development of a selection method and a practical tool that simplify the identification of the most suitable option, giving priority to energy efficiency and considering factors such as budget, maintenance requirements, installation time, and system reliability. The main goal is to provide a tool that guides end users in making an informed and appropriate choice among the various air conditioning solutions available in the market.

* Software for Easy Air Conditioner Selection Softservir

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering, School of Mechanical Engineering. Director: Diego Fernando Villegas Bermúdez, PhD in Mechanical Engineering.

Introducción

La correcta selección de un sistema de aire acondicionado continúa siendo un desafío para la mayoría de los usuarios, quienes con frecuencia desconocen los criterios técnicos necesarios para elegir un equipo acorde con sus necesidades de confort o con las condiciones específicas de su actividad laboral. Una selección inapropiada puede generar diversos problemas, entre ellos disconfort térmico, incrementos en los costos de adquisición, operación y mantenimiento, niveles de ruido indeseados y una reducción significativa en la vida útil del equipo. Esta situación evidencia la existencia de una necesidad concreta: contar con un método que oriente adecuadamente al usuario final en la elección del sistema de enfriamiento más conveniente.

En el contexto colombiano, la compra de equipos de aire acondicionado suele estar influenciada por recomendaciones comerciales antes que por criterios técnicos. La mayoría de usuarios reciben asesoría de vendedores formados por representantes de marca cuyo interés principal es impulsar determinados productos. Como consecuencia, es común que se presenten errores de selección que derivan en quejas, problemas de posventa y sobrecostos asociados a reemplazos prematuros. Estos antecedentes muestran que el proceso de selección actual, basado mayoritariamente en la experiencia empírica o en el método de prueba y error, no garantiza decisiones adecuadas ni equipos acordes con las necesidades reales del usuario.

Partiendo de esta problemática, el propósito del proyecto es desarrollar una herramienta que permita a cualquier usuario final elegir de manera sencilla y precisa el sistema o equipo de

aire acondicionado más apropiado, sin necesidad de ser un especialista en climatización. Esta herramienta busca integrar parámetros clave como eficiencia energética, capacidad requerida, facilidad de instalación, mantenimiento y confiabilidad, de modo que la selección sea más objetiva y responda a las condiciones reales de uso.

La fundamentación del proyecto se sustenta en la necesidad de mejorar el proceso de toma de decisiones durante la adquisición de equipos de climatización, reduciendo errores que afectan tanto la economía del usuario como la satisfacción frente al producto adquirido. La investigación se justifica porque contribuye a minimizar fallas de selección, mejorar la calidad del servicio posventa y elevar el nivel de satisfacción de los clientes finales, al tiempo que beneficia a las empresas distribuidoras mediante la disminución de reclamos asociados a una mala elección. Resolver esta problemática implica un aporte práctico para el sector, pues facilita el acceso a criterios técnicos que usualmente no están al alcance del público general.

El enfoque aplicado en este proyecto combina un análisis descriptivo del proceso actual de selección con el diseño de una herramienta sistemática que estructura los criterios técnicos esenciales. Este enfoque permite comprender la problemática, organizar los factores determinantes de selección y ofrecer una solución que responda de manera directa a las necesidades identificadas. En conjunto, la investigación se orienta a brindar un recurso útil, claro y confiable que fortalezca la toma de decisiones en la elección de sistemas de aire acondicionado en el país.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Diseñar una herramienta computacional que permita a cualquier usuario identificar y seleccionar el equipo de aire acondicionado más adecuado para sus necesidades, optimizando la eficiencia energética y garantizando la sostenibilidad del sistema a lo largo del tiempo.

1.2 Objetivos Específicos

Implementar una metodología de selección existente para desarrollar una aplicación que facilite la elección del equipo de aire acondicionado más apropiado según los requerimientos establecidos por el usuario.

Diseñar una aplicación práctica y de fácil uso que funcione como herramienta de selección para usuarios interesados en adquirir un aire acondicionado residencial.

Reducir la tasa de solicitudes de garantía por parte de los usuarios, mediante la adecuada selección de equipos de aire acondicionado acorde con las necesidades reales de uso.

2. Cuerpo del Trabajo

2.1 Marco Referencial

Una buena selección de un sistema de aire acondicionado en el momento de elegir es muy importante porque garantiza las condiciones de confort deseadas por el usuario (cliente residencial) o la selección correcta de un sistema acondicionador (cliente comercial o industrial) garantizando las condiciones del proceso para lo que lo necesito.

De la selección del sistema de aire acondicionado está en primera instancia la inversión inicial y el estudio de viabilidad del proyecto, seguido del costo de mantenimiento y vida útil de la inversión que debo realizar lo cual financieramente es muy importante porque garantiza la estabilidad del negocio a emprender o la estabilidad de este.

La elección del sistema de aire acondicionado correcto debe estar direccionado en unos parámetros de selección que guíen el usuario a que se garantice plenamente el confort deseado o el éxito de la climatización en el proceso industrial necesitado. garantizando una operación optima y económica, factor determinante de una buena inversión.

Desde el 12 de abril de 2012, la Ley 1480 de 2011 por la cual se expide el Estatuto del Consumidor, se ha convertido en la principal "arma" de miles de colombianos insatisfechos frente a la adquisición de bienes y servicios. Desde entonces, la Superintendencia de Industria y

Comercio (SIC), autoridad encargada de velar por los derechos de los consumidores, no solo ha aunado esfuerzos con el fin de darle un mejor entendimiento a los contenidos, derechos, novedades e impacto que tiene este Estatuto, sino que, además, ha puesto a disposición de la población todos los mecanismos necesarios a través de los cuales pueden hacer efectiva dicha Ley. Dentro de sus principios generales, esta Ley - que beneficia a todos los colombianos - decreta:

[Conozca la Ley 1480 Estatuto del Consumidor](#)

- La protección de los consumidores frente a los riesgos para su salud y seguridad.
- El acceso de los consumidores a una información adecuada - de acuerdo con los términos de esta Ley que les permita hacer elecciones bien fundadas.
- La educación del consumidor.
- La libertad de constituir organizaciones de consumidores y la oportunidad para esas organizaciones de hacer oír sus opiniones en los procesos de adopción de decisiones que las afecten.
- La protección especial a los niños, niñas y adolescentes, en su calidad de consumidores, de acuerdo a lo establecido con el código de infancia y adolescencia.

2.1.1 Metodología del Proyecto.

La metodología adoptada en este proyecto surge directamente de la problemática identificada en el mercado colombiano: altos índices de solicitudes formales de garantía por parte de los usuarios de acondicionadores de aire, donde muchos de estos reclamos son finalmente rechazados por el fabricante debido a una mala selección del equipo. A esto se suman quejas frecuentes relacionadas con la estética, capacidad o funcionabilidad del equipo adquirido, generando inconformidad y una percepción negativa del producto y del fabricante.

El impacto principal del proyecto en el mercado nacional de aires acondicionado consiste en ayudar a mejorar el grado de satisfacción de los usuarios de aires acondicionados en Colombia a través de una buena selección del equipo acondicionador

Durante los años 2024 y 2025 las cantidades de garantías por mala selección del equipo de aire acondicionado de la empresa Servir Ingenieros (distribuidora de equipos de aire acondicionado en Colombia) fueron los siguientes:

Tabla 1.

Solicitudes garantías servir ingenieros

SOLICITUDES GARANTIAS SERVIR INGENIEROS		
	2024	2025
MES	CANTIDAD	CANTIDAD
1	2	0
2	1	0
3	4	1
4	1	0
5	1	0
6	1	0
7	1	0
8	1	1
9	1	0
10	1	0
11	1	0
12	4	1
TOTAL	19	3

Ante esta situación, se decidió crear una aplicación de selección de aire acondicionado que permita al usuario conocer los diferentes equipos existentes en el mercado y, mediante un cálculo técnico sencillo pero robusto, identificar cuál opción es realmente adecuada según sus necesidades.

La metodología se orienta a que el usuario pueda realizar una elección informada, priorizando la eficiencia energética, la capacidad correcta y el consumo estimado de energía eléctrica.

