UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS.

SEDE "Carlos Rafael Rodríguez".

Facultad de Ingeniería.

TRABAJO DE DIPLOMA

Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Mecánico

TÍTULO:

Selección de un sistema de Climatización a partir de la determinación de las cargas térmicas en la Oficina Provincial de la Empresa de Ingeniería y Proyecto Azucarero (IPROYAZ) de Cienfuegos.

AUTOR:

Yoany Pedraja Calderín.

TUTORES:

Dr.C. Sergio Montelier Hernández.

Ing. José Alberto López Morffi.

Curso

2018-2019

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS

Sistema de Documentación y Proyecto. Hago constar que el presente trabajo constituye la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Cienfuegos, autorizando a que el mismo sea utilizado por el Centro de Estudio Superior para los fines que estime conveniente, ya sea parcial o totalmente, que además no podrá ser presentado sin la aprobación de dicha institución.

_____

Firma del autor.

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido revisado y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

_____

Información Científico Técnico

Nombre y Apellidos. Firma.

_____ _____

Nombre y Apellidos. Firma. Firma del Tutor.

Vice Decano.

_____

Nombre y Apellidos. Firma.

Sistema de Documentación y Proyecto.

Pensamiento

"Sólo una cosa vuelve un sueño imposible: el miedo a fracasar."

Paulo Coelho

Dedicatoria

A mi padre, Carlos Pedraja Herreraque, aunque ya no está físicamente siempre estará en mi corazón y siempre quiso que lograra mi sueño.

Agradecimientos

No hubiese sido posible haber culminado esta etapa de mi vida sin el apoyo incondicional de las personas que guiaron e hicieron posible que hoy me graduara. Por ello agradezco

A:

A mi madre,por ser mi luz y mi guía, por su amor incondicional, esperanza y perseverancia a no claudicar en mi carrera.

A mi Esposa,gracias por esa hermosa criatura que nos hace felices a todos los que la rodean, gracias por aguantarme estos años y por apoyarme en mi carrera.

A mi familia,por su apoyo y cariño, por su preocupación y confianza.

A mis suegros,por ser mis segundos papás y quererme como a un hijo.

A mis tutores (Sergio y José Alberto),por darme la mano en estos momentos y ayudarme a alcanzar mi meta. Gracias por el tiempo que me dedicaron y por su entrega y paciencia.

A Roco y Tejeda,por ayudarme en los momentos de dificultad, gracias por su tiempo y enseñanza.

A todos los compañeros de aula, gracias porque de una forma u otra todos me aportaron su granito de arena…y en especial a mis amigos Isnaldo, Enrique, El flaco, Rey y demás compañeros de convivencia que me demostraron que un verdadero amigo es alguien que te conoce tal como eres, comprende dónde has estado, te acompaña en tus logros y tus fracasos, celebra tus alegrías, comparte tu dolor y jamás te juzga por tus errores.

A todos ¡MUCHAS GRACIAS!

Resumen

Resumen

El presente trabajo aborda un estudio de climatización, realizado en la ¨Oficina Provincial de Ingeniería y Proyecto Azucarero (IPROYAZ) de Cienfuegos¨ con el objetivo de conocer y analizar las cargas térmicas de dicha área para la búsqueda de confort en las oficinas, así como determinar la capacidad de enfriamiento real que necesita para la selección del equipamiento a instalar, equipamiento que satisfaga las demandas de confort y calidad del aire. Para los cálculos de las cargas térmicas se utilizó el softwareHAP (Hourly Analysis Program) de Carrier como herramienta de simulación térmica para analizar la demanda de climatización por cada local. Todos estos cálculos se realizaron bajo las diferentes condiciones de temperatura exterior que se presentan en nuestro clima. A partir de estos resultados se selecciona el equipamiento adecuado basado en refrigerante 410A de bajo impacto ambiental y se realiza una propuesta de montaje del equipamiento seleccionado.

Palabras claves: climatización, confort, enfriamiento.

Abstract

The present work deals with an air conditioning study, carried out in the ¨Oficina Provincial de Ingeniería Y Proyecto Azucarero (IPROYAZ) de Cienfuegos¨ with the objective of knowing and analysing the thermal loads of said area for the search of comfort in the offices, as well as to determine the cooling capacity needed for the selection of equipment to install, equipment that meets the demands for comfort and air quality. For the calculations of the thermal loads the software HAP (Program of analysis per hour) of Carrier is includeds as a tool of thermal simulation to analyse the demand of air conditioning for each room. All these calculations were madeon the different external temperature conditions that are presented in our climate. Based on these results, the appropriate equipment is selected in the 410A refrigerator with low environmental impact and a proposal for the assembly of the selected equipment is made.
Keywords: Air conditioning, comfort, cooling.

Índice

Índice:

Introducción **1**

Capítulo I: Estado del Arte. **4**

1.1 Climatización. 4

1.2 Desarrollo histórico de la climatización. 4

1.3 Confort humano. 6

1.4 Clasificación de los sistemas de climatización. 7

1.4.1 Sistema todo-refrigerante. 7

1.4.2 Sistema refrigerante – aire. 8

1.4.3 Sistema todo-Agua. 9

1.4.4 Sistema aire-agua. 10

1.4.5 Sistema todo-aire. 11

1.5 Tipos de sistemas de aire acondicionado. 13

1.5.1 Sistema de aire acondicionado Compacto. 13

1.5.2 Sistema de aire acondicionado portátil. 15

1.5.3 Sistema de aire acondicionado tipo Split. 16

1.5.4 Sistema Central Separado. 18

1.5.5 Sistema Tipo Paquete. 21

1.5.6 Sistema tipo Chiller. 22

1.6 Climatización en edificios de oficinas. 24

1.7 La importancia de la climatización de edificios de oficinas. 26

1.8 Calidad del aire en la climatización de oficinas. 26

Conclusiones parciales del capítulo **30**

Capítulo II: Metodologías para el cálculo de cargas térmicas. Materiales y métodos para su ejecución. **31**

2.1 Carga Térmica. 31

2.2 Fundamentos del cálculo de cargas térmicas. 31

2.2.1 Cálculo de cargas externas. 32

2.2.2 Cálculo de cargas internas. 33

2.2.3 Cargas por infiltración y ventilación: 34

2.3 Introducción al software HAP de Carrier. 34

2.3.1 Herramienta HAP System Design. 34

2.4 Metodología del software HAP de Carrier. 35

2.5 Método de cálculo de las cargas térmicas según el HAP de Carrier. 37

2.5.1 Ganancias térmicas instantáneas. 37
2.5.2 Transmisión: Excepto paredes y techos. 39
2.5.3 Calor Interno. 40
2.5.4 Aire primario 42
2.5.5 Cargas de refrigeración 42
Conclusiones parciales del capítulo 2 44
Capítulo III: Análisis de los resultados. Caso de estudio: Oficina Provincial de la Empresa de Ingeniería y Proyecto Azucarero (IPROYAZ) de Cienfuegos 45
3.1: Descripción del caso de estudio. 45
3.2 Caracterización de los locales. 48
3.3 Resultados del cálculo de las cargas térmicas de IPROYAZ. 49
3.4 Propuesta del equipamiento necesario para cada local. 50
3.5. Propuesta de instalación y montaje de los equipos en la Oficina de IPROYAZ. 51
3.6. Propuesta Económica para climatizar la Oficina de IPROYAZ. 45
Conclusiones parciales del Capítulo 3: 48
Conclusiones generales. 49
Bibliografía 60
Anexos: 62

Introducción

Introducción

El hecho de que el planeta esté experimentando un calentamiento global induce a pensar que, en un futuro a corto plazo, la necesidad del uso de sistemas de refrigeración y de climatización en determinadas épocas y latitudes del planeta, será una necesidad imprescindible para el bienestar del ser humanos.

La humanidad no puede prescindir de la refrigeración, pero deberá utilizarla mediante refrigerantes ecológicos y con tecnologías limpias y seguras, basadas en el uso de las energías renovables.

Observando cómo evolucionan los acontecimientos en la actualidad es difícil detectar que la evolución tecnológica no ha sido orientada en el camino más óptimo(Riviera, 2017). El desarrollo se ha preocupado más en los beneficios económicos que en los generales.

El derroche de energía no representaba problema alguno hasta nuestros días, por esto, la eficiencia se manejaba solamente como un tópico económico. Esto ya no es así, pues la situación ha cambiado y hay que tener en cuenta el deshielo de los polos, los cambios climáticos, el agujero de la capa de ozono, por solo citar algunos de los problemas que actualmente están poniendo en grave peligro el medio ambiente.

En Cuba, una gran parte de la labor técnica, científica e intelectual se ocupa en realizar una revolución energética para asegurar la producción y reafirmar la independencia y seguridad nacional. Esta revolución se materializa en la práctica mediante profundas transformaciones estructurales, indispensables para el desarrollo y el crecimiento económico.

Las vías fundamentales para transformar el esquema energético actual y avanzar hacia el desarrollo sostenible son la introducción de fuentes renovables de energía y el incremento de la eficiencia energética en todos los sectores. La eficiencia constituye una herramienta rentable en la lucha por alcanzar un futuro energético sostenible y un medio ambiente más saludable. Las mejoras en la eficiencia energética pueden reducir la necesidad de inversión en la infraestructura energética, los gastos de combustibles, aumentar la competitividad y mejorar el

bienestar de los consumidores(La revolucion Energética. Resultados y Perspectivas, 2008).

La climatizaciónde edificaciones consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados es decir crear condiciones de confort. En Cuba por su posición global y clima, la aplicación de climatización por refrigeración es lo más utilizado.

ActualmenteLa Oficina Provincial de la Empresa de Ingeniería y Proyecto Azucarero (IPROYAZ) de Cienfuegosafronta la necesidad de mantener las condiciones de confort que permitan un óptimo funcionamiento de los equipos y no se vean afectados los trabajadores en su horario laboral, por lo que fue necesario encaminar una investigación, como la que a continuación mostramos, destinada a reconocer y analizar las cargas térmicas del local, así como determinar la capacidad de enfriamiento real que necesita el mismo para la selección del equipamiento que satisfaga las demandas de cargas de esa instalación.

Problema:

La Oficina Provincial de la Empresa de Ingeniería y Proyecto Azucarero (IPROYAZ) de Cienfuegos no cuenta con un sistema de climatización que le brinde confort al personal que en esta radica.

Hipótesis:

El estudio de cargas térmicas de la Oficina Provincial de la Empresa de Ingeniería y Proyecto Azucarero (IPROYAZ) de Cienfuegos, permitirá determinar la capacidad de climatización necesaria para realizar la selección de un sistema que satisfaga las demandas de confort de lainstalación.

Objetivo General:

Seleccionar el equipamiento a instalar en la Oficina Provincial de la Empresa de Ingeniería y Proyecto Azucarero (IPROYAZ) de Cienfuegos satisfaciendo las

demandas de enfriamiento de la instalación partiendo de los cálculos de la carga térmica.

Objetivos Específicos:

1. Realizar una búsqueda bibliográfica sobre los temas relacionados con climatización.
2. Establecer los métodos y herramientas necesarias para el desarrollo del cálculo de las cargas térmicas.
3. Caracterizar la instalación con el fin de recoger datos necesarios para el cálculo de cargas térmicas.
4. Seleccionar el equipamiento adecuado para las demandas de cargas térmicas de esa instalación.
5. Estimar económicamente el costo de instalación del equipamiento de clima en condiciones adecuadas.

Capítulo I

Capítulo I: Estado del Arte.

En este capítulo se muestran algunos temas que son fundamentales para conocer lo referente a la climatización. Es por ello que se realiza referencia a los principales sistemas de climatización y aire acondicionado durante el análisis bibliográfico, los cuales contribuyen a la incorporación de los elementos teóricos necesarios para la fundamentación de este estudio. Se analiza lo correspondiente a la climatización de edificio de oficinas, así como su importancia y elementos principales de la instalación de esos sistemas en estas edificaciones.

1.1 Climatización.

La climatización es un proceso de tratamiento del aire(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011) que se efectúa a lo largo de todo el año, controlando en los espacios interiores la temperatura, la humedad, la pureza y velocidad del aire, para crear condiciones adecuadas para la comodidad del usuario y lograr el intercambio de aire a los espacios que no pueden ser ventilados de manera natural o que requieran condiciones especiales de temperatura controlada.

1.2 Desarrollo histórico dela climatización.

Desde tiempo inmemorial el hombre ha modificado las condiciones térmicas de los lugares donde habitaba combatiendo en un principio el frío, por ejemplo, quemando cualquier tipo de combustible. Esto era relativamente sencillo y con ello se conseguía el calentamiento de las viviendas y las personas.

Obtener el enfriamiento de un lugar determinado no es una tarea tan sencilla como conseguir producir calor. A lo largo de la historia pocas civilizaciones fueron capaces de combatir el calor eficazmente siendo los árabes los primeros en aplicar el principio de la evaporación del agua con finalidad de refrescar sus estancias.

No fue hasta la época industrial cuando el hombre tuvo capacidad para buscar métodos que consiguieran el enfriamiento real del aire. La cronología de cómo se

fue produciendo esta búsqueda del frío hasta llegar al ciclo frigorífico se detalla a continuación(Conceptos Básicos para Climatización, 2016):

- 1850: Los refrigeradores domésticos en Estados Unidos (EE.UU.), consistían en armarios de madera que se cargaban con barras de hielo cortadas de los ríos en invierno y que se almacenaban después.
- 1879: Un ingeniero alemán Karl Von Linde resolvió el ciclo frigorífico mediante compresión y evaporación de amoníaco que se accionaba con una pequeña bomba a vapor.
- 1880: Un popular método de refrigeración usado a finales del siglo XIX consistía en hacer pasar aire sobre hielo. El Madison Square Theatre de Nueva York gastaba cuatro toneladas de hielo cada tarde.
- 1902: El primer acondicionador de aire lo patentó el inventor estadounidense Willis H. Carrier. Este aparato saturaba de agua el aire controlando la temperatura y la humedad.
- 1906: El estadounidense Stuart Crawer añadió un filtro contra el polvo para usarlo en fábricas textiles y fue entonces cuando se empleó por primera vez el término "aire acondicionado".
- 1913: aparece el primer frigorífico doméstico accionado a mano.
- 1918: aparece un frigorífico a motor eléctrico creado por Kelvinator
- 1923: los ingenieros suecos Blazer von Platen y Carl Munters mejoran el frigorífico con su modelo "Electrolux".
- 1925: Kelvinator compra la patente de Electrolux y lo comercializa en Estados Unidos.
- 1927: General Electric sacó al mercado el modelo Monitor Top con compresor hermético. Comenzó a denominarse electrodoméstico.
- 1930: Se encuentran alternativas seguras a los gases refrigerantes que se utilizan hasta entonces como el amoníaco y ácido sulfúrico que son tóxicos, corrosivos y en el caso del vapor de amoníaco es autoinflamable a altas temperaturas. El nuevo gas es un compuesto del flúor

(diclorodifluormetano) que tiene como características principales no ser tóxico ni corrosivo ni inflamable.

1.3 Confort humano.

Según (Rodríguez-Acosta, 2017)el confort humano es afectado por muchos factores que determinan la comodidad, y este depende de la tasa de pérdida de calor corporal.

El cuerpo humano genera calor al metabolizar (oxidar) los alimentos. Este calor es liberado continuamente a los alrededores. El sentir calor o frío viene determinado por la velocidad de pérdida de calor corporal. Cuando esta velocidad queda dentro de ciertos límites, se tiene una sensación confortable. Si la velocidad de pérdida de calor es demasiado alta, se siente frío. Si es demasiado baja, se siente calor.(Jara, 2016).

Los procesos mediante los cuales el cuerpo desprende su calor hacia el medio ambiente son: convección, radiación y evaporación.

El proceso de convección ocurre cuando el aire que rodea al cuerpo va retirando el calor de este; el aire caliente se aleja continuamente. El mecanismo de radiación consiste en la transferencia directa de calor entre los objetos y el cuerpo humano. Las fuentes de calor, que están más calientes que el cuerpo, irradian calor hacia éste lo cual crea una sensación de calor. El cuerpo también se enfría por evaporación, este proceso consiste en que la transpiración al absorber calor corporal se evapora en el aire y de esta forma se lleva el calor del cuerpo.(Solís, 2008).

Según la organización de las instrucciones técnicas, en el punto de diseño y de dimensionado, se señala que la calidad térmica debe estar en torno a los 23ºC de temperatura y 50% de humedad relativa respectivamente en un área de confort.(ASHARE, 1997).

1.4 Clasificación de los sistemas de climatización.

Los sistemas de acondicionamiento de aire se dividen en cinco tipos básicos que se diferencian básicamente en la naturaleza del fluido calor o frío portante. Los tipos básicos son(Carrier, 2009):

- Sistema todo-refrigerante.
- Sistema refrigerante-aire.
- Sistema todo-agua.
- Sistema aire-agua.
- Sistema todo-aire.

1.4.1 Sistema todo-refrigerante.

En estos sistemas la refrigeración se produce por la expansión directa de refrigerante en un equipo provisto de batería aleteada para este propósito. El aire del local pasa directamente por la batería en la que se expansiona el refrigerante, que forma parte del sistema frigorífico.

De acuerdo con lo anterior, pueden incluirse en este grupo, los aparatos compactos de ventana, consolas enfriadas por aire o agua, y todos los equipos compactos situados en el interior del local a acondicionar, así como los equipos y sistemas partidos, en los que la unidad condensadora, generalmente condensada por aire se encuentra situada a distancia y unida a la unidad interior o climatizadora, por tuberías de refrigerante. En los últimos tiempos, los sistemas partidos han conocido una extraordinaria evolución y aceptación, tanto en el ámbito doméstico como en el pequeño comercial, en la figura 1.1 se puede apreciar un ejemplo de este tipo de sistema.(Vizcaíno-Morejón, 2011)

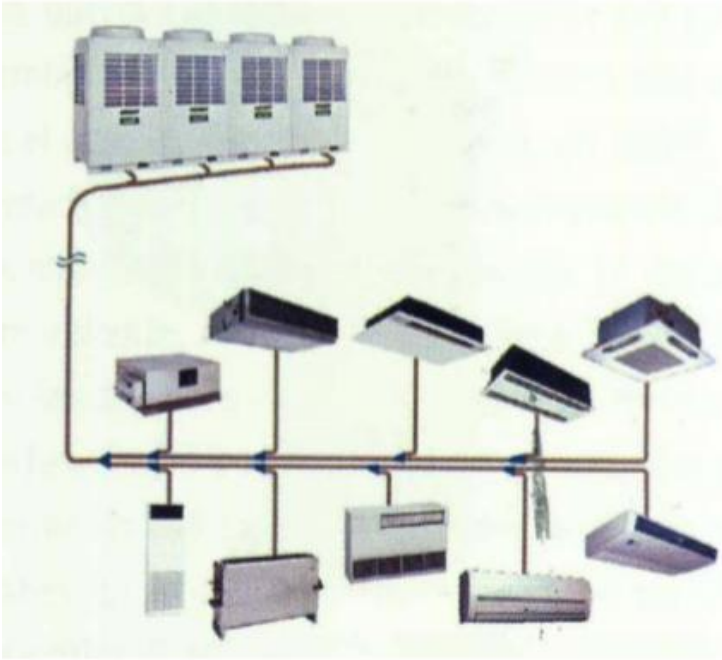


Figura 1.1 Sistema todo-refrigerante.
Fuente:(Lluis-Fumado, 2017)**.**

1.4.2 Sistema refrigerante – aire.

Este sistema consiste en un conjunto de equipos, complementados con un sistema de aire primario. El aire primario viene tratado en un climatizador central y repartido a los diferentes locales. Este aire primario provee las necesidades de ventilación y parte o todas las necesidades de deshumidificación, según sea el dimensionamiento. En el caso de la figura 1.2 la distribución de aire primario se hace con una red general de conductos y se impulsa a los locales a través de rejillas. El aire primario también puede ser enviado sin tratamiento termohigométrico, y en este caso se impulsa a la aspiración de los equipos interiores, y es en estos en los que se enfría y deshumidifica.(Vizcaíno-Morejón, 2011).

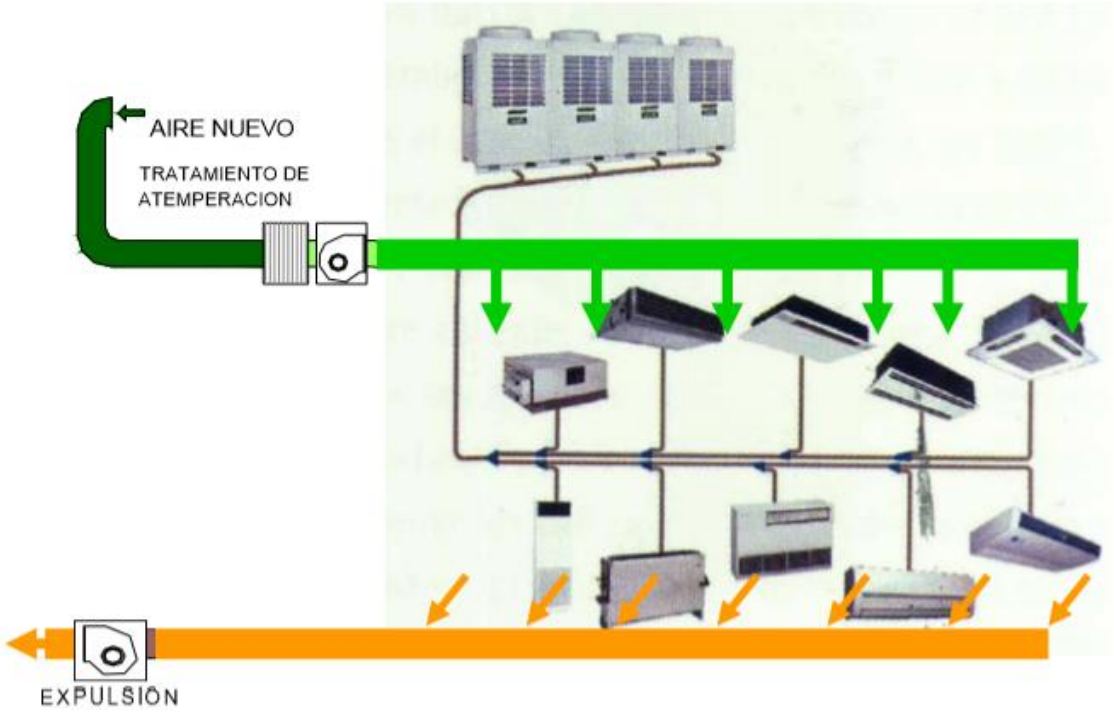


Figura 1.2 Sistema refrigerante-aire.
Fuente:(Lluis-Fumado, 2017)**.**

1.4.3 Sistema todo-Agua.

Sistema todo-agua: Son aquellos en que el agua es el agente que se ocupa de compensar las cargas térmicas del recinto acondicionado (aunque también puede tener aire exterior para la renovación). Aquí podemos encontrar las instalaciones de calefacción con radiadores o con suelo radiante, y las instalaciones de aire acondicionado con fan-coils. El esquema básico de una instalación todo-agua se presenta en la figura 1.3.(Sistemas de climatización, s.f.)

El sistema todo-agua puede ser de dos tipos(Carrier, 2009):

- Sistema de *fancoils*;
- Sistema de suelo radiante.

El primero es el más frecuente, se basa en distribuir el agua, fría o caliente, hasta unas unidades terminales denominadas *fan-coils* que distribuyen el calor o el frío al ambiente mediante unas baterías provistas de un ventilador.

El segundo consiste en distribuir el agua, fría o caliente, hasta un sistema de tuberías enterradas que distribuyen el frío o el calor por conducción, convección natural y radiación. (Carrier, 2009).

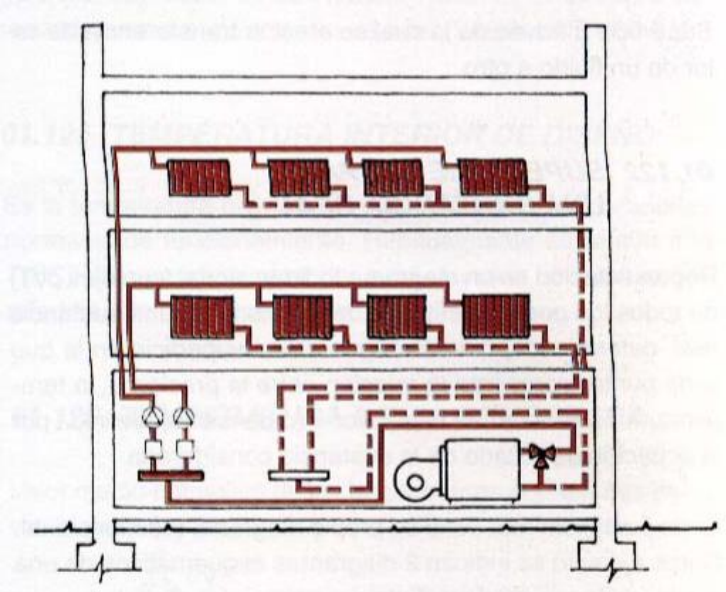


Figura 1.3 Sistema todo-agua.
Fuente:(Lluis-Fumado, 2017).

1.4.4 Sistema aire-agua.

Los sistemas aire-agua son muy prácticos porque permiten eliminar la carga térmica de forma selectiva, una parte el aire y otra el agua, obteniéndose unos elevados niveles de confort; además, el aire permite resolver los problemas de ventilación. Básicamente se trata de sistemas de ***fan-coils*** provistos de la correspondiente red de suministro de aire o sistemas de suelo radiante, en los que, además, se superpone un sistema de aire. Un sistema aire-agua típico es el sistema de inductores.(Carrier, 2009) . En la figura 1.4 se muestra un ejemplo de sistema aire-agua.

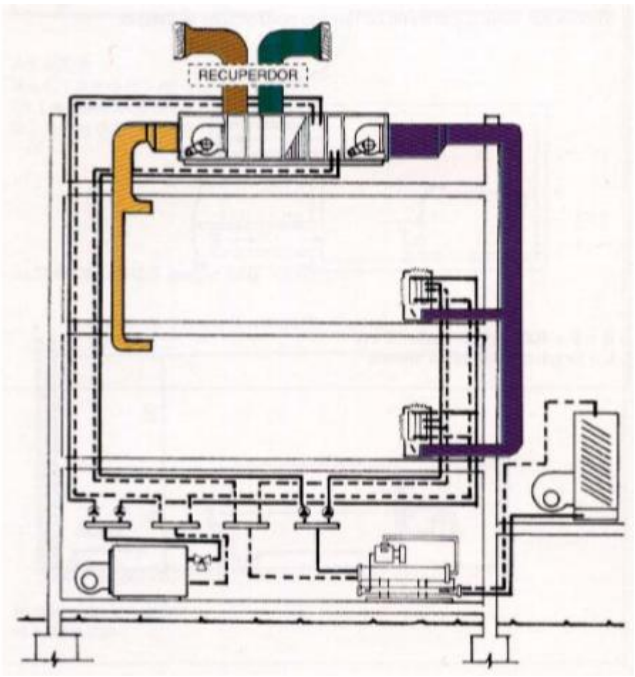


Figura 1.4 Sistema agua-aire.
Fuente:(Lluis-Fumado, 2017)**.**

1.4.5 Sistema todo-aire.

Los sistemas todo-aire utilizan el aire como único fluido de calor o frìo portante. Tradicionalmente este sistema se dividía en monoconducto y doble conducto, estos últimos utilizando dos conductos generalmente uno de aire frìo y otro de caliente; por cuestiones de ahorro energético y normativa ya no se utilizan por lo que en los sistemas todo-aire, explícitamente, serán los de monoconducto.(Carrier, 2009). La figura 1.5 muestra sistema todo-aire de conducto.

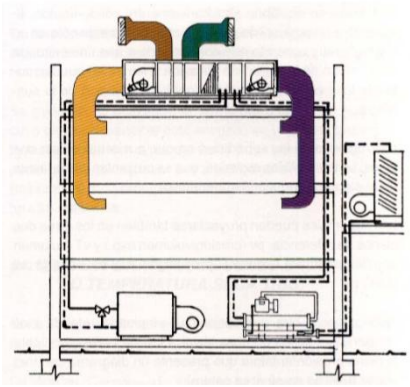


Figura 1.5 Sistema todo-aire.

Fuente:(Lluis-Fumado, 2017)

La clasificación es como sigue(Carrier, 2009):

- Sistemas de caudal variable (VAV).

Una manera de compensar las variaciones de carga es por regulación del caudal de aire frío, esto es, sin establecer ninguna combinación especial para las variaciones de carga del local. Este sistema todo-aire, de caudal variable, tiene aplicaciones limitada, ya que solamente es posible cuando la variación es menor del 25%, aunque estos porcentajes varían según el fabricante. Si la variación del caudal de aire fuera superior, el movimiento de aire en el interior del local podría convertirse en molesto. Si una boca de impulsión puede mantener el movimiento del aire en el espacio, independientemente del caudal de aire empleado, las aplicaciones del sistema pueden ser más amplias al ser mayor la variación del caudal que puede obtenerse.

- Sistema con ***by-pass*** del aire de retorno.

Otra manera de compensar las variaciones de carga es reducir la cantidad de aire enfriado, pero manteniendo constante el caudal de aire que se suministra al local, incluyendo aire recirculado procedente del local acondicionado. Este es el sistema convencional de control del aire enfriado y de ***by-pass***. El sistema multizona de un solo ventilador y un solo sistema de conductos puede ser, a la vez, un sistema de ***by-pass***. Este aire de ***by-pass*** puede proceder de la central o de la unidad batería-ventilador situada en la habitación.

El sistema en el que una central suministra aire deshumectado a un cierto número de ventiladores situados en diferentes pisos de un edificio, se considera también como sistema de ***by-pass***.

- Sistema con recalentamiento.

La combinación utilizada para hacer frente a la carga reducida puede modificarse mediante el empleo del recalentamiento en el acondicionador o en

la unidad terminal, como en un sistema de inducción de caudal constante, o en el interior de las bocas de impulsión.El recalentamiento en el acondicionador puede realizarse por medio de una batería de calefacción situada en el conducto correspondiente a una zona, en una central multizona, o en el conducto de calefacción de un sistema de doble conducto.

1.5 Tipos de sistemas de aire acondicionado.

Según (Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011) los tipos de sistemas de aire acondicionado son: Compacto, Portátil, tipo Split, Central Separado, tipo Paquete y tipo Chiller

1.5.1 Sistema de aire acondicionado Compacto.

El sistema de aire acondicionado compacto comúnmente también conocido como sistema de ventana o autónomo (figura 1.6). Es un equipo unitario, compacto y de descarga directa, es decir el aire enfriado es expulsado directamente al espacio a través de la unidad. Generalmente se utilizan para acondicionar espacios pequeños e individuales.(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011)

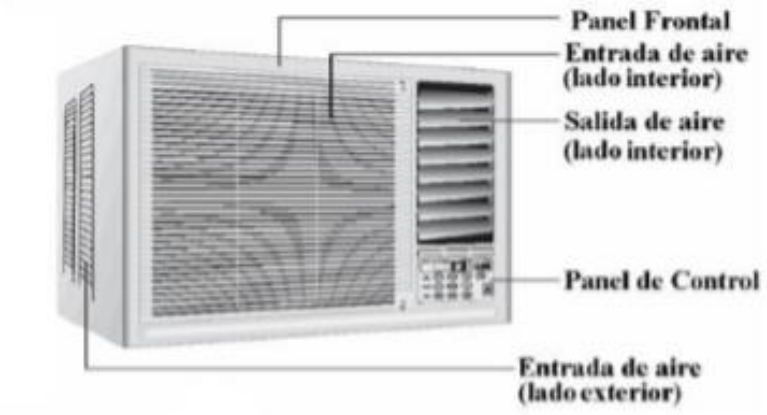


Figura 1.6 Sistema de aire acondicionado compacto.
Fuente:(Carrier, 2009)

Normalmente se coloca uno por habitación o, si el local es de gran superficie, se colocan varios según la necesidad. La instalación se realiza en la ventana o muro

y la dimensión del hueco ha de ajustarse a las dimensiones del aparato.(Vizcaíno-Morejón, 2011)

A continuación, la tabla 1.1 expone las capacidades y medidas más comunes del sistema de aire acondicionado Compacto:

Tabla 1.1: Capacidades y medidas de aire acondicionado compacto.
Fuente:(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011)

CAPACIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO
Hasta 8000 BTU	**0.45m**	**0.53m**	**0.30m**
12000 BTU	**0.56m**	**0.65m**	**0.40m**
24000 BTU	**0.66m**	**0.77m**	**0.45m**

Ventajas

- Puede ser instalado en cualquier ventana o pared que dé hacia el exterior.
- Asegura la ventilación del espacio, ya que introduce aire fresco al interior y renueva el aire viciado.
- Su precio es accesible en comparación con otros equipos de aire acondicionado.
- Bajo costo de instalación.
- Fácil mantenimiento.
- No requiere instalación eléctrica especializada.

Desventajas

- La vista al exterior es obstruida por el equipo de aire acondicionado, cuando es ubicado en una ventana.
- Limita el ingreso de luz a través de la ventana al espacio.
- Suelen consumir más electricidad, en comparación a otros equipos de aire acondicionado.
- Por lo general son bastante ruidosos.
- Poco estético.

- Su instalación en pared requiere hacer un hueco.
- Deben estar protegidos en la parte exterior para evitar el robo del aparato.
- El aparato debe ser instalado de modo que el ruido o el aire caliente procedente de la unidad condensadora no cause molestias a las edificaciones colindantes.
- El sistema debe contar con un drenaje para el condesado, ya que en caso contrario estará goteando hacia el exterior.

1.5.2 Sistema de aire acondicionado portátil.

Es un equipo unitario, compacto, de descarga directa, es decir el aire enfriado es expulsado directamente al espacio a través de la unidad y es transportable de un espacio a otro. La mayoría de estos equipos (figura 1.7) poseen una salida al exterior a través de un tubo flexible el cual es colocado en ventanas para la expulsión del aire. Resuelve de forma adecuada las necesidades mínimas de acondicionamiento en habitaciones de viviendas y en pequeños locales(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011).

Puede ser colocado en cualquier espacio pequeño, y moverse a otro espacio haciendo uso de las ruedas que posee. Se debe situar cerca de una ventana donde se coloca el tubo de expulsión de aire caliente.

A continuación, se exponen las capacidades y medidas más comunes:

Tabla 1.2: Capacidades y medidas de aire acondicionado portátil.
Fuente:(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011)

CAPACIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO
4000 BTU – 18000 BT	**0.40m**	**0.45m**	**0.85m**

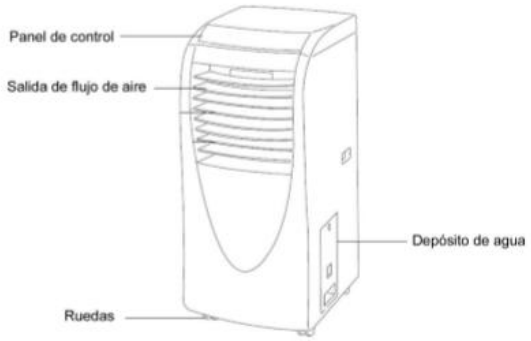


Figura 1.7 Vista frontal de aire acondicionado portátil.
Fuente:(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011)

Ventajas:

- Se puede trasladar de un espacio a otro.
- Brinda aire limpio, filtrado y exento de impurezas, humos y olores.
- Ocupa poco espacio.
- No requiere de instalación especializada.

Desventajas:

- Su movilidad depende de la longitud que tiene el ducto del equipo a la ventana.
- La ventana debe permanecer parcialmente abierta para darle lugar al tubo flexible, esto hace que se pierda parte de los beneficios de la refrigeración.
- Suelen ser bastante caros si se toma en cuenta la relación calidad-precio.
- Poco estético.
- Ruidoso porque el compresor está en la unidad interior.
- No son muy potentes.

1.5.3 Sistema de aire acondicionado tipo Split.

Son equipos de descarga directa llamados también descentralizados. Se diferencian de los compactos ya que la unidad formada por el compresor y el condensador está situada en el exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior. Se comunican entre sí por las líneas de refrigerante y conexiones eléctricas. Según (Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011) existen diferentes tipos de unidades evaporadoras, la diferencia principal está en la forma de instalación. En la figura 1.8 se pueden observar estos tipos de unidades.

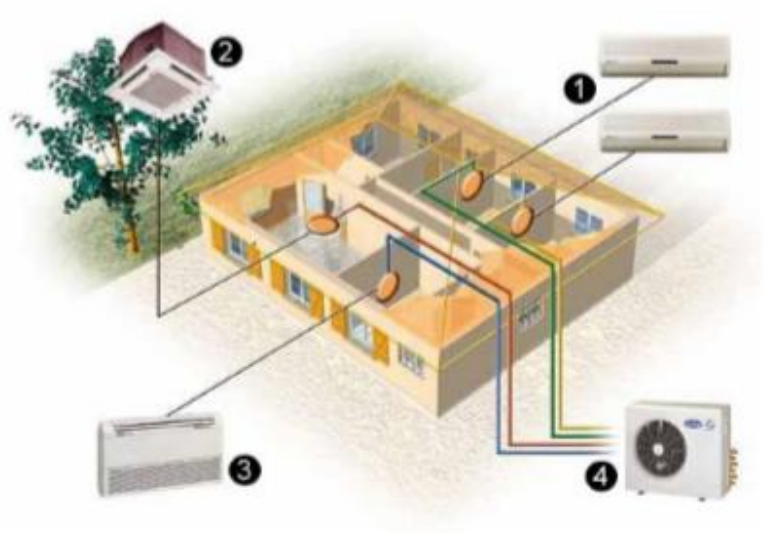


Figura 1.8 Tipos de unidades evaporadoras.
Fuente:(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011)

Tipos de unidades evaporadoras:

1. La más común es la que se instala en la parte alta de una pared por lo que se conoce como high wall (pared alta).
2. La unidad que se instala en el cielo falso de un espacio (tipo cassette).
3. La que se instala en la parte baja de una pared, esta unidad se le conoce como flexiline (piso-techo).
4. Unidad condensadora que puede manejar diferentes tipos de evaporadoras.

También existen equipos Multi-Split y la diferencia está en que puede haber varias unidades evaporadoras manejadas por una sola unidad condensadora. Rangos de capacidad de los equipos Split oscilan entre 7000 y 24000 BTU.