En la empresa Servir Ingenieros como primer paso para disminuir la solicitud de garantías se implementó un programa de capacitaciones al personal técnico y comercial encargado de asesorar y guiar al cliente o usuario final en la selección del equipo más conveniente basado en la carga térmica que necesita y un menor consumo de energía

Figura 1.

Programa de capacitación Business Solutions.

The advertisement features a smiling technician in a red uniform and cap, holding a tablet. In the background, a white LG air conditioner is mounted on a wall. The text is in Spanish and promotes a regional seminar on Mini Split R32 units. A 'Nota' (Note) box states that certified training is essential for attending the seminar, both virtually and in person. At the bottom, a table provides event details: date (September 11), time (8:00 a.m. to 5:00 p.m.), duration (9 hours including lunch), city (Cúcuta), and location (Hotel Faranda). A disclaimer at the bottom notes that images are for reference and that the sales model may vary by region.

Fecha	Hora	Duración	Ciudad	Dirección
11 de Septiembre	8:00 a.m. - 5:00 p.m.	9 horas (Incluye almuerzo)	Cúcuta	Hotel Faranda Av. Demetrio Mendoza Puerto San Luis

*Imágenes de referencia, el modelo de venta en tu región puede variar. Visita LG.com/co para más información.

Figura 2.

Capacitación Servir Ingenieros Cúcuta, septiembre de 2025.



El enfoque de las capacitaciones fue el siguiente:

- Análisis de la necesidad del cliente
- Exposición de los diferentes equipos existentes
- Recomendación de varias opciones buscando el equipo más óptimo para nuestro cliente
- Selección de la capacidad del equipo escogido y recomendación de grado de eficiencia (buscando un menor consumo de energía para cliente final)

Figura 3.

Capacitación ciudad de Girardot.



Las capacitaciones al personal comercial y técnico que tienen contacto con los usuarios y clientes finales se dictaron durante los meses de diciembre 2024, marzo, junio y septiembre del 2025 en las ciudades donde se tiene operación Ibagué, Girardot, Bucaramanga y Cúcuta

Figura 4.

Capacitación Cúcuta, diciembre de 2024.



El proyecto se desarrolla bajo un enfoque aplicado y descriptivo, soportado en principios de selección térmica basados en ASHRAE y en herramientas computacionales que automatizan los cálculos necesarios. Paralelamente, se incorpora una metodología de diseño centrado en el usuario (UX/UI), empleando prototipos realizados en Figma y una interfaz funcional inicial desarrollada en Python mediante Tkinter.

Para el desarrollo del módulo de cálculo de cargas térmicas en ServiSoft, se implementó una solución computacional basada en el lenguaje de programación Python, seleccionado por su versatilidad, amplias bibliotecas científicas y capacidad para desarrollar interfaces gráficas de usuario (GUI) intuitivas. El objetivo principal fue traducir la metodología analítica del **CLTD**

(Cooling Load Temperature Difference) establecida por ASHRAE en un sistema automatizado que permitiera a los usuarios realizar cálculos precisos de manera eficiente, minimizando errores manuales y optimizando el tiempo de diseño.

La exactitud de los cálculos depende directamente de la correcta implementación de las tablas y procedimientos establecidos por ASHRAE en su *Handbook of Fundamentals*. Las siguientes tablas fueron digitalizadas e implementadas en el código Python:

Tabla 2.

Coefficientes/Resistencias de Película Superficial

Position of Surface	Direction of Heat Flow	Surface Emittance, ϵ					
		Nonreflective $\epsilon = 0.90$		Reflective			
		h_i	R_i	$\epsilon = 0.20$		$\epsilon = 0.05$	
		h_i	R_i	h_i	R_i	h_i	R_i
Indoor							
Horizontal	Upward	9.26	0.11	5.17	0.19	4.32	0.23
Sloping at 45°	Upward	9.09	0.11	5.00	0.20	4.15	0.24
Vertical	Horizontal	8.29	0.12	4.20	0.24	3.35	0.30
Sloping at 45°	Downward	7.50	0.13	3.41	0.29	2.56	0.39
Horizontal	Downward	6.13	0.16	2.10	0.48	1.25	0.80
Outdoor (any position)		h_o	R_o				
Wind (for winter) at 6.7 m/s	Any	34.0	0.030	—	—	—	—
Wind (for summer) at 3.4 m/s	Any	22.7	0.044	—	—	—	—

Nota: Esta tabla se utilizó para determinar los coeficientes de transferencia de calor por convección y radiación en superficies interiores y exteriores, según su emisividad y orientación. En el código, estos valores se incorporaron para calcular las resistencias térmicas superficiales, lo que permitió ajustar los coeficientes globales de transferencia de calor (U) en función del tipo de superficie y las condiciones ambientales.

Tabla 3

Procedimiento para el Cálculo de Carga Térmica

Nota: Los valores de conductancia y resistencia del aire en reposo y en movimiento, así como los factores de emisividad de materiales reflectivos y no reflectivos, se tomaron de esta tabla. Estos datos fueron esenciales para calcular las resistencias térmicas en espacios de aire y superficies, lo que influyó directamente en los coeficientes U utilizados en los cálculos de paredes y vidrios.

Tabla 5

Cálculo del Tiempo Solar

North Latitude Wall Facing	Solar Time, hr																								Hr of Maxi- mum CLTD	Mini- mum CLTD	Maxi- mum CLTD	Differ- ence CLTD	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Group A Walls																													
N	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	2	10	14	4	
NE	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	15	16	16	17	18	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	24	22	18	24	6	
S	20	20	19	19	18	18	17	16	16	15	14	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20	23	14	20	6	
SW	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	17	17	17	18	19	20	22	23	24	25	25	24	17	25	8		
W	27	27	26	26	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	18	18	19	20	22	23	24	25	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	
Group B Walls																													
N	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	8	9	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	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	28	24	13	28	15	
W	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30	24	14	30	16	
NW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	12	11	11	12	13	15	17	19	21	22	23	23	24	11	23	9	
Group C Walls																													
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	22	23	23	23	22	21	20	20	10	23	13		
E	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24	18	12	30	18	
SE	22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19	22	24	26	28	29	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	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	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	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	27	26	22	10	27	17	

Nota: Para el cálculo del tiempo solar y la radiación incidente, se utilizaron tablas ASHRAE que relacionan la hora solar, el ángulo de incidencia y la intensidad de radiación según la orientación, latitud y mes. Estas correcciones se integraron en las funciones que calculan la ganancia de calor a través de vidrios, ajustando la carga térmica por radiación solar en tiempo real.

Tabla 6

Corrección CLTD para Latitud y Mes

Lat.	Month	N	NNE NNW	NE NW	ENE WNW	E W	ESE WSW	SE SW	SSE SSW	S	HOR
0	Dec	-3	-5	-5	-5	-2	0	3	6	9	-1
	Jan/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	0
	Apr/Aug	5	4	3	0	-2	-5	-6	-8	-8	-2
	May/Jul	10	7	5	0	-3	-7	-8	-9	-8	-4
	Jun	12	9	5	0	-3	-7	-9	-10	-8	-5
8	Dec	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
	Jan/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
	Apr/Aug	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
	May/Jul	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
	Jun	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2

Nota: Esta tabla proporciona los factores de corrección del CLTD según la latitud, orientación y mes del año. En el código, estos valores se implementaron mediante funciones que ajustan dinámicamente el CLTD base en función de la ubicación geográfica y la época del año, permitiendo un cálculo más preciso de la carga térmica en diferentes condiciones climáticas.

Teniendo en cuenta una necesidad específica se calcula la capacidad térmica del volumen que será acondicionado en BTU y posteriormente recomendar una capacidad comercial superior que exista en el mercado, sugiriendo un equipo de buena eficiencia que permita al usuario una buena selección de su acondicionador de aire que tenga como prioridad el consumo de energía.

Este planteamiento se transforma metodológicamente en una serie de pasos ordenados cuyo objetivo es guiar al usuario hacia una decisión técnica adecuada mediante un proceso asistido y automatizado.

El método técnico planteado se desarrolla de la siguiente manera, en coherencia con el proceso conceptual inicial:

- Conocer los diferentes equipos de aire acondicionado existentes en el mercado.
- El usuario recibe información clara sobre los tipos de equipos de climatización y sus características principales, lo que le permite una comprensión básica de las opciones disponibles.
- Pensar en un volumen específico como elemento que será acondicionado, solicitando medidas en metros: ancho por alto de las 4 paredes, techo, porcentaje de vidrio dentro de las paredes, porcentaje de exposición al sol, cantidad de personas dentro del recinto e iluminación. Esta etapa es fundamental, pues permite caracterizar el espacio desde el punto de vista térmico, considerando tanto aspectos geométricos como condiciones ambientales y de ocupación.
- Aproximar a la capacidad comercial superior más cercana como capacidad del equipo a seleccionar.
- Una vez calculada la carga térmica, se ajusta a la capacidad comercial inmediatamente superior para garantizar que el equipo no opere forzado.

Según la capacidad recomendada, estimar un consumo de energía en kW/hora por uso de 8 horas diarias o 46 semanales, que es el promedio de una oficina comercial, recomendando que la compra se incline por equipos de eficiencia tipo A o en orden ascendente según nuestro RETIQ.

FIGURA 5

Etiqueta de Eficiencia Energética para Equipos de Aire Acondicionado.



Nota: Las etiquetas de eficiencia energética brindan información sobre el consumo eléctrico y el desempeño del equipo, permitiendo al usuario identificar qué tan eficiente es en una escala de **A** (menor consumo) a **E** (mayor consumo).

Para asegurar que la selección del equipo esté sustentada técnicamente, la metodología incorpora un sistema de cálculo basado en principios vigentes en la ingeniería de climatización. Dicho sistema procesa los datos suministrados por el usuario aplicando:

- Estimaciones de carga térmica por transmisión en paredes y techos,
- Aportes térmicos por superficies vidriadas,
- Efectos de la radiación solar directa y difusa,
- Aportes internos derivados de la ocupación del espacio,
- Iluminación artificial y equipos electrónicos,
- Correcciones por orientación solar y condiciones climáticas locales.

El método permite obtener la carga térmica total del recinto en BTU/h, valor que constituye la base para seleccionar el equipo adecuado.

Además de los cálculos térmicos, la metodología contempla la estructuración de un flujo funcional que organiza el proceso en etapas comprensibles para cualquier persona. Este flujo comprende:

- Ingreso guiado de dimensiones y características del espacio, mediante formularios claros y ordenados.
- Procesamiento automático de la información, integrando todos los factores térmicos relevantes.
- Generación del valor de carga térmica, expresado en BTU/h.
- Recomendación de la capacidad comercial adecuada, basada en el estándar de capacidades disponibles en el mercado.
- Análisis del rendimiento energético del equipo recomendado, considerando la clasificación RETIQ.
- Estimación del consumo energético esperado, tanto por hora como por periodos típicos de operación.
- Presentación final del resultado, incluyendo capacidad sugerida, eficiencia energética esperada y consumo proyectado.

Uno de los pilares de la metodología es que el usuario final no necesita ser un profesional de la ingeniería para utilizar la herramienta. Por ello, el diseño del método prioriza:

- Claridad en la presentación de los datos requeridos.

- Reducción de ambigüedades en la toma de medidas.
- Estructura visual coherente y secuencial.
- Orientaciones prácticas para entender cada paso.
- Resultados explicados de manera comprensible.

El método desarrollado busca:

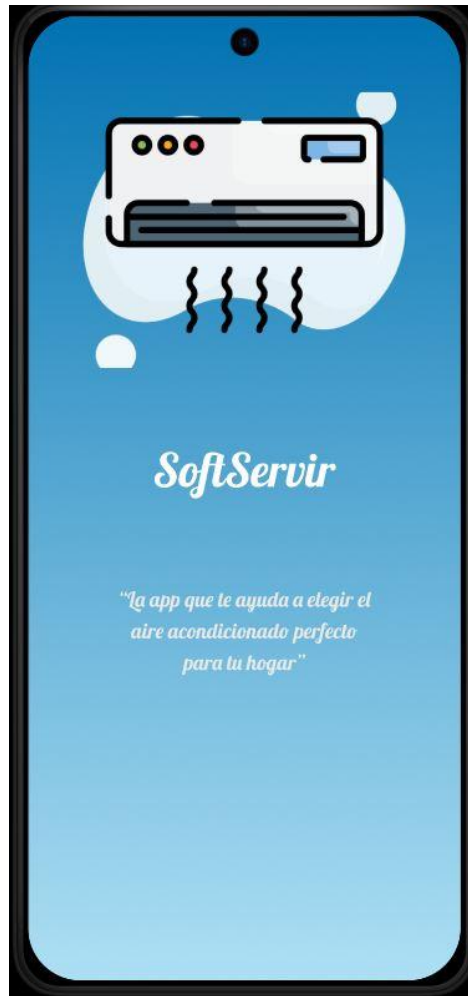
- Disminuir el porcentaje de solicitudes de garantía rechazadas por mala selección del equipo.
- Reducir la inconformidad del usuario final por estética, capacidad o consumo energético.
- Mejorar la experiencia de compra mediante una recomendación técnica clara.
- Promover la eficiencia energética en la selección de sistemas de climatización.
- Facilitar decisiones informadas en ambientes residenciales y comerciales.

El proyecto está dirigido a disminuir el porcentaje de rechazo de garantía al usuario de un equipo acondicionador de aire por mala selección del equipo y a disminuir el grado de inconformismo de los usuarios con su fabricante elegido.

2.1.2 Resultados.

Figura 6

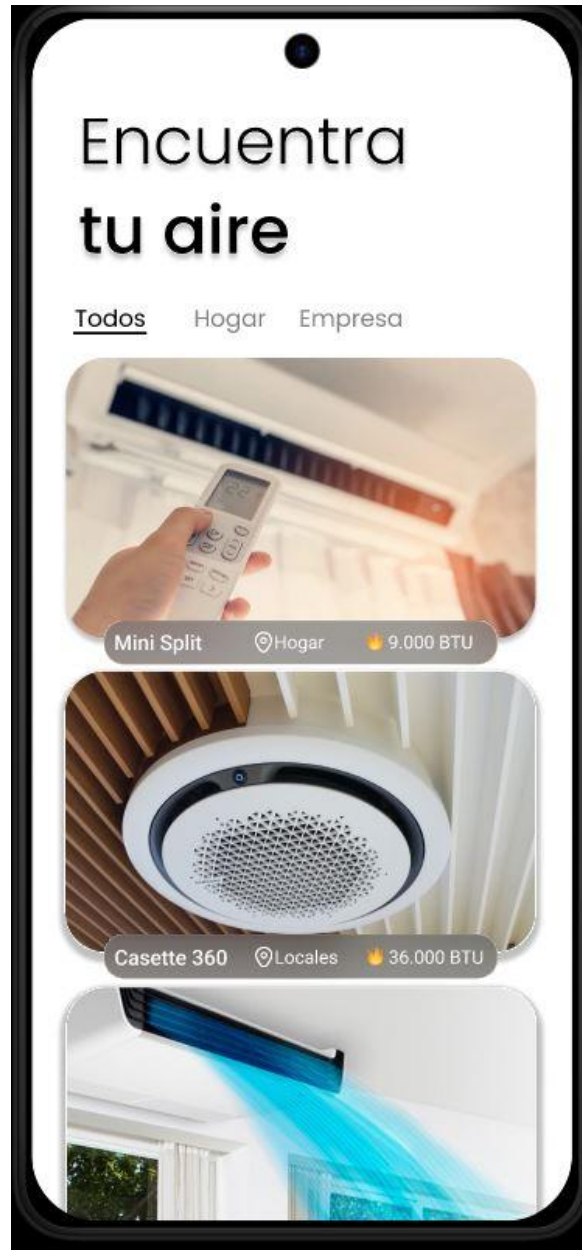
Pantalla al abrir App Softservir.



Nota: Se presenta la identidad visual de la aplicación SoftServir, destacando su propósito principal: asistir al usuario en la selección del equipo de aire acondicionado más adecuado para su hogar.

Figura 7

Diferentes tipos de aires



Nota: Presentación de los diferentes estilos de acondicionadores de aire existentes en el mercado para que el usuario observe, piense según su necesidad y arquitectura cual estilo de aire es más útil para su necesidad

Figura 8

Mini Split



Descripción

Los aires acondicionados mini split son sistemas de climatización compactos y eficientes que consisten en una unidad interior y una unidad exterior, conectadas por tuberías.