A continuación, se exponen las capacidades y medidas más comunes:

Tabla 1.3: Medidas de sistema tipo Split.
Fuente:(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011)**.**

Unidad	LARGO	ANCHO	ALTO
CONDENSADORA	**0.70 a 0.85m**	**0.20 a 0.35m**	**0.53 a 0.70m**
EVAPORADORA	**0.75 a 1.20m**	**0.25 a 0.35 m**	**0.15 a 0.21m**

Ventajas

- Son unidades fáciles de adaptar a cualquier espacio.
- Instalación sencilla.
- Se requiere un simple enlace de la unidad exterior a la unidad interior.
- Pueden ser manejados por control remoto.
- Bajo nivel de ruido.
- Mantenimiento sencillo.
- Consume menos energía que otros equipos.
- Modelos que facilitan la colocación en distintos lugares.

Desventajas

- Su instalación conlleva a hacer una perforación en la pared.
- La instalación de la unidad condensadora en el exterior puede generar problemas si no es considerada dentro del diseño.
- Poco estético en el interior y en el exterior si queda visible.
- Es difícil de colocar en determinados sitios, como paredes prefabricadas.
- El aparato debe ser instalado de modo que el ruido o el aire caliente procedente de la unidad condensadora no cause molestias a los colindantes.
- Si el equipo condensador se ubicara a una distancia mayor a cinco metros implicará material y costo adicional para hacer la conexión con la unidad evaporadora.

1.5.4 Sistema Central Separado.

Es un equipo de descarga indirecta ya que el aire se distribuye a través de ductos el cual es expulsado en los diferentes espacios por medio de difusores, cuenta con una unidad evaporadora y una condensadora (Ver figura 1.9), estas dos unidades se conectan entre sí por medio de una tubería de cobre de dos líneas, la primera para llevar el refrigerante y la otra para regresarlo.

Son equipos que constan de una unidad condensadora y una unidad evaporadora, el aire es llevado a través de ductos hasta su destino, expulsado por medio de difusores y retornado a través de rejillas. La temperatura es controlada mediante un termostato que es instalado en la pared y su función es la de mantener la temperatura de forma regular en un punto determinado.

Este sistema es capaz de llevar el aire acondicionado alcanzando largas distancias (dependiendo de la capacidad que tenga el motor) con lo que se puede acondicionar varios ambientes contiguos con un solo equipo.(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011).

A continuación, se exponen las medidas y capacidades más comunes de la unidad condensadora (tabla 1.4) y de la unidad evaporadora (Ver tabla 1.5):

Tabla 1.4: Medidas y capacidades de la unidad condensadora.
Fuente:(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011)

CAPACIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO
3.0 TR – 5.0 TR	**0.9m**	**0.9m**	**1.0m**
6.0 TR – 12.5 TR	**1.5m**	**1.2m**	**1.3m**
15.0 TR – 20.0 TR	**1.9m**	**1.2m**	**1.3m**

Tabla 1.5: Medidas y capacidades de la unidad evaporadora.
Fuente:(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011)**.**

CAPACIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO
3.0 TR – 5.0 TR	**1.50m**	**0.60m**	**0.65m**
6.0 TR – 10 TR	**1.50m**	**1.30m**	**0.72m**
12.5 TR – 20.0 TR	**1.50m**	**2.30m**	**0.72m**

Figura 1.9 Unidad evaporadora y condensadora de sistema central separado.
Fuente:(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011)

Ventajas

- Se logra refrigeración en varios espacios al mismo tiempo.
- Unidades silenciosas.
- Se utilizan en acondicionamientos de grandes espacios.
- Posibilidad de inyectar aire a uno o varios espacios.
- Mejor distribución del aire dentro de un espacio.
- Estético en interiores.
- Funciona para uso residencial, institucional o comercial.

Desventaja

- Instalación especializada.
- Requerimiento espacial en los entre techos para la colocación de ductos y unidades evaporadoras.
- La temperatura de varios espacios es controlada por un solo termostato, generando diferencias de sensación térmica dependiendo del usuario.
- Alto costo de instalación.
- La unidad condensadora requiere de una localización estratégica para que no sea visible.
- Mantenimiento especializado.

1.5.5 Sistema Tipo Paquete.

Estos aires acondicionados son de tipo central (ver figura 1.10), donde sus unidades están auto contenidas, es decir el condensador y el evaporador se encuentran en el mismo sistema y el aire se distribuye a los distintos espacios a través de ductos.

Es utilizado en edificaciones de gran tamaño, por ejemplo; bancos, oficinas, centros deportivos, restaurantes, etc. Estos equipos se instalan en el exterior, generalmente en losas de techos; las dimensiones de estas unidades varían de acuerdo a la capacidad, las más usadas son de: 3.0 TR a 30.0 TR.(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011)

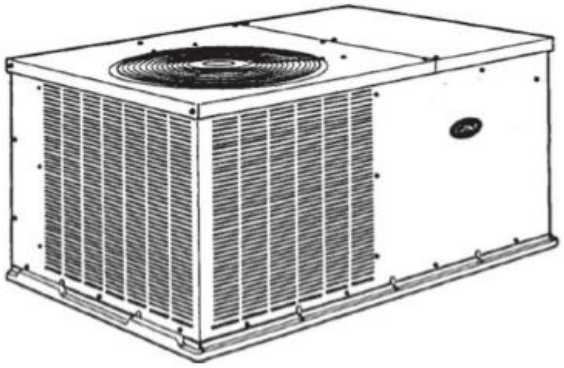


Figura 1.10 Sistema Tipo Paquete.
Fuente:(Carrier, 2009)

En la Tabla 1.6 se exponen las capacidades y medidas más comunes de este sistema:

Tabla 1.6: Medidas y capacidades de sistema de Tipo paquete
Fuente:(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011)

CAPACIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO
3.0 TR – 6.0 TR	**1.90m**	**1.20m**	**0.90m**
7.5 TR – 12.5 TR	**2.30m**	**1.50m**	**1.30m**
15.0 TR – 25.0 TR	**2.30m**	**2.20m**	**1.30m**

Ventajas

- Bajo nivel sonoro
- Las dos unidades (condensadora y evaporadora) están acopladas en una sola.

Desventaja

- No pueden trabajar en un rango donde se exige un índice muy bajo de temperatura.
- Instalación especializada.
- Puede tener gran tamaño y peso.
- Requerimiento de espacios en el entretecho para la instalación de ductos.

1.5.6 Sistema tipo Chiller.

El sistema tipo Chiller (Figura 1.11)es un equipo de descarga indirecta, ya que el aire se distribuye a los diferentes espacios por medio de ductos. Se compone por un sistema central que se encarga de enfriar un fluido, generalmente agua, el cual se distribuye a los diferentes equipos de enfriamiento ubicados en las áreas que requieren de climatización. El agua helada pasa desde la unidad exterior a través de tuberías (PVC, PE, Cobre o Acero) hacia las unidades manejadoras de aire (UMA) o unidades denominadas fan coils, que son las que se encargan de distribuir el aire acondicionado hacia los ductos.(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011)

A continuación, se exponen las capacidades y medidas más comunes de sistema tipo Chiller:

Tabla 1.7: Medidas y capacidades de sistema de Tipo Chiller.
Fuente:(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011)

CAPACIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO
80.0 TR – 100.0 TR	**4.80m**	**2.30m**	**2.30m**
140.0 TR – 160.0 TR	**6.00m**	**2.30m**	**2.30m**
180.0 TR – 200.0 TR	**7.20m**	**2.30m**	**2.30m**

Figura 1.11 Sistema Tipo Chiller.
Fuente:(Colocho-Lopez, Guzman-Alvarez, & Daza-Gimenez, 2011)

Ventajas

- Versatilidad en el número de unidades internas: puede ser conectado con varias UMAs o fan coils dependiendo de la potencia de la unidad externa.
- Es utilizado para acondicionar grandes instalaciones por su eficiencia. Bajo nivel de ruido.
- La vida promedio de los Chillers varía de 25 a 30 años con buen mantenimiento.
- Los modelos recientes consumen menos electricidad que los modelos de más de 20 años, ya que cuentan con sistemas que permiten trabajar de acuerdo a la demanda requerida reduciendo la carga y operando solo los compresores necesarios.

Desventajas

- Alto costo de instalación.
- Unidades de gran tamaño y peso.
- Difícil instalación cuando son ubicados en azotea.
- Para proyectos pequeños es un gasto muy grande por su alto costo.

1.6 Climatización en edificios de oficinas.

Los edificios de oficinas suelen pertenecer a varias entidades, que en ocasiones pueden estar ocupados íntegramente por una sola organización comercial. La mayoría de los edificios presentan dos zonas básicas a considerar, la zona interior y la periférica. Las zonas interiores están situadas en el centro de un edificio y no sufren la influencia de los elementos exteriores, a excepción del último piso. Las zonas periféricas pueden penetrar de 3 a 6 m en el interior del edificio, a partir del muro exterior. Esta zona está expuesta a la acción del sol, viento, temperatura exterior y efecto de sombra de los edificios adyacentes. Existe, por tanto, una necesidad evidente de establecer dos sistemas de acondicionamiento distintos para hacer frente a las cargas correspondientes a cada una de estas zonas, cuyo comportamiento es distinto(Carrier, 2009).

Una zona interior tiene una carga de iluminación y de ocupantes relativamente constante, por este motivo se puede utilizar en sistema todo-aire. No obstante, el sistema puede hacerse más complejo cuando se presentan problemas de iluminación parcial, distribución de equipos electrónicos, etc. Puede darse el caso de necesitar en calentamiento en la unidad terminal, control de caudal o un sistema de dos corrientes de aire. Ocasionalmente puede ser necesario establecer un sistema de aire primario y agua secundaria, particularmente cuando son muchos los vatios de carga.

Las zonas exteriores se caracterizan por las variaciones externas de carga, desde unos máximos de radiación solar a través de cristales, acompañados de grandes transmisiones de calor, iluminación y ocupantes, pasando por la ausencia de cargas durante las estaciones intermedias del año, hasta unas cargas de transmisión negativas máximas en invierno. La zona exterior está sometida también al movimiento de sombras de los elementos estructurales de la fachada, edificios adyacentes y nubes. Estos elementos, al coincidir con las necesidades de los ocupantes, exigen un sistema de acondicionamiento muy flexible y capaz de equilibrar las cargas variables que puedan ir produciéndose en todas las fachadas del edificio y espacios adyacentes con la misma exposición.

Dos características adicionales de las oficinas y edificios de varias plantas son las superficies de ventanas y la arquitectura en general, las cuales influyen en la selección del sistema de acondicionamiento. La superficie de ventanas puede variar de un 25 a 75 % de las superficies de la fachada. En algunos edificios se suprimen las ventanas. Los edificios pueden ser bajos, con una gran superficie de suelo en que predominen zonas interiores, o pueden ser altos y estrechos formados únicamente por zonas periféricas. En dos edificios, uno bajo y otro alto, con las mismas superficies pueden variar solamente de un 5 a 10 %, pero en cambio los volúmenes de aire a tratar serán muy distintos.

Aunque los edificios de oficina están ocupados principalmente durante períodos de 8 a 10 horas y algunas oficinas están ocupadas por la noche, el sistema de acondicionamiento debe trabajar normalmente unas 16 horas, por lo menos. Si se proyecta el sistema para las condiciones extremas, el funcionamiento del mismo debe ser de 24 horas, con lo que se obtiene un equipo más económico.

En algunos edificios, el mejor sistema y más sencillo desde el punto de vista del rendimiento es el sistema todo-aire de un solo conducto con recalentamiento en la unidad terminal. Todo el enfriamiento se realiza por medio del aire impulsado, y las variaciones en la ganancia de calor se compensan por medio de agua caliente o batería de resistencias eléctricas en la unidad terminal.

En cada edificio de oficinas debe prestarse atención a las zonas críticas, como salones de conferencias, dispensarios médicos, laboratorios, peluquerías, salones de belleza, restaurantes, etc., o a las acumulaciones de equipo electrónico en salas especiales destinadas al cálculo. Todas estas zonas deben estudiarse separadamente para atender a sus necesidades particulares de ventilación, problemas de olores y ruidos. Los espacios ocupados por el equipo de acondicionamiento deben mantenerse alejados de las zonas muy ocupadas y de las salas de conferencias, ya que las técnicas de amortiguamiento de ruidos no serán capaces de resolver satisfactoriamente el problema.

1.7 La importancia de la climatización de edificios de oficinas.

A la hora de afrontar un proyecto de climatización de edificios de oficinas se plantean dos exigencias fundamentales, tanto desde el punto de vista del confort de los usuarios como de la eficiencia energética: la iluminación y la calidad del aire, por ser éstas las condiciones ambientales que mayor repercusión van a tener sobre la productividad de los trabajadores y sobre la factura energética.

De un estudio realizado para la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (Fenercom) al que se hace referencia en la Guía de auditorías energéticas en edificios de oficinas de la Comunidad de Madrid, se obtiene que el consumo energético en oficinas se distribuye de la siguiente manera(Cofrico, 2018):

- Refrigeración: 30%
- Iluminación: 28%
- Calefacción: 20%
- Ofimática: 4%
- ACS: 3%
- El 15% restante corresponde a categorías que individualmente no alcanzan el 3%.

El mayor peso recae sobre las instalaciones térmicas y la iluminación, por tanto, las actuaciones sobre estas instalaciones y un correcto uso de ellas, será lo que reporte un mayor ahorro energético.

1.8Calidad del aire en la climatización de oficinas.

Las condiciones que se consideran necesarias para conseguir un ambiente confortable en edificios de oficinas es de 21º a 25ºC de temperatura seca, 45 a 65% de humedad relativa y 0,2 a 0,5 m/s de velocidad del aire. La instalación de climatización es la responsable de todas ellas.

No obstante, estas condiciones no son las únicas a tener en cuenta para la climatización de edificios de oficinas. Hay que tener muy presente la calidad del aire: necesita un suministro continuo de aire fresco para renovar el ambiente y conseguir un aporte de oxígeno, a la vez que se retiran gases y partículas que

puedan influir negativamente en la calidad del aire respirado, siguiendo indicaciones de la normativa vigente, Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios (RITE).

En relación con la calidad del aire, en el RITE se definen aspectos como: las condiciones de la calidad del aire, el aire de renovación y los métodos de extracción. Para hacerlo, determinan unos parámetros(Cofrico, 2018):

- PMV (Predicted Mean Vote) basado en el balance térmico del cuerpo humano con el ambiente que lo rodea. Para mantener unas condiciones adecuadas debe estar entre los valores -1 (la sensación de calor que definen como “fresco”) y el 1 (sensación de calor “ligeramente caluroso”).
- PDD (Percentage People Dissatisfied). Se clasifican los espacios en función de su valor. Nunca debe ser superior al 25% ni inferior al 5%
- Bienestar Térmico del Local a través del Balance térmico (diferencia entre el calor producido y el ganado o perdido), del que el RITE establece 5 categorías.

La guía publicada por el Fenercon defiende que la calidad aconsejable para los edificios de oficinas es la IDA 2(Aire de buena calidad: oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas). Existe un problema identificado como “Síndrome del edificio enfermo”, que consiste en que un alto porcentaje de usuarios de un edificio se ven afectados por enfermedades provocadas por la contaminación del aire interior (cuadros catarrales, irritaciones de ojos y mucosas, sinusitis, jaquecas…), que tiene como consecuencia un mayor absentismo laboral y una menor productividad. Para mantener unas condiciones de calidad del aire óptima y evitar problemas como los que ocasiona este síndrome, es fundamental el cumplimiento de las condiciones establecidas en el RITE y también muy importante realizar un correcto mantenimiento de estas instalaciones.

1.9 Elementos principales en una instalación de climatización de edificios de oficinas.

Para la instalación de la climatización de edificios de oficina se tienen en cuenta elementos como(Cofrico, 2018):

1. Equipo productor de energía térmica. Los utilizados normalmente en oficinas son: Convertidores de electricidad por efecto Joule, por Combustión (calderas) o por condensación de gases en ciclos de compresión.
2. Equipo terminal que intercambia el calor o el frío generados con el aire del local a climatizar. Generalmente la circulación del fluido térmico (agua o refrigerante) se realiza a través de unos conductos metálicos, llamados baterías. Para el acceso del aire al local se utiliza habitualmente la rejilla y también los difusores y toberas, siempre dotados de los filtros necesarios para impedir la entrada de elementos que perjudiquen la calidad del aire del local.
3. La red de distribución de calor o de frío, que conecta los dos equipos anteriores.
4. Sistema de instrumentación, control y programación. Normalmente también se incluyen equipos humectantes y deshumectantes y otros destinados al tratamiento y a la depuración del aire.

En oficinas pequeñas es frecuente un tipo de instalación que utiliza una bomba de calor aire-aire para proporcionar calefacción o refrigeración según se determine. En el exterior se encuentra el condensador y el evaporador y la válvula de expansión normalmente se considera una segunda unidad interior que se coloca en el interior de la oficina. Este se considera un sistema independiente partido. Un sistema independiente compacto, incorporaría en una sola caja todo el ciclo frigorífico y en el caso de tratarse de sistemas aire-aire se suelen montar en el cerramiento del local. Para grandes potencias, se utilizan sistemas agua-aire, que se pueden instalar en el interior del local, llevando al exterior el agua de

condensación. También se pueden instalar bombas de calor y en este caso se equipan con sistemas agua-agua.

En oficinas de gran tamaño se suelen utilizar los sistemas centralizados (varias zonas se tratan conjuntamente a través de una misma instalación). Utilizan un solo equipo productor conectado por una red de distribución a los equipos terminales. Puede ser un sistema Todo-Agua o Todo-Aire, en función de si se utiliza el agua o el aire como fluido térmico(Cofrico, 2018).

Conclusiones parciales del capítulo 1.

1. A partir del análisis bibliográfico se mostró que el confort humano es afectado por muchos factores que determinan la comodidad y depende de la tasa de pérdida de calor corporal.
2. Se realizó un análisis detallado a los sistemas de refrigeración y climatización, así como los diferentes sistemas de aire acondicionado concluyendo que los más útilesdebido a su gran uso y fácil manejo en todos los sectores son losde tipocompacto y Split.
3. Se presentaron las principales características de las edificaciones de oficinas demostrando la importancia de su climatización y los elementos principales en la instalación de estos sistemas.

Capítulo II

Capítulo II: Metodologías para el cálculo de cargas térmicas. Materiales y métodos para su ejecución.

En este capítulo se expone el método de cálculo de cargas térmicas que se empleará, en una primera parte se realiza una descripción de la metodología aplicada por el Programa de Análisis Horario (HAP) de Carrier por sus siglas en inglés. En una segunda parte del capítulo se analizan y exponen las ecuaciones que basándose en la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE) el HAP Carrier emplea en su software.

2.1 Carga Térmica.

La carga térmica sobre un edificio de oficinas, se entiende como un fenómeno que tiende a modificar la temperatura interior del aire o su contenido en humedad. La carga térmica tieneunidades de potencia y se pueden clasificar, según su incidencia:

- Cargas térmicas sensibles: aquellas que van a originar una variación en la temperatura del aire.
- Cargas térmicas latentes: las que van a originar una variación en la humedad absoluta del ambiente (contenido de agua en el aire)

El conocimiento de las cargas térmicas es imprescindible, como paso previo para el diseño del sistema de acondicionamiento del aire interior de un edificio de oficinas, dependencia o local. La carga térmica puede calcularse tanto para refrigeración como para calefacción y siempre se toma el valor más desfavorable dentro de los cálculos(López-López, 2015).