Características

Aplicación residencial o comercial ligera: Ideal tanto para aplicaciones residenciales como comerciales ligeras.

Ráfaga de viento: La ráfaga de aire es corta

[Calcular Carga Térmica](#)

Figura 9

Casete 360

A smartphone mockup displaying a product page for 'Casete 360'. The top half of the screen shows a photograph of a modern living room with a large window overlooking the ocean. A circular ceiling-mounted air conditioning unit is visible. The text 'Casete 360' is overlaid on the image, along with a location pin icon and the word 'Locales'. Below the image, the page has a white background with a blue button at the bottom.

Descripción
Los aires acondicionados tipo casette 360 son ideales para cubrir áreas amplias, ya que distribuyen el aire de manera uniforme en todas las direcciones gracias a su diseño de salida 360°.

Características
Forma circular: El diseño circular elimina los puntos ciegos, proporcionando una cobertura más eficaz del flujo de aire.
Distribución homogénea: Ofrece una mejor

[Calcular Carga Térmica](#)

Figura 10

Piso Techo

Piso Techo

Oficinas

Descripción

Los aires acondicionados tipo piso techo se utilizan para cubrir áreas grandes y alargadas, gracias a sus fuertes motores tipo Blower distribuyen el aire frío a distancias mayores en una sola dirección a los demás modelos. Es ideal para oficinas tipo "pasillo".

Características

Distribución de temperatura: La temperatura en el recinto no es uniforme.

Uso recomendado: Ideal para áreas grandes y

[Calcular Carga Térmica](#)

Figura 11

Casette 4 Vías

Nota: Estos estilos de aire acondicionado son los más comunes en el mercado y es lo más seleccionado por los usuarios finales para acondicionar sus espacios, sin embargo, existen más estilos de equipos de aire acondicionado que buscan adaptarse a las necesidades y requerimientos de los usuarios en espacios que se diseñan para comercio o áreas industriales u hospitalarias.

Figura 12

Multi Split

Multi Split

Hogares

Descripción

Los aires acondicionados Multi Split conectan varias unidades interiores a una sola exterior, permitiendo climatizar diferentes áreas de forma independiente, con eficiencia energética y diseño compacto, ideal para hogares, oficinas y comercios.

Características

Conexión de varias unidades interiores: Una sola unidad exterior alimenta múltiples interiores.

[Calcular Carga Térmica](#)

Figura 13

Conductos

Nota: Este estilo de equipos son los más usados para hotelería o sitios con varios espacios internos que desean utilizar un equipo exterior únicamente, uno de los objetivos de selección de esta clase de aires es economizar espacio exterior donde se ubican las condensadoras que puede ser útil arquitectónicamente para otro uso.

El siguiente paso es calcular la carga térmica introduciendo las medidas de las paredes en metros, la temperatura deseada de confort y la temperatura exterior.

Figura 14

Calculo de Carga Térmica

The image shows a mobile application interface for calculating thermal load. The title is "Calcular Carga Térmica". The interface includes several input fields and a dropdown menu. The fields are labeled as follows:

- UNIDADES DE ENTRADA: Metro (m²)
- ÁREA PAREDES: 1.0 - 10.0 m²
- MES DEL AÑO: 1-12
- LATITUD DEL RECINTO: +
- TIPO DE PAREDES: A dropdown menu with options: LIGERA, LIGERA, MEDIA, PESADA. The first "LIGERA" option is selected.
- ORIENTACIÓN: N

At the bottom right, there is a button labeled "SIGUIENTE >". At the bottom center, it says "Paso 1 de 3".

Al introducir las medidas de las paredes, las condiciones climáticas y de confort es necesario revisar la exposición a la luz solar de las paredes dentro del volumen que será acondicionado para establecer el cálculo por radiación solar.

Figura 15

Análisis de Exposición Solar

Análisis de Exposición Solar

PARED #1 - 100.0M

Expuesto a la luz solar directa significativa?

Porcentaje de pared con ventana 50%

PARED #2 - 100.0M

Expuesto a la luz solar directa significativa?

Porcentaje de pared con ventana 50%

PARED #3 - 100.0M

Expuesto a la luz solar directa significativa?

Porcentaje de pared con ventana 50%

PARED #4 - 100.0M

Expuesto a la luz solar directa significativa?

Porcentaje de pared con ventana 50%

TECHO - 100.0M

Expuesto a la luz solar directa significativa?

Porcentaje de luz solar en el techo 50%

< ANTERIOR

SIGUIENTE >

Paso 2 de 3

Figura 16

Temperatura Deseada

Temperatura

TEMPERATURA INTERIOR:
Temperatura válida: 16 - 28°C 20°C

TEMPERATURA EXTERIOR:
Bucaramanga, Santander, Colombia (27°C)

MATERIALES DE PARED:
Hormigon 203 mm ^
Pared de ladrillo de 305 mm, aislamiento de 25 mm
Pared de ladrillo de 102 mm, aislamiento de 25 mm
Pared de ladrillo 203 mm, aislamiento de 51mm

MATERIALES DE VENTANA:
Una capa: transparente de 6,35 mm ^
Una capa: transparente de 12,7 mm
Una capa: recubierta de 12,7 mm
Doble capa: Claro de 6,35 mm

MATERIALES DEL TECHO:
Teja termoacústica ^
Teja termoacústica con aislamiento
Tejado metálico
Tejado en Eternit

DESCRIPCION DEL CALCULO:
p.ej Don raul, Calle 10 # 5 - 22, Casa

< ANTERIOR CALCULAR >

Paso 3 de 3

Nota: Se indican los campos de selección de temperatura interior y exterior, materiales de pared, ventana y techo, así como la opción para incluir una descripción del cálculo antes de proceder a la operación.

Figura 17

Resultado del Calculo

Nota: Se le presenta al usuario la capacidad mínima recomendada en BTU/h, una estimación del consumo semanal y mensual, la clasificación energética del equipo sugerido y las configuraciones del recinto utilizadas para generar la recomendación del equipo debe adquirir según sus necesidades especificadas.

El resultado del calculo se comparo con el Software de carga térmica Elite Software y el resultado utilizando un volumen de control igual fue:

Tabla 7.

General Project Data Input.

General Project Data Input			
General Project Information			
Project file name:	Carga Térmica Area Ibague.CHV		
Project title:	Area de Control Software		
Project date:	23 de Noviembre de 2025		
Weather reference city:	Ibague		
Client name:	Fernando Corredor		
Barometric pressure:	865,671	mbar	
Altitude:	1285	meters	
Latitude:	46	Degrees	
Mean daily temperature range:	3	Degrees	
Starting & ending time for HVAC load calculations:	1am - 12am		
Number of unique zones in this project:	1		
Building Default Values			
Calculations performed:	Both heating and cooling loads		
Lighting requirements:	20,00	Watts per square meter	
Equipment requirements:	5,00	Watts per square meter	
People sensible load multiplier:	70	Watts per person	
People latent load multiplier:	60	Watts per person	
Zone sensible safety factor:	5	%	
Zone latent safety factor:	5	%	
Zone heating safety factor:	5	%	
People diversity factor:	100	%	
Lighting profile number:	1		
Equipment profile number:	1		
People profile number:	1		
Building default ceiling height:	4,00	meters	
Building default wall height:	4,00	meters	
Check Figures			
Total Building Supply Air (based on a 8° TD):	351	L/s	
Total Building Vent. Air (15.51% of Supply):	54	L/s	
Total Conditioned Air Space:	28	Sq.m	
Supply Air Per Unit Area:	12,5349	L/s/Sq.m	
Area Per Cooling Capacity:	6,2808	Sq.m/kW	22,1 Sq.m/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0,1592	kW/Sq.m	0,0453 Tons/Sq.m
Heating Capacity Per Area:	0,00	Watts/Sq.m	
Total Heating Required With Outside Air:	0,00	kW	
Total Cooling With Outside Air:	4,46	kW	1,27 Tons

El resultado utilizando el Software Elite = 1,27 Tons = 15.240 Btu/h

El resultado utilizando Softservir = 16.800 Btu/ h

Con ambos resultados para seleccionar un equipo debemos aproximar a un equipo de capacidad comercial inmediatamente superior, en este caso el equipo seleccionado es de 18000 Btu/h

El resultado principal de la aplicación implementado en la empresa Servir Ingenieros desde diciembre 2024 hasta la fecha (diciembre 2025) fue la disminución importante de la solicitud de garantías por mala selección del equipo de aire acondicionado reflejados a partir del programa de capacitaciones como no lo muestra la siguiente tabla, en el se ve una disminución de solicitud de garantías del 84.2 %

Tabla 8.

Solicitudes de garantía Servir Ingenieros 2024 – 2025.

SOLICITUDES GARANTIAS SERVIR INGENIEROS		
	2024	2025
MES	CANTIDAD	CANTIDAD
1	2	0
2	1	0
3	4	1
4	1	0
5	1	0
6	1	0
7	1	0
8	1	1
9	1	0
10	1	0
11	1	0
12	4	1
TOTAL	19	3

2.1. Discusión. Al crear una herramienta de selección que facilita al usuario determinar cuál es el aire acondicionado que le resulta más conveniente sería una notable ayuda para que las quejas y los servicios posventa disminuyan y el grado de satisfacción de los clientes finales que utilizan los equipos de los fabricantes de aire acondicionado.

3. Conclusiones

La correcta selección del equipo de aire acondicionado garantiza que el confort deseado sea realmente el esperado y que el consumo de energía sea el óptimo. A su vez, el equipo seleccionado estará armonizado con la arquitectura del sitio donde se desea instalar.

Al escoger el equipo que mejor se adapta a mis necesidades, aseguro un uso eficiente de la energía eléctrica y realizo una inversión adecuada del capital, eligiendo un aire acondicionado eficiente que apoye el desarrollo de mi operación de trabajo y contribuya al confort de los clientes internos y externos.

Finalmente, al lograr que el cliente final quede satisfecho con la selección del equipo de aire acondicionado, se disminuye la solicitud de garantías asociadas a la capacidad del equipo y se aporta a mejorar tanto la rentabilidad de las empresas fabricantes como la imagen de estas.

4. Recomendaciones

Es importante ampliar el software a sistemas de aire acondicionado industriales y comerciales de mayor capacidad de enfriamiento como Chiller y sistemas de refrigerante variable,

que permitan a un usuario discernir cual es la mejor opción para un proceso industrial o un desarrollo comercial importante.

Debido al éxito que se obtuvo con la implementación del proyecto en la empresa Servir Ingenieros es importante implementarlo, ampliándolo a otras instancias como el mal diagnóstico al reparar los equipos de aire acondicionado o fallencias técnicas de los instaladores de equipos

Referencias Bibliográficas

ACAIRE. (2006). *Climatización y refrigeración Colombia*. Asociación Colombiana de Acondicionamiento del Aire y de la Refrigeración.

ACAIRE. (2019). *Cifras y datos sector acondicionamiento del aire, refrigeración y ventilación Colombia 2019*. Asociación Colombiana de Acondicionamiento del Aire y de la Refrigeración.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2012). *Práctica estándar para la inspección y mantenimiento del edificio comercial sistemas de climatización* (ANSI/ASHRAE/ACCA Estándar 180-2012). ASHRAE.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2013). *ASHRAE Handbook—Fundamentals*. ASHRAE.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2021). *ASHRAE Handbook—Fundamentals* (Capítulo 18). ASHRAE.

ANSI/ASHRAE. (2010). *Thermal environmental conditions for human occupancy* (ANSI/ASHRAE Standard 55-2010). ASHRAE.

Carrier Corporation. (1966). *Manual de aire acondicionado*. Carrier.

Clavijo, F. M. (s.f.). *Enfriadores de agua Chillers guía de eficiencia energética y ambiental*. ACAIRE.

Congreso de la República de Colombia. (1979, 5 de marzo). Ley 11 de 1979. *Por la cual se reconoce la profesión de bibliotecólogo y se reglamenta su ejercicio*. Bogotá: El Congreso.

Kuhlman, D. (2013, 15 de diciembre). *A Python book: Beginning Python, advanced Python, and Python exercises* (Versión 1.3a). <http://www.davekuhlman.org>

LG Electronics. (s.f.). *LG total HVAC solution provider engineering product data book*. LG.

Posso, C. (s.f.). *After sales & quality leader*. Midea Colombia Equipment SAS.

Rodríguez, L. (2015). *Python: Programación* (Libro digital, Versión 2.1). Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Spitler, J. D. (2014). *Load calculation applications manual* (2.^a ed.). ASHRAE.

Summerfield, M. (2010). *Programming in Python 3: A complete introduction to the Python language* (2.^a ed.). Addison-Wesley.

Unidad de Planeación Minero-Energética. (2016). *Reglamento técnico de instalaciones térmicas (RETSIT)*. Ministerio de Minas y Energía de Colombia.