2.2 Fundamentos del cálculo de cargas térmicas.

Las cargas térmicas (Vizcaíno-Morejón, 2011)que se evalúan en un proyecto de climatización, se dividen en tres grandes grupos:

- Cargas externas: debidas a la conducción y convección a través de las superficies exteriores como paredes, techos y ventanas. También se originan

por la radiación solar y la conducción a través de las superficies interiores o particiones.

- Cargas internas: tienen su origen debido a la iluminación que los locales requieren, las personas que ocupan el local y los equipos que operan dentro del sitio a climatizar.
- Cargas por infiltración y ventilación: son ocasionadas por las infiltraciones de aire o por la necesidad de ventilación y renovación del aire interior de los locales a climatizar.

Para realizar el estimado de la carga de enfriamiento requerida con la mayor exactitud posible en espacios y edificios, las siguientes condiciones son de las más importantes para evaluar:

- Datos atmosféricos del sitio.
- La característica de la edificación, dimensiones físicas.
- La orientación del edificio, la dirección de las paredes del espacio a acondicionar.
- El momento del día en que la carga llega a su pico.
- Espesor y características de los aislamientos.
- La cantidad de sombra en los vidrios.
- Concentración de personas en el local.
- Las fuentes de calor internas.
- La cantidad de ventilación requerida.

2.2.1 Cálculo de cargas externas.

Para el cálculo de cargas externas se debe definir:

- Determinación de las áreas a climatizar, áreas y medidas aproximadas, plano descriptivo (ubicación de latitud).
- Posición (horizontal, vertical, pendiente 45°) de las superficies exteriores (techos, muros, ventanas).

- Materiales (frescasa, bloc, ladrillo, cerámica, granito, machimbre, madera, vidrio, yeso, estuco) que componen las áreas a climatizar (material de techos, cielos falsos, paredes, divisiones, ventanas).
- Material exterior que cubre estas superficies, color de las superficies (oscuro, medio, claro).
- Espesores aproximados de estos materiales.
- Temperatura promedio de del ambiente exterior, temperatura mínima y máxima que se presenta durante el día.
- Se tienen parasoles, aleros, superficies que hagan sombra, polarizaciones, áticos o espacios ventilados adyacentes o cercanos a cada pared, techo, cielo falso y ventana en el área a climatizar.
- Cantidad de área que recibe la radiación solar (material de esta área).
- Generalmente que se utiliza en las ventanas (polarizaciones, persianas, cortinas, recubrimiento reflectivo, absorbente de calor).

2.2.2 Cálculo de cargas internas.

Para el cálculo de cargas internas se debe tener en cuenta:

1. Iluminación.

- Tipo de iluminación.
- Capacidad de iluminación (Watt consumidos, Watt instalados).
- Tiempo de luces encendidas.

2. Número de personas.
3. Equipos:

- Para el cálculo de cargas residenciales, definir las capacidades de equipos usualmente utilizados (nevera, estufa, horno microondas, cafeteras, tostadora, TV, equipo de sonido, computadores, secador de pelo).
- Capacidades de los equipos de potencia, qué equipos se utilizan.
- Factor de utilización de los equipos.

2.2.3 Cargas por infiltración y ventilación:

- Tipo de ventilación (natural, forzada).
- Flujo de aire ventilado (CFM).
- Humedad específica entre el aire ventilado.

2.3 Introducción al software HAP de Carrier.

El software HAP (Hourly Analysis Program) de Carrier es una herramienta de ordenador orientada a ayudar a aquellos profesionales que quieren diseñar sistemas HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) en edificios principalmente del sector terciario (comercial). HAP son dos herramientas en una(Structuralia, 2012):

- Primero, es una herramienta para el cálculo de cargas y diseño de sistemas de climatización.
- Segundo, se trata de una herramienta para la simulación del consumo de energía y el cálculo del coste de operación de la misma.

HAP utiliza el método American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE) de las funciones de transferencia para los cálculos de cargas y las técnicas de simulación energética detallada para las 8.760 horas (anuales) para el análisis de energía.

Este programa se presenta como dos productos, similares pero separados:

- "HAP System Design Load" para el diseño del sistema con las herramientas de estimación de cargas.
- El programa completo "HAP", que además de los contenidos para el diseño del sistema, incluye las herramientas para el análisis energético.

2.3.1 Herramienta HAP System Design.

HAP estima las cargas de diseño de refrigeración y calefacción en edificios de tipo terciario, de cara a dimensionar los componentes del sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC). El programa proporciona información

necesaria para la selección y especificación de los equipos. En concreto el programa realiza las siguientes tareas:

- Cálculo de las cargas de diseño de refrigeración y calefacción en cada espacio, en cada zona y en cada batería de los equipos del sistema HVAC. Determinación de los caudales de aire requeridos en cada espacio, en cada zona y en el sistema.
- Dimensionamiento de las baterías de los equipos de refrigeración y calefacción.
- Dimensionamiento de los ventiladores.
- Dimensionamiento de las centrales de producción (por ejemplo, enfriadoras y calderas).

2.4 Metodología del software HAP de Carrier.

El software HAPfue desarrollado por Carrier partiendo de otra herramienta de cálculo de cargas que funcionaba en el sistema operativo DOS, una de las primeras en su género. Este hecho brinda a HAP una experiencia dilatada en el tiempo que pocos programas tienen.

La herramienta se concibió para el diseño de sistemas de HVAC que permitiese dar soporte técnico a CARRIER. Si bien es un programa “marcado” por un fabricante, al ser éste uno de los más grandes del mundo, abarcó prácticamente la totalidad de los sistemas de HVAC que se utilizan en EEUU.

Este software utiliza el Método de la Función de Transferencia (TFM) que es uno de los procedimientos más utilizado y tiene como fundamento estimar las cargas hora por hora lo que predice en alguna medida las condiciones del espacio interior, realizando los cálculos de diseño de refrigeración y los cálculos de cargas en la simulación energética(Álvarez-Nuevo, 2015).

El (HAP) de Carrier realiza el cálculo de cargas de un edificio en distintos escenarios(Álvarez-Nuevo, 2015):

a) En las condiciones de diseño de refrigeración, para dimensionar las baterías de frío de los equipos.
b) En las condiciones de diseño de calefacción, para dimensionar las baterías de calor de los equipos.
c) En la simulación, calcula las cargas en cualquier momento del año para realizar el análisis energético.

Para cada caso se aplican diferentes procedimientos y consideraciones:

1. Cálculo diseño para refrigeración. Los perfiles de las cargas se generan para un día de diseño (el más desfavorable para la refrigeración, el más caluroso) por cada mes, utilizando las condiciones climáticas de diseño, así como los horarios de funcionamiento simplificados sólo para diseño de cargas, con el método de cálculo de ASHRAE de las Funciones de Transferencia.
2. Cálculo diseño para calefacción. Las cargas se calculan sólo en una única condición de diseño de calefacción, utilizando las condiciones climáticas de diseño de invierno. No se considera ninguna fuente que pudiera suponer un aporte de calor y se asume el carácter de cargas instantáneas en el cálculo en cualquier elemento o infiltración.
3. Simulaciones energéticas. El cálculo de cargas se realiza para las 8.760 horas del año utilizando los datos climáticos de simulación, con los horarios de funcionamiento en que se distinguen los distintos días de la semana, y como método de cálculo el de las Funciones de Transferencia de ASHRAE.

El software es un programa con un modelo cerrado predefinido, frente a otros programas en los que se puede definir el tipo de modelo, como en el caso de MatLab o TRNSYS. Una de las ventajas principales de utilizar un programa predefinido, para realizar la modelización es la de disponer de una base de datos estructurada para un fin particular, en nuestro caso cálculo de diseño para refrigeración. De esta manera, la reutilización de estos datos se facilita, tanto para la modificación del proyecto como para definición de otros nuevos proyectos aprovechando los existentes.

2.5 Método de cálculo de las cargas térmicas según el HAP de Carrier.

Para realizar los cálculos de cargas térmicas del proyecto, se sigue el método desarrollado por la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE). Esta metodología de cálculo es la que emplea el software HAP de Carrier y está basada en la conversión de ganancias instantáneas de calor a cargas de refrigeración en las denominadas funciones de transferencia.

2.5.1 Ganancias térmicas instantáneas.

Corresponden a la ganancia de calor instantánea de cada mes y hora debida a cada uno de los siguientes elementos:

Ganancia solar cristal.

Corresponde a la insolación que incide a través de los acristalamientos que están expuestos al exterior.

$$Q_{GAN,t} = CS * A * SHGF * n \qquad \text{Ec 2.1}$$

Donde:

$$SHGF = GSd + Ins * GSt \qquad \text{Ec 2.2}$$

Que depende del mes, de la hora solar y de la latitud.

Siendo:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia instantánea de calor sensible (vatios).

$A =$ Área de la superficie acristalada (m²).

$CS =$ Coeficiente de sombreado.

$n =$ Nº de unidades de ventanas del mismo tipo.

$SHGF =$ Ganancia solar para el cristal tipo (DSA).

$GSt =$ Ganancia solar por radiación directa (vatios/m²).

$GSd =$ Ganancia solar por radiación difusa (vatios/m²).

$Ins =$ Porcentaje de sombra sobre la superficie acristalada.

Transmisión paredes y techos.

Aplicable a cerramientos opacos al exterior, excepto aquellos en los que no inciden rayos solares directamente. La ganancia instantánea para cada hora se calcula usando la siguiente función de transferencia:

$$Q_{GAN,t} = A * \left[\sum_{n=0} bn\left(t_{sa,t-n\Delta}\right) - \sum_{n=1} dn * \frac{(Q_{GAN,t-n\Delta})}{A} - t_{ai} * \sum_{n=0} cn\right] \quad \text{Ec 2.3}$$

Siendo:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el ambiente a través de la superficie interior del techo o pared (w).

A= Área de la superficie interior (m²).

$t_{sa,t-n\Delta}$ = Temperatura sol aire en el instante $t - n\Delta$.

Δ= Incremento de tiempos igual a 1 hora.

t_{ai} = Temperatura del espacio interior supuesta constante.

bn, cn, dn = Coeficientes de la función de transferencia según el tipo de cerramiento.

La temperatura sol-aire se utiliza para corregir el efecto de los rayos solares sobre la superficie exterior del cerramiento:

$$t_{sa} = t_{ec} + a * \frac{I_t}{h_0} - \frac{\Delta R}{h_0} * \cos(90° - \beta) \text{Ec 2.4}$$

Siendo:

t_{sa} = Temperatura sol-aire para un mes y hora dados (°C).

t_{ec} = Temperatura seca exterior corregida según mes y hora (°C).

I_t = Radiación solar incidente en la superficie (w/m²).

h_0 = Coeficiente de termo transferencia de la superficie (w/m² °C).

a= Absorbencia de la superficie a la radiación solar (en función del color).

β= Ángulo de inclinación del cerramiento respecto de la vertical (horizontales 90°).

ε = Emitancia hemisférica de la superficie.

ΔR= Diferencia de radiación superficie/cuerpo negro (w/m²).

2.5.2 Transmisión: Excepto paredes y techos.

Cerramientos al interior.

Corresponde a las ganancias por transmisión en cerramientos opacos interiores y que no están expuestos a rayos solares.

$Q_{GAN,t} = K * A * (t_i - t_{ai})$Ec 2.5

Siendo:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w).

K= Coeficiente de transmisión del cerramiento (w/m²·°C).

A= Área de la superficie interior (m²).

t_i = Temperatura del local contiguo (°C).

t_{ai} = Temperatura del espacio interior supuesta constante (°C).

Acristalamientos al exterior.

Corresponde a las ganancias instantáneas correspondientes a la transmisión en superficies acristaladas al exterior.

$Q_{GAN,t} = K * A * (t_{ec} - t_{ai})$ Ec 2.6

Siendo:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)

K = Coeficiente de transmisión del cerramiento (w/m²·°C)

A =Área de la superficie interior (m²)

t_{ec} = Temperatura exterior corregida (°C)

t_{ai} = Temperatura del espacio interior supuesta constante (°C)

Puertas al exterior.

Corresponde a las ganancias por transmisión en puertas al exterior*.

$Q_{GAN,t} = K * A * (t_i - t_{ai})$ Ec 2.7

Siendo:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w).

$K =$ Coeficiente de transmisión del cerramiento (w/m²·°C).

$A =$ Área de la superficie interior (m²).

$t_{ai} =$ Temperatura del espacio interior supuesta constante (°C).

$t_i =$ Para orientación Norte: Temperatura exterior corregida (°C).

(*) Excepto orientación Norte: Temperatura sol-aire para el instante t (°C).

2.5.3 Calor Interno.

Ocupación.

Calor generado por las personas que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número de personas y del tipo de actividad que están desarrollando.

$$Q_{GAN,t} = Q_s * n * 0{,}01 * Fd_t \qquad \text{Ec 2.8}$$

Siendo:

$Q_{GAN,t} =$ Ganancia de calor sensible en el instante t (w).

$Q_s =$ Ganancia sensible por persona (w). Depende del tipo de actividad.

$n =$ Número de ocupantes.

$Fd_t =$ Porcentaje de ocupación para el instante t (%).

Se considera que 67% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.

$$Q_{GAN,t} = Q_l * n * 0{,}01 * Fd_t \qquad \text{Ec 2.9}$$

Siendo:

$Q_{GAN,t} =$ Ganancia de calor sensible en el instante t (w).

$Q_l =$ Ganancia latente por persona (w). Depende del tipo de actividad.

$n =$ Número de ocupantes.

$Fd_t =$ Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%).

Alumbrado.

Calor generado por los aparatos de alumbrado que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de aparatos.

$$Q_{GAN,t} = Q_s * n * 0{,}01 * Fd_t \qquad \text{Ec 2.10}$$

Siendo:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w).

$Q_s =$ Potencia por luminaria (w). Para fluorescente se multiplica por 1’25.

n = Número de luminarias.

Fd_t = Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%).

Aparatos eléctricos.

Calor generado por los aparatos exclusivamente eléctricos que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de aparatos.

$$Q_{GAN,t} = Q_s * n * 0{,}01 * Fd_t \qquad \text{Ec 2.11}$$

Siendo:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w).

$Q_s =$ Ganancia sensible por aparato (w). Depende del tipo.

n = Número de aparatos.

Fd_t = Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%).

Se considera que el 60% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.

Aparatos térmicos

Calor generado por los aparatos térmicos que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de aparatos.

$$Q_{GAN,t} = Q_s * n * 0{,}01 * Fd_t \qquad \text{Ec 2.12}$$

Siendo:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w).

$Q_s =$ Ganancia sensible por aparato (w). Depende del tipo.

n = Número de aparatos.

Fd_t = Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%).

Se considera que el 60% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.

$$Q_{GAN,t} = Q_l * n * 0{,}01 * Fd_t \qquad \text{Ec 2.13}$$

Siendo:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor latente en el instante t (w).

$Q_l =$ Ganancia latente por aparato (w). Depende del tipo.

$n =$ Número de aparatos.

$Fd_t =$ Porcentaje de ocupación para el instante t (%).

2.5.4 Aire primario

Ganancias instantáneas de calor debido al aire exterior de ventilación. Estas ganancias pasan directamente a ser cargas de refrigeración.

$$Q_{GAN,t} = 0{,}34 * f_a * V_{ae} * 0{,}01 * Fd_t * (t_{ec} - t_{ai}) \quad \text{Ec 2.14}$$

Siendo:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w).

$f_a =$ Coeficiente corrector por altitud geográfica.

$V_{ae} =$ Caudal de aire exterior (m³/h).

$Fd_t =$ Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%).

$t_{ec} =$ Temperatura seca exterior corregida (°C).

$t_{ai} =$ Temperatura del espacio interior supuesta constante (°C).

Se considera que el 100% del calor sensible aparece por convección.

$$Q_{GAN,t} = 0{,}83 * f_a * V_{ae} * 0{,}01 * Fd_t * (X_{ec} - X_{ai}) \quad \text{Ec 2.15}$$

Siendo:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w).

$f_a =$ Coeficiente corrector por altitud geográfica.

$V_{ae} =$ Caudal de aire exterior (m³/h).

$Fd_t =$ Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%).

$X_{ec} =$ Humedad específica exterior corregida (gr. agua/kg aire).

$X_{ai} =$ Humedad específica del espacio interior (gr agua/kg aire).

2.5.5 Cargas de refrigeración

La carga de refrigeración depende de la magnitud y naturaleza de la ganancia térmica instantánea(Álvarez-Nuevo, 2015), así como del tipo de construcción del local, de su contenido, tipo de iluminación y de su nivel de circulación de aire. Las ganancias instantáneas de calor latente, así como las partes correspondientes de

calor sensible que aparecen por convección pasan directamente a ser cargas de refrigeración. Las ganancias debidas a la radiación y transmisión se transforman en cargas de refrigeración por medio de la función de transferencia siguiente:

$$Q_{REF,t} = v_0 * Q_{GAN,t} + v_1 * Q_{GAN,t-\Delta} + v_2 * Q_{GAN,t-2\Delta} - w_1 * Q_{REF,t-\Delta} \qquad \text{Ec 2.16}$$

Siendo:

$Q_{REF,t}$ = Carga de refrigeración para el instante t (w)

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor en el instante t (w)

Δ = Incremento de tiempo igual a una hora

v_0 , v_1 y v_2 = Coeficientes en función de la naturaleza de la ganancia térmica instantánea.

w_1 =. Coeficiente en función del nivel de circulación del aire en el local.

Conclusiones parciales del capítulo 2.

1. De los programas informáticos existentes como el Saunier Duval, Energy Plus, TRNSYS, elHourly Analisys Program de Carrier se presenta como una herramienta muy utilizada en la determinación de la carga de enfriamiento ya quedispone de una base de datos estructurada para un fin particular, de aquí la selección de éste para el cálculo de la carga de climatización.
2. Se desarrolló una metodología de cálculo de cargas térmicas que basado en la ASHRAEel software HAP de Carrier utiliza en su programación y está basada en la conversión de ganancias instantáneas de calor a cargas de refrigeración en las denominadas funciones de transferencia.

Capítulo III

Capítulo III: Análisis de los resultados. Caso de estudio: Oficina Provincial de la Empresa de Ingeniería y Proyecto Azucarero (IPROYAZ) de Cienfuegos.

En este capítulo se realiza la simulación térmica de la Oficina Provincial de la Empresa de Ingeniería y Proyecto Azucarero (IPROYAZ) de Cienfuegos por medio de la utilización del software HAP de Carrier a partir de un levantamiento que se realizó a la empresa. Con los resultados obtenidos se realizará el análisis del equipamiento necesario que se debe instalar en cada uno de los locales y la valoración económica del montaje de estosequipos.

3.1: Descripción del caso de estudio.

El Instituto de Proyectos Azucareros (IPROYAZ) se creó en 1976, bajo la Resolución No. 321/76, de fecha 22 de diciembre de 1976, que bajo un esquema de empresa nacional autofinanciada, articula la antigua Dirección de Proyectos con los Grupos Provinciales de Proyectos de Matanzas, Villa Clara, Camagüey y Santiago de Cuba.