Apéndices

Apéndice A

Código en Python para cálculo de carga térmica

```
import tkinter as tk
from tkinter import ttk, messagebox

# Función para calcular el CLTD corregido según ASHRAE
def calcular_cltd_corregido(cltd_base, latitud, mes, temperatura_exterior,
temperatura_interior):
    """
    Calcula el CLTD corregido según ASHRAE
    cltd_base: CLTD base de la tabla ASHRAE
    latitud: latitud del lugar (grados)
    mes: mes del año (1-12)
    temperatura_exterior: temperatura exterior de diseño (°C)
    temperatura_interior: temperatura interior de diseño (°C)
    """
    # Factores de corrección por latitud y mes (simplificado)
    factores_correccion = {
        1: 0.8, 2: 0.9, 3: 1.0, 4: 1.1, 5: 1.2, 6: 1.3,
        7: 1.3, 8: 1.2, 9: 1.1, 10: 1.0, 11: 0.9, 12: 0.8
    }

    factor_mes = factores_correccion.get(mes, 1.0)

    # Factor de corrección por latitud (simplificado)
    if latitud <= 30:
        factor_latitud = 0.9
    elif latitud <= 40:
        factor_latitud = 1.0
    else:
        factor_latitud = 1.1

    # CLTD corregido
    cltd_corregido = cltd_base * factor_mes * factor_latitud +
    (temperatura_exterior - temperatura_interior)

    return max(cltd_corregido, 0) # No permitir valores negativos

# Función para calcular la carga térmica de una pared
def calcular_carga_pared(area, u, cltd_corregido):
    """
```

```
Calcula la carga térmica de una pared
area: área de la pared (m2)
u: coeficiente global de transferencia de calor (W/m2°C)
cltd_corregido: CLTD corregido (°C)
"""
return area * u * cltd_corregido

# Función para obtener el CLTD base según el tipo de pared
def obtener_cltd_base(tipo_pared, orientacion):
    """
    Obtiene el CLTD base según el tipo de pared y orientación
    Valores de ejemplo basados en tablas ASHRAE
    """
    # Tabla simplificada de CLTD base (valores de ejemplo)
    cltd_tabla = {
        "Pared ligera": {"N": 7, "NE": 10, "E": 14, "SE": 16, "S": 18, "SO": 16,
        "O": 14, "NO": 10},
        "Pared media": {"N": 9, "NE": 13, "E": 18, "SE": 20, "S": 22, "SO": 20,
        "O": 18, "NO": 13},
        "Pared pesada": {"N": 11, "NE": 16, "E": 22, "SE": 25, "S": 27, "SO": 25,
        "O": 22, "NO": 16}
    }

    return cltd_tabla.get(tipo_pared, {}).get(orientacion, 10)

# Función para obtener el coeficiente U según el tipo de pared
def obtener_coeficiente_u(tipo_pared):
    """
    Obtiene el coeficiente U según el tipo de construcción
    """
    coeficientes_u = {
        "Pared ligera": 2.5, # W/m2°C
        "Pared media": 1.8, # W/m2°C
        "Pared pesada": 1.2 # W/m2°C
    }
    return coeficientes_u.get(tipo_pared, 2.0)

# Función principal de cálculo
def calcular_carga_termica():
    """
    Función principal que calcula la carga térmica total
    """
```

```
try:
    # Obtener datos de la interfaz
    latitud = float(entry_latitud.get())
    mes = int(combobox_mes.get())
    temp_exterior = float(entry_temp_exterior.get())
    temp_interior = float(entry_temp_interior.get())

    # Validar datos
    if not (1 <= mes <= 12):
        messagebox.showerror("Error", "El mes debe estar entre 1 y 12")
        return

    if temp_interior >= temp_exterior:
        messagebox.showerror("Error", "La temperatura interior debe ser menor
que la exterior")
        return

    # Obtener datos de las paredes
    paredes = []
    for i in range(len(entries_area)):
        try:
            area = float(entries_area[i].get())
            tipo_pared = comboboxes_tipo[i].get()
            orientacion = comboboxes_orientacion[i].get()

            if area > 0:
                paredes.append({
                    'area': area,
                    'tipo_pared': tipo_pared,
                    'orientacion': orientacion
                })
        except ValueError:
            continue

    if not paredes:
        messagebox.showerror("Error", "Ingrese al menos una pared válida")
        return

    # Calcular carga térmica total
    carga_total = 0
    resultados = []

    for pared in paredes:
        # Obtener CLTD base y coeficiente U
```

```
        cltd_base = obtener_cltd_base(pared['tipo_pared'],
pared['orientacion'])
        u = obtener_coeficiente_u(pared['tipo_pared'])

        # Calcular CLTD corregido
        cltd_corregido = calcular_cltd_corregido(
            cltd_base, latitud, mes, temp_exterior, temp_interior
        )

        # Calcular carga térmica de la pared
        carga_pared = calcular_carga_pared(pared['area'], u, cltd_corregido)
        carga_total += carga_pared

        # Guardar resultados individuales
        resultados.append({
            'tipo': pared['tipo_pared'],
            'orientacion': pared['orientacion'],
            'area': pared['area'],
            'u': u,
            'cltd_base': cltd_base,
            'cltd_corregido': round(cltd_corregido, 2),
            'carga': round(carga_pared, 2)
        })

        # Mostrar resultados
        mostrar_resultados(resultados, carga_total)

    except ValueError as e:
        messagebox.showerror("Error", "Ingrese valores numéricos válidos en todos
los campos")

# Función para mostrar resultados
def mostrar_resultados(resultados, carga_total):
    """
    Muestra los resultados en el área de texto
    """
    texto_resultados.delete(1.0, tk.END)

    texto_resultados.insert(tk.END, "RESULTADOS DE CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA\n")
    texto_resultados.insert(tk.END, "=" * 50 + "\n\n")

    for i, resultado in enumerate(resultados, 1):
        texto_resultados.insert(tk.END, f"Pared {i}:\n")
        texto_resultados.insert(tk.END, f" Tipo: {resultado['tipo']}\n")
```

```

        texto_resultados.insert(tk.END, f" Orientación:
{resultado['orientacion']}\n")
        texto_resultados.insert(tk.END, f" Área: {resultado['area']} m²\n")
        texto_resultados.insert(tk.END, f" Coeficiente U: {resultado['u']}
W/m²°C\n")
        texto_resultados.insert(tk.END, f" CLTD base: {resultado['cltd_base']}
°C\n")
        texto_resultados.insert(tk.END, f" CLTD corregido:
{resultado['cltd_corregido']} °C\n")
        texto_resultados.insert(tk.END, f" Carga térmica: {resultado['carga']}
W\n")
        texto_resultados.insert(tk.END, "-" * 30 + "\n")

        texto_resultados.insert(tk.END, f"\nCARGA TÉRMICA TOTAL: {round(carga_total,
2)} W\n")