En 1980 el MINAZ tomó un carácter agroindustrial, al asimilar las estructuras de la agricultura cañera provenientes del Ministerio de la Agricultura, convirtiéndose en el Ministerio del Azúcar. IPROYAZ integra las estructuras homólogas y toma este mismo carácter. En el año 1991 se modifica la Resolución constitutiva del Instituto dictándose la Resolución No.104-91 del Ministerio del Azúcar. Mediante las Resoluciones No. 409-2001 del Ministerio de Economía y Planificación y la No.225-2001 del Ministerio del Azúcar, el Instituto adquiere el carácter de empresa denominándose “Empresa de Ingeniería y Proyectos Azucareros” (IPROYAZ).

Como parte del proceso de reordenamiento realizado en el Ministerio del Azúcar, se hizo necesario reorganizar internamente IPROYAZ, estableciéndose la Resolución No. 372/2003 del referido Ministerio, la que modifica las resoluciones anteriores y que establece el objeto empresarial vigente, con el fin de lograr mayor

eficiencia y rentabilidad en la actividad que realiza y un uso más racional de sus capacidades instaladas. El 17 de abril de 2001, por acuerdo No. 5981 del CECM, se aprueba el Expediente de Perfeccionamiento e IPROYAZ se mantiene como una Empresa de alcance nacional con cuatro Unidades Empresariales de Base (UEB) y siete Oficinas Provinciales (OP).

En enero del 2011 y como parte del proceso de perfeccionamiento del MINAZ, concebido en el ACUERDO No 422 del CECM, para lograr la eficiencia y la institucionalidad que el país necesita, se realizó un análisis exhaustivo del sistema empresarial del MINAZ y para potenciar la actividad de ingeniería de inversiones en una sola empresa se fusionan a IPROYAZ la Empresa de Gestión Agroindustrial (GESAI) y la Empresa de Gestión y Servicios Azucareros (EGESA). (IPROYAZ, 2015)

La Oficina Provincial de la Empresa de Ingeniería y Proyecto Azucarero (IPROYAZ) de Cienfuegos se encuentra ubicada en los 22 ^{0}14´38.39¨ N 80^{0} 45´04.20¨ W, Calle 33 # 5004 entre 50 y 52 Cienfuegos, cuentan con una imagen prestigiosa, una gran capacidad de aprendizaje flexible y continua, por lo que el desarrollo del capital humano está garantizado. Emplean de forma efectiva las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Misión:

Brindar servicios de ingeniería, proyectos y consultoría a la agroindustria azucarera diversificada y otros mercados con profesionalidad, eficiencia y calidad.

Visión:

Son líderes en ingeniería, proyectos y consultoría, del sector azucarero y los derivados brindamos un servicio que se distingue por su amplio perfil y precios competitivos, un Sistema de Gestión Integrado, Calidad- Medio Ambiente- Seguridad y Salud del Trabajo basado en las normas NC ISO 9001:2008, NC ISO 14001:2004 y NC 18001:2005. Asumimos todas las solicitudes de la agroindustria azucarera y promovemos servicios a otros mercados.

Servicios:

- Estudios de Oportunidad, Estudios de Prefactibilidad y Estudios de Factibilidad.
- Estudios operacionales y diagnóstico.
- Ingeniería Básica y de Detalles.
- Licitación y Evaluación de Ofertas de equipos y materiales.
- Diseño de equipos.
- Diseño de sistemas de control de procesos.
- Evaluación económica de inversiones.
- Desarrollo integral de proyectos.
- Asistencia técnica.
- Servicios de computación.
- Investigación y desarrollo.
- Protección ecológica.
- Experiencia Agroindustrial.
- Agroindustria Azucarera.
- Derivados de la Caña de Azúcar.
- Bioléctrica y Cogeneración con Biomasa.
- Rehabilitación de Equipamiento e Instalaciones Industriales para su Reutilización.
- Química.
- Biotecnológica.
- Alimento Animal, Piensos.
- Celulosa, Pulpa y Papel.
- Tratamiento de Residuales Industriales.

La entidad cuenta con una infraestructura compuesta de una edificación administrativa de un solo piso(el cual se muestra representado en forma de

croquis en el anexo 1).La organización consta de 11 locales, de los cuáles solo se analizarán 10, ya que son oficinas administrativas, siendo las más operativas.En la figura 3.1 se muestra la ubicación geográfica de la empresa.

Figura 3.1 Localización de IPROYAZ. Vista superior.

Fuente:(Google Earth, s.f.)**.**

3.2 Caracterización de los locales.

En el análisis de las cargas térmicas, es necesario saber las características constructivas del local, estas características pueden ser: al área o superficie en metro cuadrado, el espesor de las paredes, dimensiones de las ventanas y puertas, tipo de estructura, elemento que la forma y la orientación solar. El horario de trabajo se comprende desde las 7am a las 6pm.Las características constructivas de los locales, parámetros auxiliares y materiales de su construcción se presentan en el anexo 2. En el anexo 3 se muestra el croquis de las oficinas de forma independiente.

3.3 Resultados del cálculo de las cargas térmicas de IPROYAZ.

Después de haber recopilado todos los datos de los locales a climatizar se llevó a cabo el cálculo de cargas térmicas de climatización de las diferentes oficinas, mediante el software HAP de Carrierlos resultadosobtenidos están representados en la tabla 3.1 y los resultados generales que nos muestra el software se encuentra en elanexo4. Para la conversión de W a T (refrigeración) se dividió por 3513 como factor al convertir.

Tabla 3.1: Resultados del cálculo de cargas en el software HAP de Carrier
Fuente: Elaboración Propia.

Oficinas	Resultados cálculo HAP de Carrier (W)	Resultados cálculo HAP de Carrier (T)	Resultados cálculo HAP de Carrier (Btu/h)
Dirección	3500	1	12000
Economía y Personal	3800	1.081	12000
Informático	3900	1.11	18000
Proyecto 1	8300	2.362	30000
Reproducción	3700	1.053	12000
Archivo	3900	1.11	18000
Producción	6300	1.793	24000
Proyecto 2	10300	2.93	36000
Caja	2800	0.797	12000
Topografía	2800	0.797	12000

*HAP de Carrier: Programa de análisis horario de Carrier.

3.4 Propuesta del equipamiento necesario para cada local.

A partir del análisis de los resultados obtenidos en el software se proponen unidades según la disponibilidad que nos ofrece COPEXTEL, estas unidades son de tipo ventana y de tipo Split, con refrigerante R-410A anexo 5, sus características se muestran en el anexo 6 y en el anexo 7. La tabla 3.2 muestra los equipos a utilizar, la marca de estos equipos y su capacidad según los datos ofrecidos por el Sistema de Contabilidad de la Corporación COPEXTEL S.A. La distribución y selección de los equipos por locales se realizó según las capacidades en Btu/h necesarias en cada local como se muestran en la tabla 3.3.

Tabla 3.2: Equipos a utilizar, la marca de estos equipos y su capacidad.

Fuente:(COPEXTEL, 2019)

Equipos	Marca de los equipos	Capacidad en Btu/h
Aire de ventana (A/V)	Miller- Westinghouse	12000
Aire de ventana (A/V)	Miller- Westinghouse	18000
Aire de ventana (A/V)	Miller- Westinghouse	24000
Split de pared	Glanz	18000

Tabla 3.3: Distribución y selección de los equipos por locales.

Fuente: Elaboración Propia

Oficinas	Equipos	cantidad	Capacidad en (T)	Capacidad en (Btu/h)
Dirección	(A/V)	1	1	12000
Economía y Personal	(A/V)	1	1.081	12000
Informático	(A/V)	1	1.11	18000
Proyecto 1	(A/V)	2	2.362	1 de12000 y 1 de 18000
Reproducción	(A/V)	1	1.053	12000
Archivo	(A/V)	1	1.11	12000
Producción	(A/V)	1	1.793	24000
Proyecto 2	Split de pared	2	2.93	18000
Caja	(A/V)	1	0.797	12000
Topografía	(A/V)	1	0.797	12000

3.5. Propuesta de instalación y montaje de los equipos en la Oficina de IPROYAZ.

Al realizar el montaje de los equipos de aire acondicionado de ventana se tendrán en cuenta algunas instrucciones correspondientes a los manuales de usuario evitando el deterioro de los equipos y su mal funcionamiento. Estas instrucciones están basadas en los aspectos fundamentales que plantea (SURREY, 2010) los cuales aplicamos de la forma siguiente:

1. Evitar instalar la unidad en lugares que estén en contacto directo con el sol. Para evitar la exposición directa con el sol, se colocaron en las paredes que

no se veían en contacto directo al sol o se le deberán colocar un alero para dar sombra al gabinete.

2. Se eligieron lugares donde no hubiera obstáculos como por ejemplo una cerca o pared dentro de los 50cm detrás del gabinete para evitar la irradiación de calor del condensador.
3. Instalación del equipo con su parte inferior 75-150cm por encima del nivel del piso en nuestro caso se instalarán a 150 cm (figura 3.2).

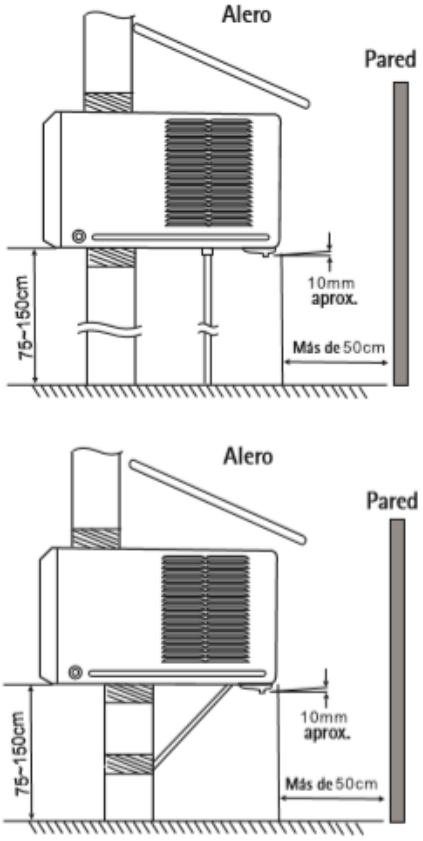


Figura 3.3: Instalación del equipo en la pared.
Fuente:(SURREY, 2010)

4. En el caso de la pared norte como posee un espesor de 40cm se tomó como medida que el hueco de la pared sería unos 15cm más amplio en ambos sentidos de las entradas de aire de equipo (figura 3.3).

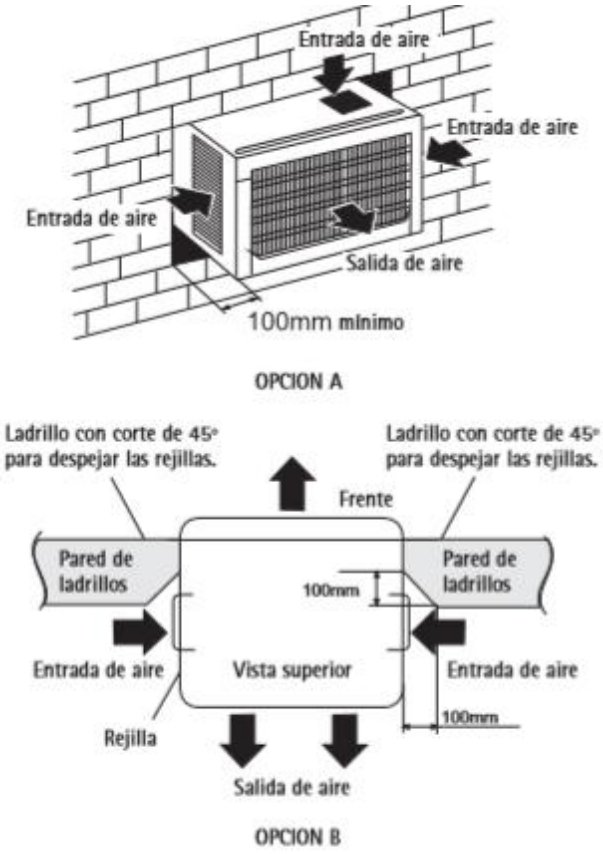


Figura 3.3: Instalación del equipo en la pared.

Fuente:(SURREY, 2010)

En caso de los Split de 1.5 toneladas de refrigeración solo se instalarán en la oficina de Proyecto 2, la cual por su ubicación no puede ser climatizada con aires de ventana. La pared norte coincide con el pasillo de entrada a los locales, la sur con unas viviendas, la oeste queda al frente de la edificación y su fachada no puede ser modificada. Si se ubicara en la pared este no cumpliría con el confort necesario o no se climatizaría toda la oficina de igual forma , para realizar el montaje se tendrán en cuenta algunas instrucciones correspondientes al manual de usuario (White-westinghouse, 2016)las cuales aplicamos de la forma siguiente:

Unidad Interior:

1. Ubicarlo en lugares donde no obstaculice el área de entrada o salida de aire.

2. La unidad debe estar ubicada a uno 200cm de suelo como mínimo, a más de 15cm de separación del techo y a más de 12cm con respecto a los alrededores (figura 3.4).

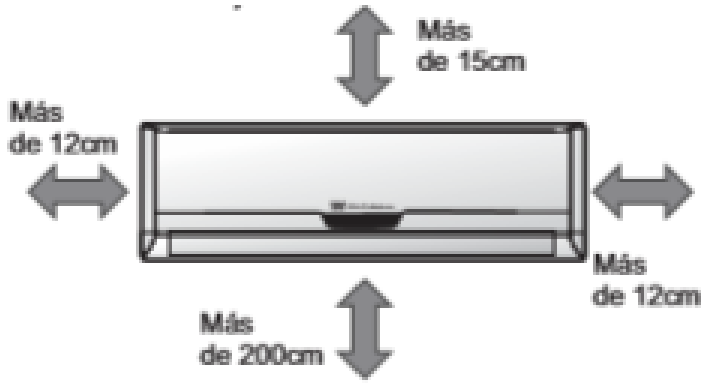


Figura 3.3: Instalación de la Unidad Interna.
Fuente:(SURREY, 2010)

3. Lugares donde el tubo de conexión y la manguera de desagüe seanfáciles de sacar.

Unidad Exterior:

1. Un lugar que sea conveniente para la instalación y no está expuesto a vientos muy fuertes. Un lugar seco y ventilado.
2. Un lugar que soporte el peso de la unidad externa y pueda ser sostenida en posición vertical.
3. Un lugar que no permita un incremento en el nivel de ruido y vibración.
4. Un lugar en donde el ruido producido por el funcionamiento y descarga del aire no moleste a sus vecinos o animales.
5. Lugares en los que haya espacio suficiente en torno de esta unidad, como se muestra en la figura 3.4.

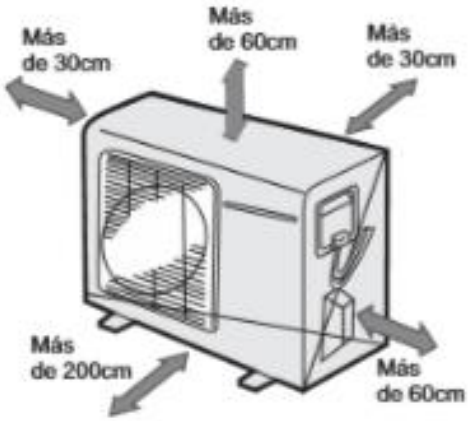


Figura 3.4: Instalación de la Unidad Externa.

Fuente:(SURREY, 2010)

En la figura 3.5 se muestra la propuesta de montaje de los equipos en la Oficina Provincial de la Empresa de Ingeniería yProyecto Azucarero (Iproyaz) de Cienfuegos basándonos en las instrucciones de montajes antes descritas. El anexo 8 nos muestra un croquis del montaje de estos equipos en cada una de las oficinas de forma independiente.

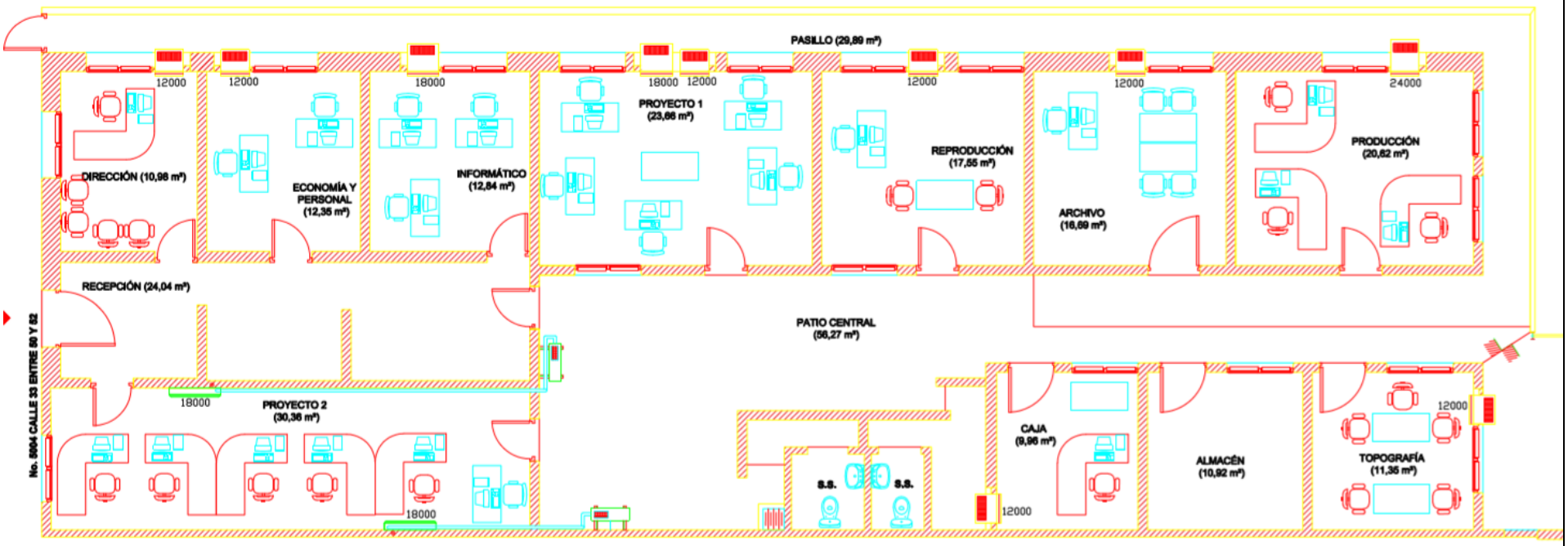


Figura 3.5: Propuesta de montaje de los equipos en la Oficina Provincial de la Empresa de Ingeniería yProyecto Azucarero (Iproyaz) de Cienfuegos.

Fuente: Elaboración Propia.

3.6. Propuesta Económica para climatizar la Oficina de IPROYAZ.

En cuanto al análisis económico de la propuesta de climatización tenemos que tener presente que estos equipos varían el valor según el proveedor, para este caso tenemos una propuesta del precio de los equipos comercializados por la Empresa COPEXTEL Cienfuegos, a la que agregaremos también el montaje de estos. La tabla 3.4 muestra el precio unitario en CUC y CUP de los equipos tipo ventana y tipo Split, así como el de su montaje. En el caso de los equipos tipo ventana el precio de montaje es el mismo y en el de los Split se tiene en cuenta las capacidades, como solo montaremos un solo tipo de Split solo se presentará el precio de montaje de este. En la tabla 3.5 se plantea la propuesta de la inversión por local y en la tabla 3.6 el presupuesto que la Oficina Provincial de la Empresa de Ingeniería y Proyecto Azucarero (IPROYAZ) de Cienfuegos necesita para climatizar los locales con equipos de R-410A.