        texto_resultados.insert(tk.END, f"CARGA TÉRMICA TOTAL: {round(carga_total /
1000, 2)} kW\n")

# Función para agregar una nueva fila de pared
def agregar_pared():
    """
    Agrega una nueva fila para ingresar datos de una pared
    """
    row = len(entries_area) + 2

    # Área
    label_area = tk.Label(frame_paredes, text=f"Pared {len(entries_area) + 1} -
Área (m²):")
    label_area.grid(row=row, column=0, padx=5, pady=2, sticky="w")
    entry_area = tk.Entry(frame_paredes, width=10)
    entry_area.grid(row=row, column=1, padx=5, pady=2)
    entries_area.append(entry_area)

    # Tipo de pared
    label_tipo = tk.Label(frame_paredes, text="Tipo:")
    label_tipo.grid(row=row, column=2, padx=5, pady=2, sticky="w")
    combobox_tipo = ttk.Combobox(frame_paredes, values=["Pared ligera", "Pared
media", "Pared pesada"], width=12)
    combobox_tipo.set("Pared media")
    combobox_tipo.grid(row=row, column=3, padx=5, pady=2)
    comboboxes_tipo.append(combobox_tipo)

    # Orientación
    label_orientacion = tk.Label(frame_paredes, text="Orientación:")

```

```
label_orientacion.grid(row=row, column=4, padx=5, pady=2, sticky="w")
combobox_orientacion = ttk.Combobox(frame_paredes,
                                   values=["N", "NE", "E", "SE", "S", "SO",
"O", "NO"], width=8)
combobox_orientacion.set("N")
combobox_orientacion.grid(row=row, column=5, padx=5, pady=2)
comboboxes_orientacion.append(combobox_orientacion)

# Función para limpiar todos los campos
def limpiar_campos():
    """
    Limpia todos los campos de entrada
    """
    entry_latitud.delete(0, tk.END)
    combobox_mes.set("")
    entry_temp_exterior.delete(0, tk.END)
    entry_temp_interior.delete(0, tk.END)
    texto_resultados.delete(1.0, tk.END)

    # Limpiar paredes (mantener solo la primera)
    for entry in entries_area[1:]:
        entry.destroy()
    for combo in comboboxes_tipo[1:]:
        combo.destroy()
    for combo in comboboxes_orientacion[1:]:
        combo.destroy()

    entries_area.clear()
    comboboxes_tipo.clear()
    comboboxes_orientacion.clear()

    # Agregar primera pared
    agregar_pared()

# Crear la interfaz gráfica
def crear_interfaz():
    """
    Crea la interfaz gráfica principal
    """
    global root, entry_latitud, combobox_mes, entry_temp_exterior,
entry_temp_interior
    global frame_paredes, entries_area, comboboxes_tipo, comboboxes_orientacion
    global texto_resultados
```

```
root = tk.Tk()
root.title("Cálculo de Carga Térmica - Método CLTD ASHRAE")
root.geometry("800x700")

# Frame principal
main_frame = tk.Frame(root, padx=10, pady=10)
main_frame.pack(fill=tk.BOTH, expand=True)

# Título
titulo = tk.Label(main_frame, text="CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA POR PAREDES",
                  font=("Arial", 14, "bold"))
titulo.pack(pady=10)

# Frame de datos generales
frame_general = tk.LabelFrame(main_frame, text="Datos Generales", padx=10,
pady=10)
frame_general.pack(fill=tk.X, padx=5, pady=5)

# Latitud
tk.Label(frame_general, text="Latitud (°):").grid(row=0, column=0, padx=5,
pady=2, sticky="w")
entry_latitud = tk.Entry(frame_general, width=10)
entry_latitud.grid(row=0, column=1, padx=5, pady=2)
entry_latitud.insert(0, "40") # Valor por defecto

# Mes
tk.Label(frame_general, text="Mes (1-12):").grid(row=0, column=2, padx=5,
pady=2, sticky="w")
combobox_mes = ttk.Combobox(frame_general, values=list(range(1, 13)),
width=8)
combobox_mes.grid(row=0, column=3, padx=5, pady=2)
combobox_mes.set("7") # Julio por defecto

# Temperatura exterior
tk.Label(frame_general, text="Temp. Exterior (°C):").grid(row=1, column=0,
padx=5, pady=2, sticky="w")
entry_temp_exterior = tk.Entry(frame_general, width=10)
entry_temp_exterior.grid(row=1, column=1, padx=5, pady=2)
entry_temp_exterior.insert(0, "35") # Valor por defecto

# Temperatura interior
tk.Label(frame_general, text="Temp. Interior (°C):").grid(row=1, column=2,
padx=5, pady=2, sticky="w")
entry_temp_interior = tk.Entry(frame_general, width=10)
```

```
entry_temp_interior.grid(row=1, column=3, padx=5, pady=2)
entry_temp_interior.insert(0, "24") # Valor por defecto

# Frame de paredes
frame_paredes = tk.LabelFrame(main_frame, text="Datos de las Paredes",
padx=10, pady=10)
frame_paredes.pack(fill=tk.X, padx=5, pady=5)

# Encabezados de columnas para paredes
tk.Label(frame_paredes, text="Pared", font=("Arial", 9, "bold")).grid(row=0,
column=0, padx=5, pady=5)
tk.Label(frame_paredes, text="Área (m2)", font=("Arial", 9,
"bold")).grid(row=0, column=1, padx=5, pady=5)
tk.Label(frame_paredes, text="Tipo", font=("Arial", 9, "bold")).grid(row=0,
column=2, padx=5, pady=5)
tk.Label(frame_paredes, text="Orientación", font=("Arial", 9,
"bold")).grid(row=0, column=4, padx=5, pady=5)

# Listas para almacenar los widgets de paredes
entries_area = []
comboboxes_tipo = []
comboboxes_orientacion = []

# Agregar primera pared
agregar_pared()

# Frame de botones
frame_botones = tk.Frame(main_frame)
frame_botones.pack(fill=tk.X, padx=5, pady=10)

# Botones
btn_agregar = tk.Button(frame_botones, text="Agregar Pared",
command=agregar_pared)
btn_agregar.pack(side=tk.LEFT, padx=5)

btn_calcular = tk.Button(frame_botones, text="Calcular Carga Térmica",
command=calcular_carga_termica, bg="lightblue")
btn_calcular.pack(side=tk.LEFT, padx=5)

btn_limpiar = tk.Button(frame_botones, text="Limpiar",
command=limpiar_campos)
btn_limpiar.pack(side=tk.LEFT, padx=5)

# Área de resultados
```

```
    frame_resultados = tk.LabelFrame(main_frame, text="Resultados", padx=10,
pady=10)
    frame_resultados.pack(fill=tk.BOTH, expand=True, padx=5, pady=5)

    texto_resultados = tk.Text(frame_resultados, height=15, width=80)
    scrollbar = tk.Scrollbar(frame_resultados, command=texto_resultados.yview)
    texto_resultados.config(yscrollcommand=scrollbar.set)

    texto_resultados.pack(side=tk.LEFT, fill=tk.BOTH, expand=True)
    scrollbar.pack(side=tk.RIGHT, fill=tk.Y)

    return root

# Función principal
def main():
    """
    Función principal que inicia la aplicación
    """
    global entries_area, comboboxes_tipo, comboboxes_orientacion

    # Inicializar listas
    entries_area = []
    comboboxes_tipo = []
    comboboxes_orientacion = []

    # Crear y ejecutar interfaz
    app = crear_interfaz()
    app.mainloop()

# Ejecutar la aplicación
if __name__ == "__main__":
    main()
```