Tabla 3.4: Precio unitario en CUC y CUP de los equipos tipo ventana, tipo Split y de su montaje.

Fuente:(COPEXTEL, 2019)

Equipo	Capacidad en (Btu/h)	Precio unitario del equipo en CUC	Precio unitario del equipo en CUP	Precio unitario de Montaje en CUC	Precio unitario de Montaje en CUP
Aire de ventana	12000	312.25	26.55	4.54	13.24
Aire de ventana	18000	487.39	41.44	4.54	13.24
Aire de ventana	24000	564.77	48.02	4.54	13.24
Split de pared	18000	394.32	68.41	14.89	46.10

Tabla 3.5: Propuesta de la inversión por local

Oficinas	EQUIPOS	CANtIDAD	Capacidad en (Btu/h)	Precio unitario del equipo en CUC	Precio unitario del equipo en CUP	Precio unitario de Montaje en CUC	Precio unitario de Montaje en CUP
Dirección	(A/V)	1	12000	312.25	26.55	4.54	13.24
Economía y Personal	(A/V)	1	12000	312.25	26.55	4.54	13.24
Informático	(A/V)	1	18000	487.39	41.44	4.54	13.24
Proyecto 1	(A/V)	2	1 de12000 y 1 de 18000	799.64	67.99	9.08	26.48
Reproducción	(A/V)	1	12000	312.25	26.55	4.54	13.24
Archivo	(A/V)	1	12000	312.25	26.55	4.54	13.24
Producción	(A/V)	1	24000	564.77	48.02	4.54	13.24
Proyecto 2	Split	2	18000	788.64	136.82	29.78	92.2
Caja	(A/V)	1	12000	312.25	26.55	4.54	13.24
Topografía	(A/V)	1	12000	312.25	26.55	4.54	13.24

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.6: Presupuesto que la Oficina de IPROYAZ de Cienfuegos necesita para climatizar los locales con equipos de R-410A.

Fuente: Elaboración Propia.

Oficinas	Propuesta CUC	Propuesta CUP
Dirección	316.79	39.79
Economía y Personal	316.79	39.79
Informático	491.93	54.68
Proyecto 1	808.72	94.47
Reproducción	316.79	39.79
Archivo	316.79	39.79
Producción	569.31	61.26
Proyecto 2	818.42	229.02
Caja	316.79	39.79
Topografía	316.79	39.79
Total	4589.12	678.17

Como se puede apreciar en la tabla 3.6 el presupuesto que la Oficina de IPROYAZ de Cienfuegos necesita para climatizar los locales posee un monto total de 4589.12 CUC y 678.17 CUP.

Conclusiones parciales del Capítulo 3:

1. Se aplicó la metodología de cálculo de cargas térmicas basada en el Software HAP de Carrier a la Oficina Provincial de Ingeniería y Proyecto Azucarero (IPROYAZ) de Cienfuegos y se obtuvo la capacidad de refrigeración de cada local.
2. Los sistemas propuestos a instalar son unidades climatizadoras de tipo ventana y Split que reúnen las condiciones que se exigen para estas aplicaciones tanto del punto de vista técnico como ambiental, y que se comercializan por las principales entidades nacionales.
3. El costo económico de la propuesta de climatización de IPROYAZ asciende desde la etapa de inversión hasta el montaje final de los equipos a 4589.12 CUC y 678.17 CUP

Conclusiones generales.

1. Se determinaron las cargas térmicas de cada uno de los locales que componen la Oficina Provincial de Ingeniería y Proyecto Azucarero (IPROYAZ) de Cienfuegos a partir del uso de la simulación térmica en el programa HAP de Carrier en condiciones reales lo cual permitió seleccionar el equipamiento de climatización necesario para satisfacer las condiciones de confort.
2. Se seleccionó a partir de los resultados del cálculo de cargas térmicas el equipamiento adecuado a instalar por cada local en IPROYAZ sugiriéndose unidades del tipo ventana y Split de gran disponibilidad en el mercado, y una elevada eficiencia energética con refrigerante ecológico R-410 A.
3. La evaluación económica de la propuesta del equipamiento de climatización seleccionado para instalar en las oficinas de IPROYAZ de Cienfuegos asciende a un monto total de 4589.12 CUC y 678.17 CUP, y puede ser ejecutada por la empresa COPEXTEL S.A.

Recomendaciones:

1. Analizar cada uno de los locales por otros métodos de cálculos de cargas térmicas como el TRANSYS u otro programa, para tener otro criterio de los resultados presentados en el estudio.
2. Realizar un análisis económico de factibilidad con el objetivo de conocer la rentabilidad de esta propuesta de montaje.

Bibliografía

Bibliografía

Alfageme, A. S. (2013). *Climatización y ventilación de un edificio de oficinas en Bilbao Madrid: Universidad Pontificia, Comillas Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI) .*

Álvarez-Nuevo, P. M. (2015). *Climatización de una oficina: Cálculo mediante Herramienta Software.* Universidad Varlos III de Madrid, Ingeniería Técnica Industrial: Mecanica., Madrid.

ASHARE. (1997). *Fundamentals Handbook.* Atlanta, Georgia.

Carrier. (2009). *Manual de aire acondicionado.* New York: Marcombo Ediciones Técnicas.

Cofrico. (26 de julio de 2018). *Climatización de Edificios de Oficinas para eficiencia energética.* Recuperado el 29 de marzo de 2019, de Climatización de Edificios de Oficinas para eficiencia energética.: https://www.cofrico.com/procesos-industriales/climatizacion-de-edificios-de-oficinas/

Colocho-Lopez, N., Guzman-Alvarez, M., & Daza-Gimenez, P. (2011). *Manual Básico de Sistemas de Aire Acondicionado y Extracción Macánica de uso común en Arquitectura.* Antiguo Cuscatlan: Universidad DR José Matías Delgado.

Conceptos Básicos para Climatización. (2019). Recuperado el 15 de abril de 2019, de Conceptos Básicos para Climatización: http://descargas.pntic.mec.es/mentor/visitas/Climatizacion_Aire_Acondicionado.pdf

COPEXTEL, C. (2019). *Lista Oficial de Precios.* Cienfuegos.

Eficiencia energética de aires acondicionados. (2014). Obtenido de http://www.climadesign.com.ar/novedades/eficiencia-energetica.php

Eficiencia energética de aires acondicionados. (2014). Recuperado el 24 de 5 de 2019, de Eficiencia energética de aires acondicionados: http://www.climadesign.com.ar/novedades/eficiencia-energetica.php.

GALANZ. (2015). *GALANZ Aire Acondicionado.* Colección México.

Gomis, P. S. (2015). *Climatización de un auditorio en Salamanca., Escuela técnica superior de ingeniería (ICAI). Madrid.* Obtenido de Climatización de un auditorio en Salamanca., Escuela técnica superior de ingeniería (ICAI). Madrid:

https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/2954/PFC000400.pdf?sequence=1&isAll

Google Earth. (2019). Recuperado el 3 de Mayo de 2019, de Google Earth.

IPROYAZ. (16 de Nobiembre de 2015). *Instituto de Proyectos Azucareros*. Recuperado el 12 de Mayo de 2019, de Instituto de Proyectos Azucareros: https://www.ecured.cu/Instituto_de_Proyectos_Azucareros

Jara, P. (2016). *Confort térmico, su importancia para el diseño arquitectónico y la calidad ambiental del espacio.* A+ C .

La revolucion Energética. Resultados y Perspectivas. (2008). M.d.l.I Básica.

Lluis-Fumado, J. (3 de diciembre de 2017). *Sistemas de climatización clasificación 1.* Recuperado el 15 de abril de 2019, de Sistemas de climatización clasificación 1: http://www.arquitectosdecadiz.com/wp-content/uploads/2017/12/3.a.3.sistemas_de_climatizacion_-_clasificacion.pdf

López-López, J. (2015). *Diseño y cálculo de la climatización de una vivienda unifamiliar mediante energía geotérmica.* Linares.

Miller. (2014). *Catalogo de Producto.* Miami: NORDYNE INTERNATIONAL.

RITE. (1998). *In M. d. l. presidencia.* España: Unión Europea.

Riviera, L. B. (2017). *Estudio de un sistema de refrigeración con aprovechamiento solary calor residual en el sector pesquero.* Revista Científica Investigación Andina.

Rodríguez-Acosta, I. G. (2017). *Determinación de las cargas térmicas en la empresa COPEXTEL Cienfuegos.* Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos. Cuba.

Segués-Casals, R. (2014). *Control de la Climatización de un edificio de oficinas en Lleida.* Lleida: Universitat Rovira I Virgili.

Sistemas de climatización. (s.f.). Recuperado el 17 de abril de 2019, de Sistemas de climatización: https://docplayer.es/7703482-Sistemas-de-climatizacion.html

Solís, D. (2008). *Efecto de la orientación de una vivienda económica en el confort y consumo eléctrico por climatización: Clima cálido-seco. Av energ renov medio ambiente.*

Structuralia. (2012). *Simulación Energetica de Edificios, Curso on Line.* Structuralia.

SURREY. (2010). *Equipos de aire acondicionado de ventana (con control remoto).* SURREY.

Tamayo, A. (2015). *Análisis del sistema de climatización en la oficina de desarrollo de la empresa DATYS. Habana., (Tesis de Maestría)* Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos. Cuba.

Valencia, U. P. (2014). *Reforma de la Instalación de Climatización del Edificio 6C de la Universidad Politécnica de Valencia .* Valencia : VALNU Servicios de Ingeniería.

Vizcaíno-Morejón, A. (2011). *Dimensionado del sistema de climatización en la BTG de la CTE "Carlos Manuel de Céspedes" en Cienfuegos, atendiendo a las condiciones de trabajo.*Univesidad de Cienfuegos. Cienfuegos. Cuba.

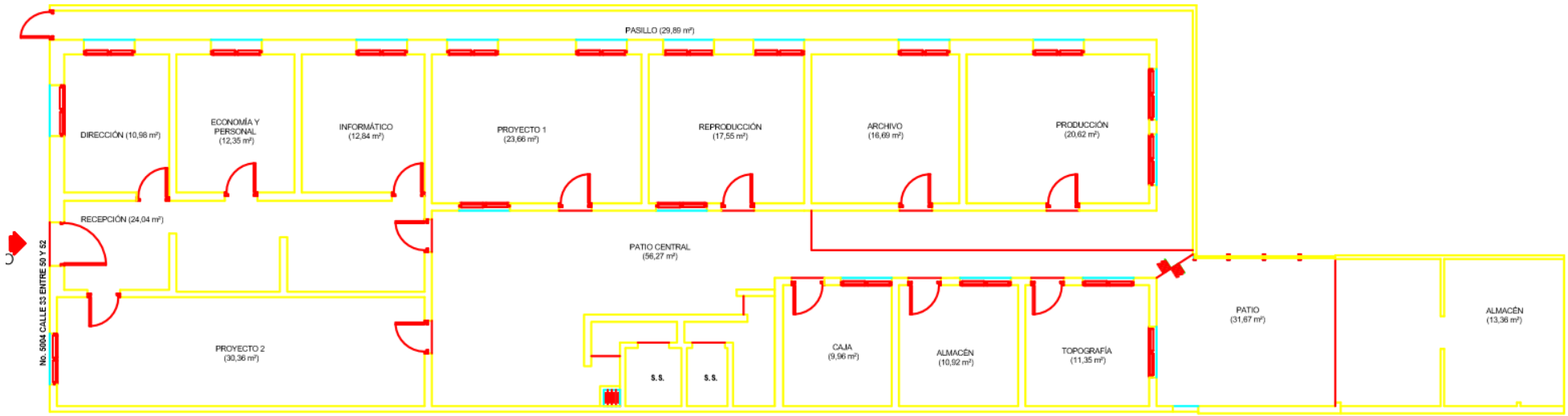
White-westinghouse. (2016). *Manual de Instrucciones Acondicionador de aire Split.*

Anexos

Anexos:

Anexo # 1: Croquis general de la Empresa.

Fuente: Oficina Provincial de la Empresa de Ingeniería y Proyecto Azucarero (Iproyaz) de Cienfuegos



Anexo # 2: Características constructivas de loslocales, parámetros auxiliares y materiales de su construcción.

Fuente: Elaboración Propia.

Economía y Personal:

Anexo # 2.1: Características constructivas de la Dirección y sus parámetros auxiliares.

Dirección:							
Dimensiones De las Paredes. (metros)		**Orientación Solar**	**Ventanas o Puertas**				**Estruc.**
Espesor	**Área**		**Ventanas**		**Puertas**		
			#	**Dim.**	**#**	**Dim.**	
0.40	2.50 x 2.98	N	1	1.2 X 1.4	_	_	Muro Exterior
0.23	2.50 x 2.98	S	_	_	1	0.9 X 2.1	Muro Interior
0.40	2.50 x 3.8	E	_	_	_	_	Muro Interior
0.20	2.50 x 3.8	O	1	1.2 X 1.4	_	_	Muro Exterior

Parámetros Auxiliares:	
Ocupación Máxima	2
Luces	2 de 40 Watt (80Watt)
Equipos	
Computadora	350 Watt

Dimensiones (metros)		Orientación Solar	Ventanas o Puertas				Estruc.
Espesor	Área		Ventanas		Puertas		
			#	Dim.	#	Dim.	
0.40	2.50 x 3.25	N	1	1.2 X 1.4	_	_	Muro Exterior
0.23	2.50 x 3.25	S	_	_	1	0.9 X 2.1	Muro Interior
0.20	2.50 x 3.8	E	_	_	_	_	Muro Interior
0.20	2.50 x 3.8	O	_	_	_	_	Muro Interior

Parámetros Auxiliares:	
Ocupación Máxima	2
Luces	2 de 40 Watt (80Watt)
Equipos	
Computadoras	2 computadoras (700Watt)

Anexo 2.2: Características constructivas de la Oficina deEconomía y Personal y sus parámetros auxiliares.

Anexo 2.3: Características constructivas de la Oficina delInformático y sus parámetros auxiliares

Informático:							
Dimensiones (metros)		**Orientación Solar**	**Ventanas o Puertas**				**Estruc.**
Espesor	**Área**		**Ventanas**		**Puertas**		
			#	**Dim.**	**#**	**Dim.**	
0.40	2.50 x 3.38	N	1	1.2 X 1.4	_	_	Muro Exterior
0.23	2.50 x 3.38	S	_	_	1	0.9 X 2.1	Muro Interior
0.20	2.50 x 3.8	E	_	_	_	_	Muro Interior
0.20	2.50 x 3.8	O	_	_	_	_	Muro Interior
Parámetros Auxiliares:							
Ocupación Máxima			1				
Luces			4 de 40 Watt (160Watt)				
Equipos							
Computadoras			3 Computadoras (1200 Watt)				

Anexo 2.4: Características constructivas de la Oficina de Proyecto1 y sus parámetros auxiliares.

Proyecto 1:							
Dimensiones (metros)		**Orientación Solar**	**Ventanas o Puertas**				**Estruc.**
Espesor	**Área**		**Ventanas**		**Puertas**		
			#	**Dim.**	**#**	**Dim.**	
0.40	2.50 x 5.77	N	2	1.2 X 1.4	_	_	Muro Exterior
0.20	2.50 x 5.77	S	1	1.2 X 1.4	1	0.9 X 2.1	Muro Exterior
0.20	2.50 x 4.1	E	_	_	_	_	Muro Interior
0.20	2.50 x 4.1	O	_	_	_	_	Muro Interior
Parámetros Auxiliares:							
Ocupación Máxima			6				
Luces			8 de 40 Watt (320Watt)				
Equipos							
Computadoras			5 Computadoras (1750 Watt)				

Anexo 2.5: Características constructivas de la Oficina deReproducción y sus parámetros auxiliares.

.Reproducción:							
Dimensiones (metros)		**Orientación Solar**	**Ventanas o Puertas**				**Estruc.**
Espesor	**Área**		**Ventanas**		**Puertas**		
			#	**Dim.**	**#**	**Dim.**	
0.40	2.50 x 4.28	N	2	1.2 X 1.4	_	_	Muro Exterior
0.20	2.50 x 4.28	S	1	1.2 X 1.4	1	0.9 X 2.1	Muro Exterior
0.20	2.50 x 4.1	E	_	_	_	_	Muro Interior
0.20	2.50 x 4.1	O	_	_	_	_	Muro Interior

Parámetros Auxiliares:	
Ocupación Máxima	1
Luces	4 de 40 Watt (160Watt)

Equipos	
Computadoras	1 Computadoras (350 Watt)

Anexo 2.6: Características constructivas de la Oficina deArchivo y sus parámetros auxiliares.

Archivo:							
Dimensiones (metros)		**Orientación Solar**	**Ventanas o Puertas**				**Estruc.**
Espesor	**Área**		**Ventanas**		**Puertas**		
			#	**Dim.**	**#**	**Dim.**	
0.40	2.50 x 4.07	N	2	1.2 X 1.4	_	_	Muro Exterior
0.20	2.50 x 4.07	S	_	_	1	0.9 X 2.1	MuroExterior
0.20	2.50 x 4.1	E	_	_	_	_	Muro Interior
0.20	2.50 x 4.1	O	_	_	_	_	Muro Interior
Parámetros Auxiliares:							
Ocupación Máxima			2				
Luces			4 de 40 Watt (160Watt)				

Anexo 2.7: Características constructivas de la Oficina deProducción y sus parámetros auxiliares.

Producción:							
Dimensiones (metros)		Orientación Solar	Ventanas o Puertas				Estruc.
Espesor	Área		Ventanas		Puertas		
			#	Dim.	#	Dim.	
0.40	2.50 x 5.03	N	1	1.2 X 1.4	_	_	Muro Exterior
0.20	2.50 x 5.03	S	_	_	1	0.9 X 2.1	Muro Exterior
0.20	2.50 x 4.1	E	2	1.2 X 1.4	_	_	Muro Interior
0.20	2.50 x 4.1	O	_	_	_	_	Muro Interior

Parámetros Auxiliares:	
Ocupación Máxima	3
Luces	8 de 40 Watt (320Watt)

Equipos	
Computadoras	3 Computadoras (1350 Watt)
Impresora	1 Impresora (150 Watt)

Anexo 2.8: Características constructivas de la Oficina deProyecto 2 y sus parámetros auxiliares.

Proyecto 2:

Dimensiones (metros)		Orientación Solar	Ventanas o Puertas				Estruc.
Espesor	Área		Ventanas		Puertas		
			#	Dim.	#	Dim.	
0.15	2.50 x 10.12	N	_	_	1	0.9 X 2.1	Muro Interior
0.15	2.50 x 10.12	S	_	_	_	_	Muro Interior
0.20	2.50 x 3	E	_	_	1	0.9 X 2.1	Muro Exterior
0.20	2.50 x 3	O	1	1.2 X 1.4	_	_	Muro Exterior
Parámetros Auxiliares:							
Ocupación Máxima			6				
Luces			8 de 40 Watt (320Watt)				
Equipos							
Computadoras			6 Computadoras (2300 Watt)				

Anexo 2.9: Características constructivas de la Oficina dela Caja y sus parámetros auxiliares.

Caja:			
Dimensiones	Orientación	Ventanas o Puertas	Estruc.

(metros)		Solar					
Espesor	Área		Ventanas		Puertas		
			#	Dim.	#	Dim.	
0.20	2.50 x 2.99	N	1	1.2 X 1.4	1	0.9 X 2.1	Muro Exterior
0.15	2.50 x 2.99	S	_	_	_	_	Muro Interior
0.20	2.50 x 3.33	E	_	_	_	_	Muro Interior
0.23	2.50 x 3.33	O	_	_	_	_	Muro Exterior
Parámetros Auxiliares:							
Ocupación Máxima			1				
Luces			2 de 40 Watt (80 Watt)				
Equipos							
Computadoras			1 Computadoras (350Watt)				

Anexo 2.10: Características constructivas de la Oficina de Topografía y sus parámetros auxiliares.

Topografía:			
Dimensiones (metros)	**Orientación Solar**	**Ventanas o Puertas**	**Estruc.**

Espesor	Área		Ventanas	Puertas	

Espesor de las Paredes (m)	Tipo de material

			#	Dim.	#	Dim.	
0.20	2.50 x 2.99	N	1	1.2 X 1.4	1	0.9 X 2.1	Muro Exterior
0.15	2.50 x 2.99	S	_	_	_	_	Muro Interior
0.20	2.50 x 3.33	E	1	1.2 X 1.4	_	_	Muro Exterior
0.23	2.50 x 3.33	O	_	_	_	_	Muro Interior

Parámetros Auxiliares:	
Ocupación Máxima	1
Luces	4 de 40 Watt (160 Watt)

Equipos

Anexo 2.11: Materiales de construcción de los locales.

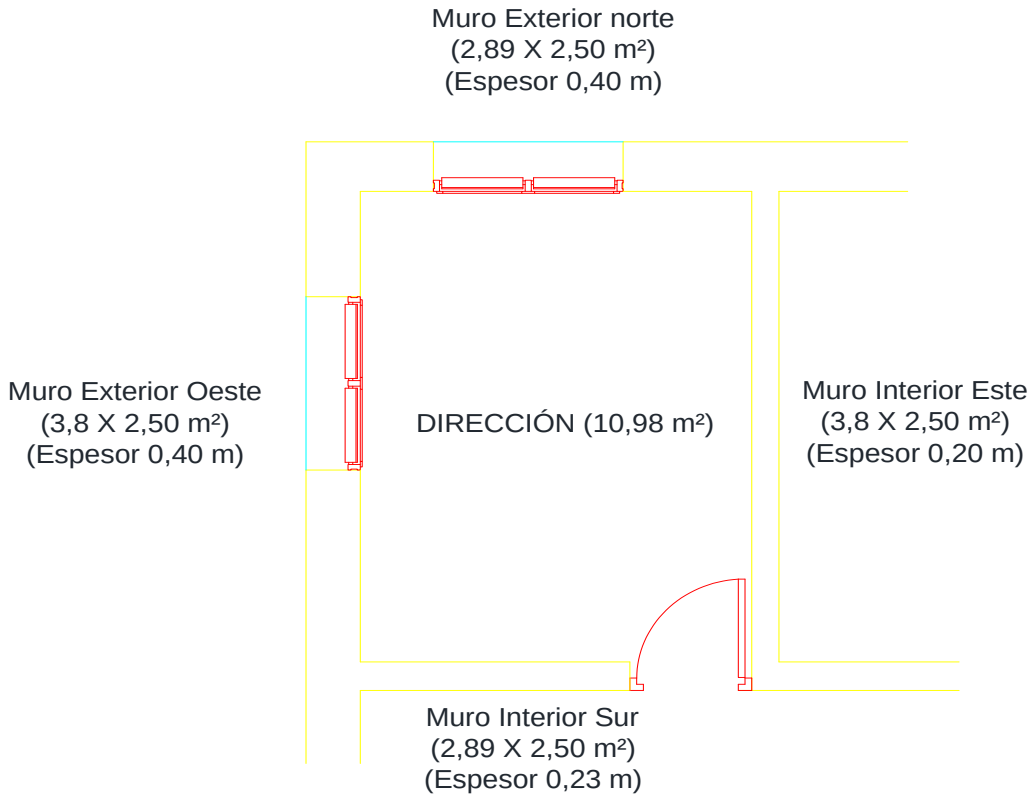
0.15	Bloque de 10cm con revestimiento de 2.5cm por ambos lados.
0.20	Bloque de 15cm con revestimiento de 2.5cm por ambos lados.
0.23	Bloque de 20cm con revestimiento de 1.5cm por ambos lados.
0.40	Ladrillos de 35cm con revestimiento de 2.5cm por ambos lados.

Estructuras	Dimensiones (m)	Tipo de material
Ventanas	1.2 X 1.4	Cristal Transparente con Marco de Aluminio.
Puertas	0.9 X 2.1	Micalum
Techo	0.10	Hormigón

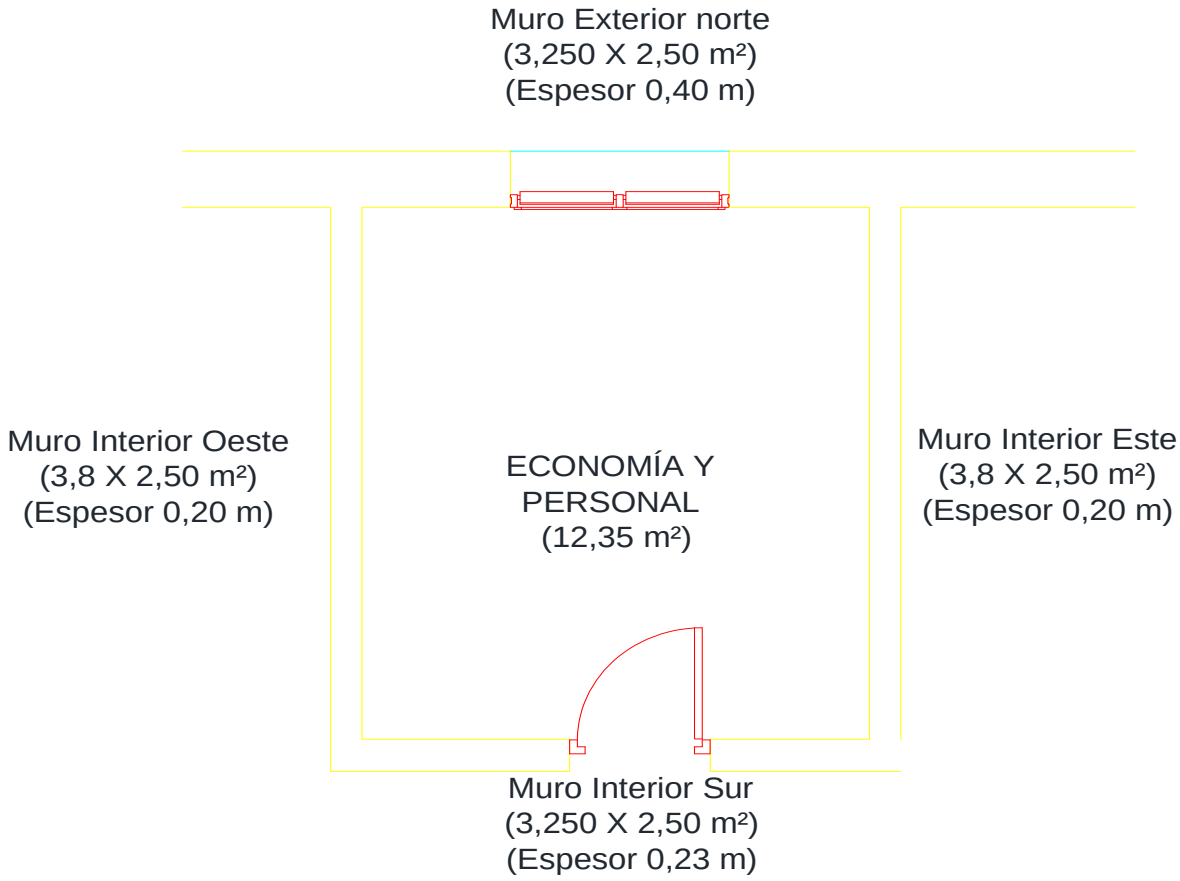
Anexo # 3: Croquis de las Oficinas de forma independiente.

Fuente: Elaboración Propia.

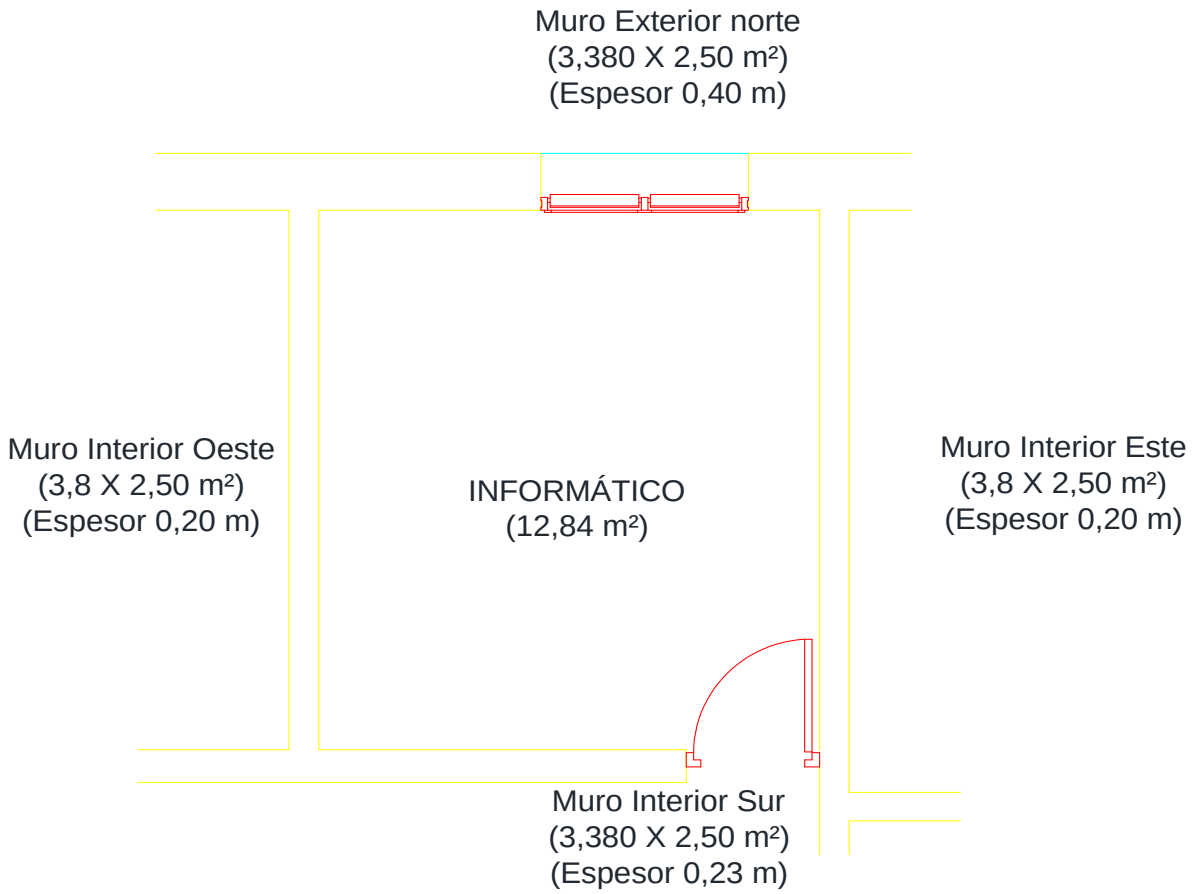
Anexo # 3.1: Croquis de la oficina de Dirección.



Anexo # 3.2: Croquisde la oficina de Economía y Personal.

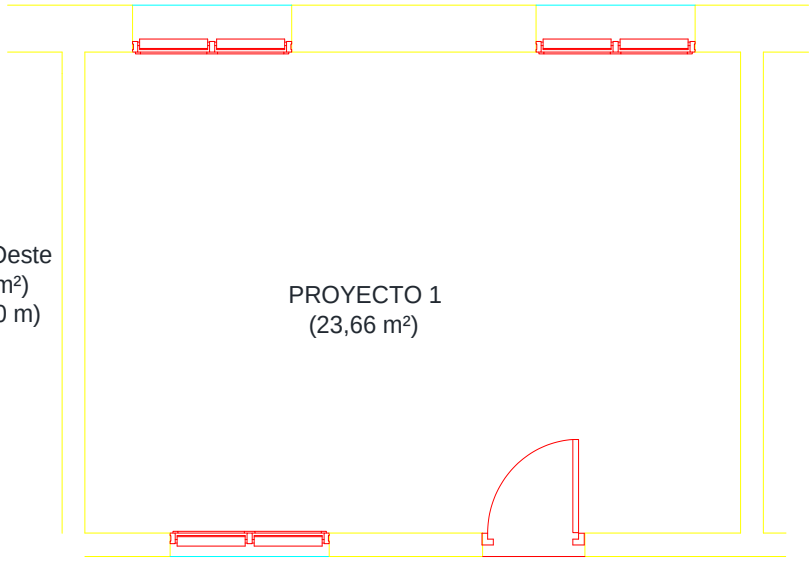


Anexo # 3.3: Croquis de la Oficina del Informático.



Anexo # 3.4: Croquis de la Oficina de Proyecto 1.

Muro Exterior norte
(5,77 X 2,50 m²)
(Espesor 0,40 m)



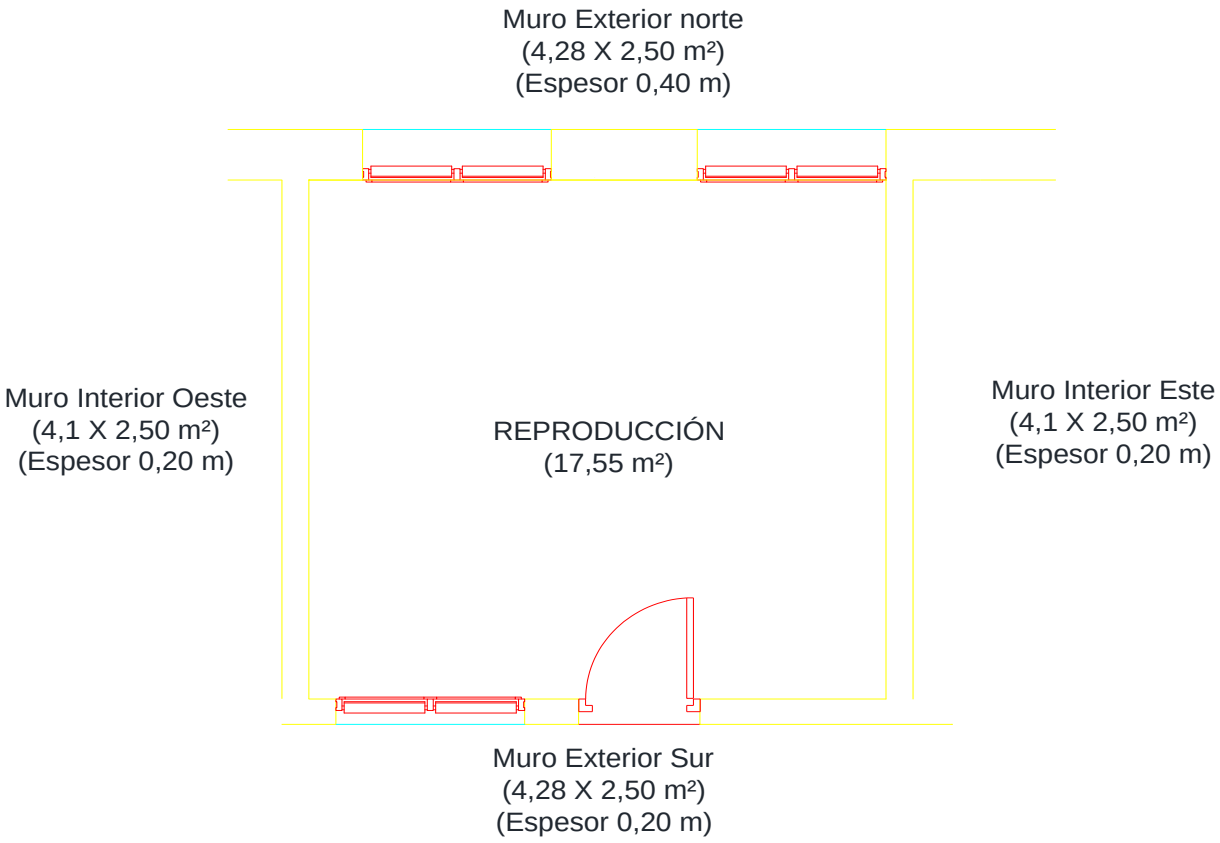
Muro Interior Oeste
(4,1 X 2,50 m²)
(Espesor 0,20 m)

PROYECTO 1
(23,66 m²)

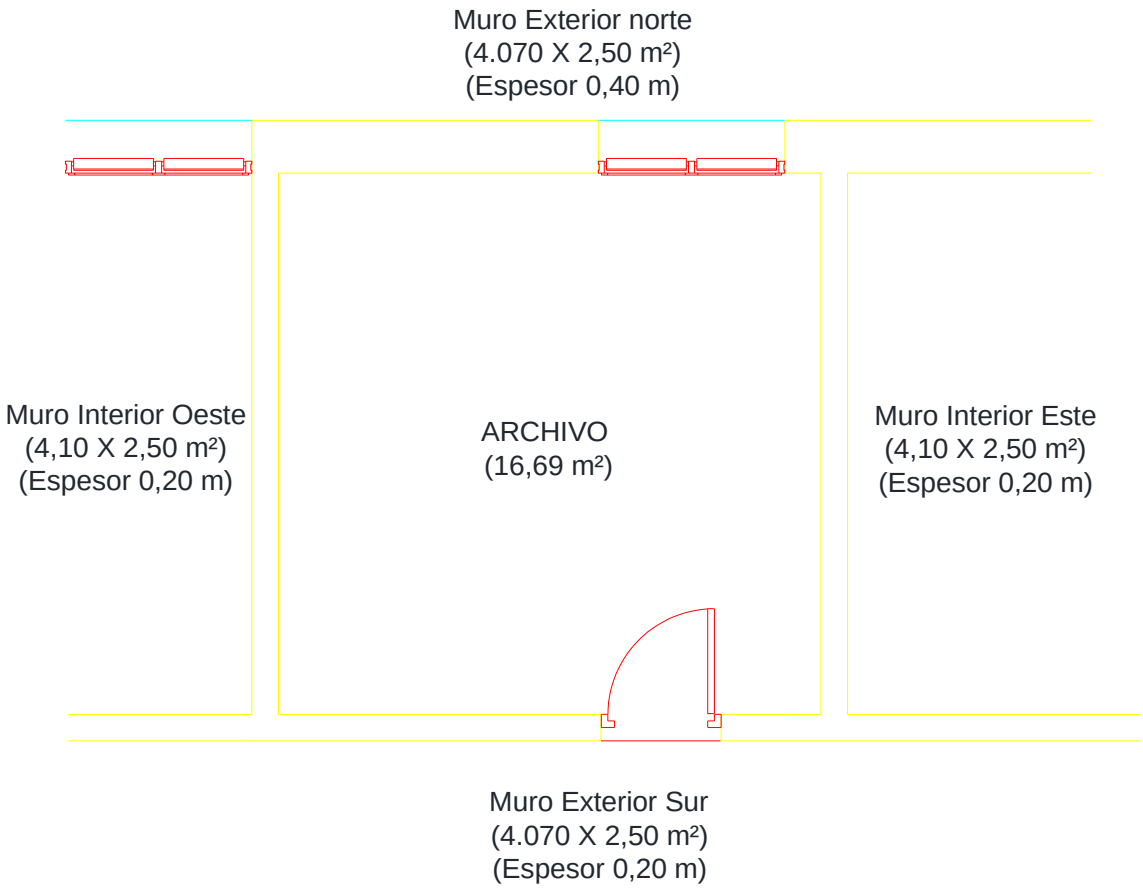
Muro Interior Este
(4,1 X 2,50 m²)
(Espesor 0,20 m)