Apéndice B

Interfaz del código para el cálculo de la carga térmica por paredes

Calculo de Carga Térmica - Método CLTD ASHRAE

CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA POR PAREDES

Datos Generales

Latitud (°): Mes (1-12):

Temp. Exterior (°C): Temp. Interior (°C):

Datos de las Paredes

Pared	Área (m ²)	Tipo	Orientación
Pared 1 - Área (m ²):	<input type="text" value="10"/>	Tipo: <input type="text" value="Pared media"/>	Orientación: <input type="text" value="N"/>

Agregar Pared

Resultados

```

RESULTADOS DE CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA
=====
Pared 1:
Tipo: Pared media
Orientación: N
Área: 10.0 m²
Coeficiente U: 1.8 W/m²°C
CLTD base: 9 °C
CLTD corregido: 22.7 °C
Carga térmica: 408.6 W
-----
CARGA TÉRMICA TOTAL: 408.6 W
CARGA TÉRMICA TOTAL: 0.41 kW

```

Apéndice C

Código para cálculo de carga térmica en vidrios

```

import tkinter as tk
from tkinter import ttk, messagebox
# Función para calcular el factor U del vidrio
def calcular_factor_u(tipo_vidrio):

```

```
factores_u = {
    "Vidrio simple 3mm": 5.8,
    "Vidrio simple 6mm": 5.7,
    "Vidrio doble 6mm aire 6mm": 3.0,
    "Vidrio doble 6mm aire 13mm": 2.7,
    "Vidrio triple": 1.8,
    "Vidrio reflectivo": 3.5
}
return factores_u.get(tipo_vidrio, 5.8)

# Función para obtener el factor de sombra (SC)
def obtener_factor_sombra(tipo_vidrio, persiana):
    factores_base = {
        "Vidrio simple 3mm": 1.0,
        "Vidrio simple 6mm": 0.95,
        "Vidrio doble 6mm aire 6mm": 0.88,
        "Vidrio doble 6mm aire 13mm": 0.82,
        "Vidrio triple": 0.74,
        "Vidrio reflectivo": 0.55
    }

    sc_base = factores_base.get(tipo_vidrio, 1.0)

    # Ajustar por persiana
    if persiana == "Persiana interior clara":
        sc_base *= 0.65
    elif persiana == "Persiana interior oscura":
        sc_base *= 0.75
    elif persiana == "Cortina media":
        sc_base *= 0.6

    return sc_base

# Función para obtener CLTD corregido según ASHRAE
def obtener_cltd_corregido(orientacion, mes, hora, temp_exterior, temp_interior):
    # Valores base de CLTD según orientación y hora (simplificado)
    cltd_base = {
        "Norte": [6, 6, 6, 6, 6, 7, 8, 9, 10, 10, 9, 8, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 6],
        "Sur": [7, 7, 7, 7, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 8, 8, 8, 8, 7],
        "Este": [9, 9, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 18, 18, 17, 16, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 9, 9, 9, 9, 9],
    }
```

```
        "Oeste": [9, 9, 9, 9, 9, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 19, 20, 20, 19, 18, 16,
14, 12, 11, 10, 9, 9, 9]
    }

    # Obtener CLTD base para la hora específica
    cltd_base_valor = cltd_base.get(orientacion, [7] * 24)[hora]

    # Corrección por diferencia de temperatura (simplificado)
    correccion_temp = (temp_exterior - 29.4) - (temp_interior - 24.4)

    # CLTD corregido
    cltd_corregido = cltd_base_valor + correccion_temp

    return max(cltd_corregido, 0) # No permitir valores negativos

# Función principal de cálculo
def calcular_carga_termica():
    try:
        # Obtener datos de la interfaz
        area = float(entry_area.get())
        tipo_vidrio = combo_vidrio.get()
        orientacion = combo_orientacion.get()
        persiana = combo_persiana.get()
        mes = int(combo_mes.get())
        hora = int(combo_hora.get())
        temp_exterior = float(entry_temp_ext.get())
        temp_interior = float(entry_temp_int.get())
        latitud = float(entry_latitud.get())

        # Validar datos
        if area <= 0:
            messagebox.showerror("Error", "El área debe ser mayor a 0")
            return

        # Realizar cálculos
        factor_u = calcular_factor_u(tipo_vidrio)
        factor_sombra = obtener_factor_sombra(tipo_vidrio, persiana)
        cltd_corregido = obtener_cltd_corregido(orientacion, mes, hora,
temp_exterior, temp_interior)

        # Calcular carga térmica (Q = A * U * CLTD_corregido + A * SC * 630)
        # Componente por conducción
        q_conduccion = area * factor_u * cltd_corregido
```

```
# Componente por radiación solar (simplificado)
q_radiacion = area * factor_sombra * 630 # 630 W/m² es un valor típico
de ganancia solar

# Carga térmica total
carga_total = q_conduccion + q_radiacion

# Mostrar resultados
mostrar_resultados(factor_u, factor_sombra, cltd_corregido,
                    q_conduccion, q_radiacion, carga_total)

except ValueError as e:
    messagebox.showerror("Error", "Por favor, ingrese valores numéricos
válidos")

# Función para mostrar resultados
def mostrar_resultados(u, sc, cltd, q_cond, q_rad, total):
    resultado_texto = f"""
RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

Parámetros calculados:
• Factor U del vidrio: {u:.2f} W/m²·K
• Factor de Sombra (SC): {sc:.2f}
• CLTD corregido: {cltd:.2f} °C

Componentes de carga térmica:
• Conducción a través del vidrio: {q_cond:.2f} W
• Radiación solar: {q_rad:.2f} W

CARGA TÉRMICA TOTAL: {total:.2f} W
"""

    text_resultados.delete(1.0, tk.END)
    text_resultados.insert(1.0, resultado_texto)

# Función para limpiar todos los campos
def limpiar_campos():
    entry_area.delete(0, tk.END)
    combo_vidrio.set("Vidrio simple 3mm")
    combo_orientacion.set("Norte")
    combo_persiana.set("Sin protección")
    combo_mes.set("6")
    combo_hora.set("12")
```

```
entry_temp_ext.delete(0, tk.END)
entry_temp_int.delete(0, tk.END)
entry_latitud.delete(0, tk.END)
text_resultados.delete(1.0, tk.END)

# Función para crear la interfaz gráfica
def crear_interfaz():
    global entry_area, combo_vidrio, combo_orientacion, combo_persiana
    global combo_mes, combo_hora, entry_temp_ext, entry_temp_int, entry_latitud,
    text_resultados

    # Configurar ventana principal
    root = tk.Tk()
    root.title("Cálculo de Carga Térmica por Vidrios - Método CLTD ASHRAE")
    root.geometry("600x700")

    # Crear notebook para pestañas
    notebook = ttk.Notebook(root)
    notebook.pack(fill='both', expand=True, padx=10, pady=10)

    # Pestaña de entrada de datos
    frame_entrada = ttk.Frame(notebook)
    notebook.add(frame_entrada, text="Datos de Entrada")

    # Pestaña de resultados
    frame_resultados = ttk.Frame(notebook)
    notebook.add(frame_resultados, text="Resultados")

    # Configurar frame de entrada
    configurar_frame_entrada(frame_entrada)

    # Configurar frame de resultados
    configurar_frame_resultados(frame_resultados)

    return root

# Función para configurar el frame de entrada de datos
def configurar_frame_entrada(frame):
    global entry_area, combo_vidrio, combo_orientacion, combo_persiana
    global combo_mes, combo_hora, entry_temp_ext, entry_temp_int, entry_latitud

    # Variables para los combobox
```

```
tipos_vidrio = ["Vidrio simple 3mm", "Vidrio simple 6mm", "Vidrio doble 6mm
aire 6mm",
                "Vidrio doble 6mm aire 13mm", "Vidrio triple", "Vidrio
reflectivo"]

orientaciones = ["Norte", "Sur", "Este", "Oeste"]

persianas = ["Sin protección", "Persiana interior clara",
             "Persiana interior oscura", "Cortina media"]

meses = [str(i) for i in range(1, 13)]
horas = [str(i) for i in range(24)]

# Crear y organizar widgets
row = 0

# Área del vidrio
tk.Label(frame, text="Área del vidrio (m²):").grid(row=row, column=0,
sticky="w", padx=5, pady=5)
entry_area = tk.Entry(frame)
entry_area.grid(row=row, column=1, padx=5, pady=5)
row += 1

# Tipo de vidrio
tk.Label(frame, text="Tipo de vidrio:").grid(row=row, column=0, sticky="w",
padx=5, pady=5)
combo_vidrio = ttk.Combobox(frame, values=tipos_vidrio, state="readonly")
combo_vidrio.set("Vidrio simple 3mm")
combo_vidrio.grid(row=row, column=1, padx=5, pady=5)
row += 1

# Orientación
tk.Label(frame, text="Orientación:").grid(row=row, column=0, sticky="w",
padx=5, pady=5)
combo_orientacion = ttk.Combobox(frame, values=orientaciones,
state="readonly")
combo_orientacion.set("Norte")
combo_orientacion.grid(row=row, column=1, padx=5, pady=5)
row += 1

# Protección solar
tk.Label(frame, text="Protección solar:").grid(row=row, column=0, sticky="w",
padx=5, pady=5)
combo_persiana = ttk.Combobox(frame, values=persianas, state="readonly")
combo_persiana.set("Sin protección")
```

```
combo_persiana.grid(row=row, column=1, padx=5, pady=5)
row += 1

# Mes
tk.Label(frame, text="Mes (1-12):").grid(row=row, column=0, sticky="w",
padx=5, pady=5)
combo_mes = ttk.Combobox(frame, values=meses, state="readonly")
combo_mes.set("6")
combo_mes.grid(row=row, column=1, padx=5, pady=5)
row += 1

# Hora del día
tk.Label(frame, text="Hora del día (0-23):").grid(row=row, column=0,
sticky="w", padx=5, pady=5)
combo_hora = ttk.Combobox(frame, values=horas, state="readonly")
combo_hora.set("12")
combo_hora.grid(row=row, column=1, padx=5, pady=5)
row += 1

# Temperatura exterior
tk.Label(frame, text="Temperatura exterior (°C):").grid(row=row, column=0,
sticky="w", padx=5, pady=5)
entry_temp_ext = tk.Entry(frame)
entry_temp_ext.insert(0, "35")
entry_temp_ext.grid(row=row, column=1, padx=5, pady=5)
row += 1

# Temperatura interior
tk.Label(frame, text="Temperatura interior (°C):").grid(row=row, column=0,
sticky="w", padx=5, pady=5)
entry_temp_int = tk.Entry(frame)
entry_temp_int.insert(0, "24")
entry_temp_int.grid(row=row, column=1, padx=5, pady=5)
row += 1

# Latitud
tk.Label(frame, text="Latitud (grados):").grid(row=row, column=0, sticky="w",
padx=5, pady=5)
entry_latitud = tk.Entry(frame)
entry_latitud.insert(0, "20")
entry_latitud.grid(row=row, column=1, padx=5, pady=5)
row += 1

# Botones
frame_botones = tk.Frame(frame)
```

```
frame_botones.grid(row=row, column=0, colspan=2, pady=20)

btn_calcular = tk.Button(frame_botones, text="Calcular Carga Térmica",
                        command=calcular_carga_termica, bg="lightblue")
btn_calcular.pack(side="left", padx=10)

btn_limpiar = tk.Button(frame_botones, text="Limpiar Campos",
                       command=limpiar_campos, bg="lightcoral")
btn_limpiar.pack(side="left", padx=10)

# Función para configurar el frame de resultados
def configurar_frame_resultados(frame):
    global text_resultados

    tk.Label(frame, text="Resultados del cálculo:",
            font=("Arial", 12, "bold")).pack(pady=10)

    text_resultados = tk.Text(frame, height=20, width=70, wrap=tk.WORD)
    scrollbar = tk.Scrollbar(frame, command=text_resultados.yview)
    text_resultados.config(yscrollcommand=scrollbar.set)

    text_resultados.pack(side="left", fill="both", expand=True, padx=5, pady=5)
    scrollbar.pack(side="right", fill="y")

# Función principal
def main():
    app = crear_interfaz()
    app.mainloop()

# Ejecutar la aplicación
if __name__ == "__main__":
    main()
```

Apéndice D

Interfaz de los datos para el cálculo de carga térmica en vidrios

Cálculo de Carga Térmica por Vidrios - Método CLTD ASHRAE

Datos de Entrada Resultados

Área del vidrio (m²):

Tipo de vidrio:

Orientación:

Protección solar:

Mes (1-12):

Hora del día (0-23):

Temperatura exterior (°C):

Temperatura interior (°C):

Latitud (grados):

Apéndice E

Interfaz resultados del código para cálculo de carga térmica en vidrios

Cálculo de Carga Térmica por Vidrios - Método CLTD ASHRAE — □ ×

Datos de Entrada Resultados

Resultados del cálculo:

RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

Parámetros calculados:

- Factor U del vidrio: 5.80 W/m² · K
- Factor de Sombra (SC): 1.00
- CLTD corregido: 13.00 °C

Componentes de carga térmica:

- Conducción a través del vidrio: 150.80 W
- Radiación solar: 1260.00 W

CARGA TÉRMICA TOTAL: 1410.80 W