Muro Exterior Sur
(5,77 X 2,50 m²)
(Espesor 0,20 m)

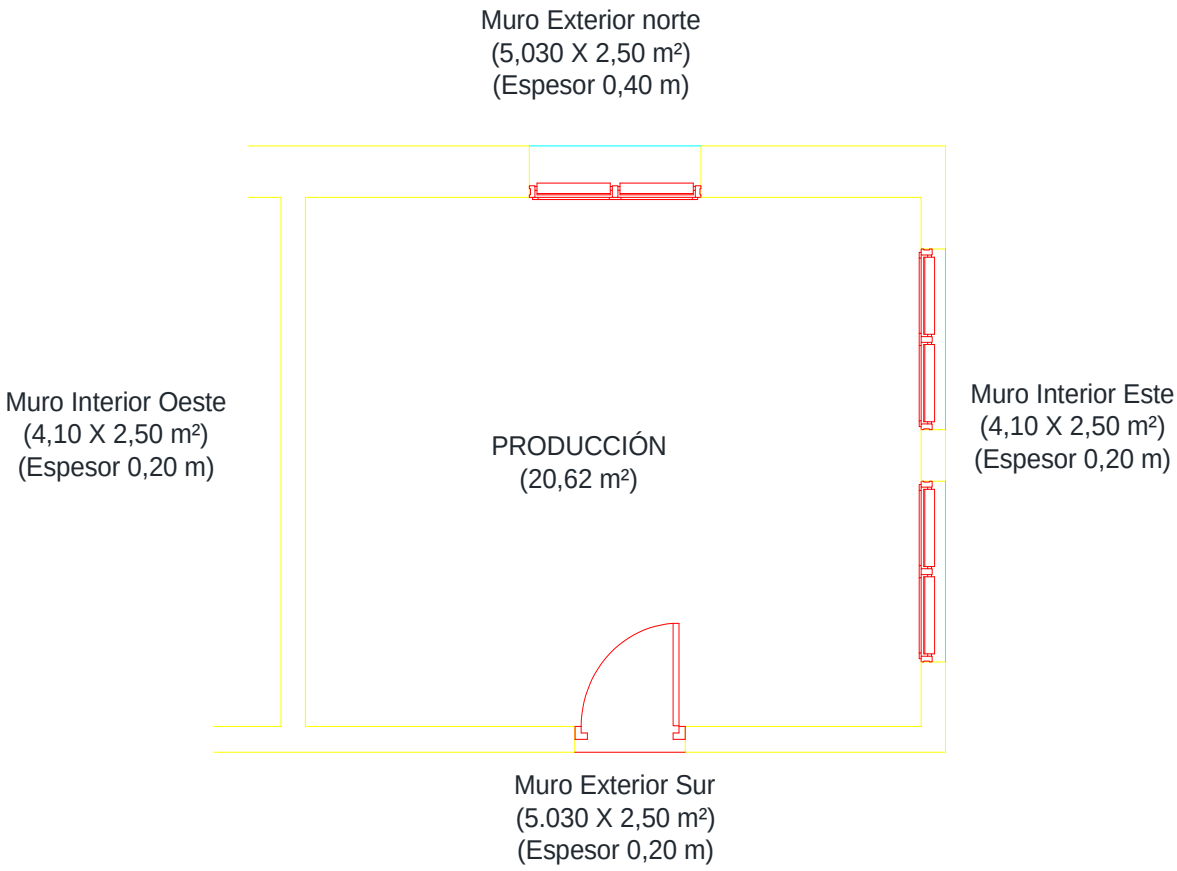
Anexo # 3.5: Croquis de la Oficina de Reproducción.



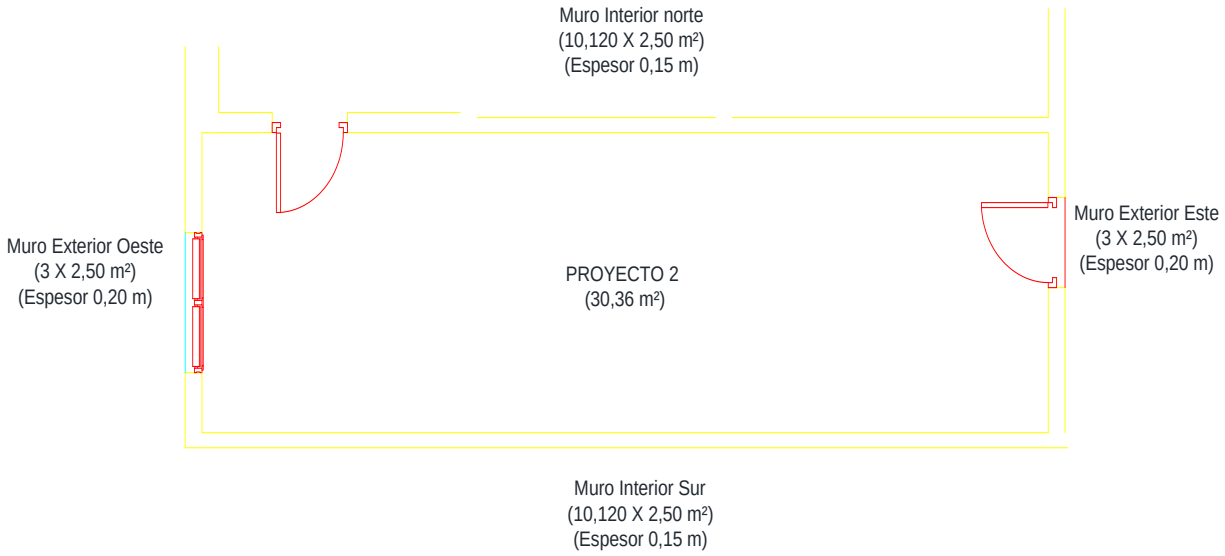
Anexo # 3.6: Croquis de la Oficina de Archivo.



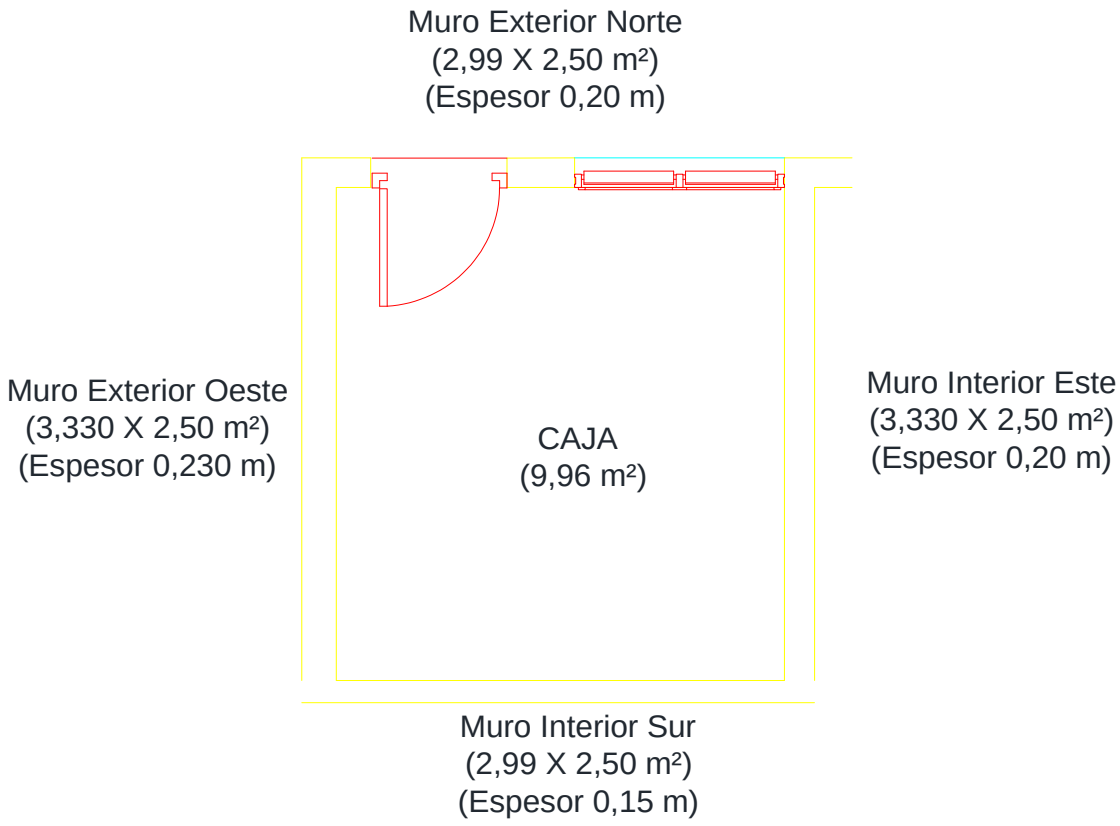
Anexo # 3.7: Croquis de la Oficina de Producción.



Anexo # 3.8: Croquis de la Oficina de Proyecto 2.



Anexo # 3.9: Croquis de la Oficina de la Caja.



Anexo # 3.10: Croquis de la Oficina de Topografía.

Anexo # 4: Resultados del cálculo de cargas térmicas según HAP de Carrier.

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo # 4.1: Resultados del cálculo de cargas térmicas según HAP de Carrier de la oficina de Dirección.

Air System Sizing Summary for Direccion

Project Name: Iproyaz
Prepared by: idear

05-07-2019
12:10

Air System Information

Air System Name	Direccion		Number of zones	1
Equipment Class	SPLT AHU		Floor Area	11,0 m²
Air System Type	SZCAV		Location	Cienfuegos, Cuba

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s	Sum of space airflow rates	Calculation Months	Jan to Dec
Space L/s	Individual peak space loads	Sizing Data	Calculated

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	3,5	kW	Load occurs at	Jul 1600	
Sensible coil load	2,6	kW	OA DB / WB	32,7 / 27,6	°C
Coil L/s at Jul 1600	218	L/s	Entering DB / WB	25,5 / 19,6	°C
Max block L/s	218	L/s	Leaving DB / WB	15,5 / 15,0	°C
Sum of peak zone L/s	218	L/s	Coil ADP	14,4	°C
Sensible heat ratio	0,738		Bypass Factor	0,100	
m²/kW	3,1		Resulting RH	56	%
W/m²	321,9		Design supply temp.	14,4	°C
Water flow @ 5,6 °K rise	N/A		Zone T-stat Check	0 of 1	OK
			Max zone temperature deviation	0,0	°K

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s	218	L/s	Fan motor BHP	0,00	BHP
Standard L/s	218	L/s	Fan motor kW	0,00	kW
Actual max L/(s-m²)	19,82	L/(s-m²)	Fan static	0	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	20	L/s	L/s/person	10,00	L/s/person
L/(s-m²)	1,82	L/(s-m²)			

Anexo # 4.2: Resultados del cálculo de cargas térmicas según HAP de Carrier de la Oficina de Economía y Personal.

.

Air System Sizing Summary for Economia y Personal

Project Name: Iproyaz
Prepared by: idear

05-07-2019
12:10

Air System Information

Air System Name	Economia y Personal		Number of zones	1	
Equipment Class	SPLT AHU		Floor Area	12,4	m²
Air System Type	SZCAV		Location	Cienfuegos, Cuba	

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s	Sum of space airflow rates		Calculation Months	Jan to Dec	
Space L/s	Individual peak space loads		Sizing Data	Calculated	

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	3,8	kW	Load occurs at	Aug 1600	
Sensible coil load	2,8	kW	OA DB / WB	32,7 / 27,6	°C
Coil L/s at Aug 1600	239	L/s	Entering DB / WB	25,3 / 19,4	°C
Max block L/s	239	L/s	Leaving DB / WB	15,4 / 14,8	°C
Sum of peak zone L/s	239	L/s	Coil ADP	14,3	°C
Sensible heat ratio	0,752		Bypass Factor	0,100	
m²/kW	3,3		Resulting RH	56	%
W/m²	305,0		Design supply temp.	14,4	°C
Water flow @ 5,6 °K rise	N/A		Zone T-stat Check	1 of 1	OK
			Max zone temperature deviation	0,0	°K

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s	239	L/s	Fan motor BHP	0,00	BHP
Standard L/s	239	L/s	Fan motor kW	0,00	kW
Actual max L/(s-m²)	19,27	L/(s-m²)	Fan static	0	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	20	L/s	L/s/person	10,00	L/s/person
L/(s-m²)	1,61	L/(s-m²)			

Anexo # 4.3: Resultados del cálculo de cargas térmicas según HAP de Carrier de la Oficina del Informático.

Air System Sizing Summary for Informatica

Project Name: Iproyaz
Prepared by: idear

05-07-2019
12:11

Air System Information

Air System Name	Informatica		Number of zones	1	
Equipment Class	SPLT AHU		Floor Area	12,9	m²
Air System Type	SZCAV		Location	Cienfuegos, Cuba	

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s	Sum of space airflow rates	Calculation Months	Jan to Dec
Space L/s	Individual peak space loads	Sizing Data	Calculated

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	3,9	kW	Load occurs at	Jul 1700	
Sensible coil load	3,3	kW	OA DB / WB	32,0 / 27,5	°C
Coil L/s at Jul 1700	285	L/s	Entering DB / WB	24,8 / 18,5	°C
Max block L/s	285	L/s	Leaving DB / WB	15,1 / 14,5	°C
Sum of peak zone L/s	285	L/s	Coil ADP	14,0	°C
Sensible heat ratio	0,852		Bypass Factor	0,100	
m²/kW	3,3		Resulting RH	54	%
W/m²	304,0		Design supply temp.	14,4	°C
Water flow @ 5,6 °K rise	N/A		Zone T-stat Check	1 of 1	OK
			Max zone temperature deviation	0,0	°K

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s	285	L/s	Fan motor BHP	0,00	BHP
Standard L/s	285	L/s	Fan motor kW	0,00	kW
Actual max L/(s-m²)	22,08	L/(s-m²)	Fan static	0	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	10	L/s	L/s/person	10,00	L/s/person
L/(s-m²)	0,78	L/(s-m²)			

Anexo # 4.4: Resultados del cálculo de cargas térmicas según HAP de Carrier de la Oficina de Proyecto 1.

Air System Sizing Summary for Proyecto 1

Project Name: Iproyaz — 05-07-2019
Prepared by: idear — 12:13

Air System Information

Air System Name	Proyecto 1		Number of zones	1	
Equipment Class	SPLT AHU		Floor Area	23,7	m²
Air System Type	SZCAV		Location	Cienfuegos, Cuba	

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s	Sum of space airflow rates		Calculation Months	Jan to Dec	
Space L/s	Individual peak space loads		Sizing Data	Calculated	

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	8,3	kW	Load occurs at	Jul 1600	
Sensible coil load	5,8	kW	OA DB / WB	32,7 / 27,6	°C
Coil L/s at Jul 1600	469	L/s	Entering DB / WB	25,8 / 19,9	°C
Max block L/s	469	L/s	Leaving DB / WB	15,5 / 14,9	°C
Sum of peak zone L/s	469	L/s	Coil ADP	14,3	°C
Sensible heat ratio	0,706		Bypass Factor	0,100	
m²/kW	2,9		Resulting RH	55	%
W/m²	349,1		Design supply temp.	14,4	°C
Water flow @ 5,6 °K rise	N/A		Zone T-stat Check	0 of 1	OK
			Max zone temperature deviation	0,1	°K

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s	469	L/s	Fan motor BHP	0,00	BHP
Standard L/s	468	L/s	Fan motor kW	0,00	kW
Actual max L/(s-m²)	19,77	L/(s-m²)	Fan static	0	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	60	L/s	L/s/person	10,00	L/s/person
L/(s-m²)	2,53	L/(s-m²)			

Anexo # 4.5: Resultados del cálculo de cargas térmicas según HAP de Carrier de la Oficina de Reproducción.

Air System Sizing Summary for Reproduccion

Project Name: Iproyaz
Prepared by: idear

05-07-2019
12:23

Air System Information

Air System Name	Reproduccion		Number of zones	1	
Equipment Class	SPLT AHU		Floor Area	17,6	m²
Air System Type	SZCAV		Location	Cienfuegos, Cuba	

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s	Sum of space airflow rates		Calculation Months	Jan to Dec	
Space L/s	Individual peak space loads		Sizing Data	Calculated	

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	3,7	kW	Load occurs at	Jul 1600	
Sensible coil load	3,1	kW	OA DB / WB	32,7 / 27,6	°C
Coil L/s at Jul 1600	272	L/s	Entering DB / WB	24,9 / 18,7	°C
Max block L/s	272	L/s	Leaving DB / WB	15,4 / 14,8	°C
Sum of peak zone L/s	272	L/s	Coil ADP	14,3	°C
Sensible heat ratio	0,846		Bypass Factor	0,100	
m²/kW	4,7		Resulting RH	55	%
W/m²	210,9		Design supply temp.	14,4	°C
Water flow @ 5,6 °K rise	N/A		Zone T-stat Check	1 of 1	OK
			Max zone temperature deviation	0,0	°K

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s	272	L/s	Fan motor BHP	0,00	BHP
Standard L/s	272	L/s	Fan motor kW	0,00	kW
Actual max L/(s-m²)	15,46	L/(s-m²)	Fan static	0	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	10	L/s	L/s/person	10,00	L/s/person
L/(s-m²)	0,57	L/(s-m²)			

Anexo # 4.6: Resultados del cálculo de cargas térmicas según HAP de Carrier de la Oficina de Archivo.

Air System Sizing Summary for Archivo

Project Name: Iproyaz
Prepared by: idear

05-07-2019
12:07

Air System Information

Air System Name	**Archivo**		Number of zones	**1**	
Equipment Class	**SPLT AHU**		Floor Area	**16,7**	m²
Air System Type	**SZCAV**		Location	**Cienfuegos, Cuba**	

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s	**Sum of space airflow rates**		Calculation Months	**Jan to Dec**	
Space L/s	**Individual peak space loads**		Sizing Data	**Calculated**	

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	**3,9**	kW	Load occurs at	**Jul 1700**	
Sensible coil load	**2,9**	kW	OA DB / WB	**32,0 / 27,5**	°C
Coil L/s at Jul 1700	**239**	L/s	Entering DB / WB	**25,2 / 19,4**	°C
Max block L/s	**239**	L/s	Leaving DB / WB	**15,2 / 14,7**	°C
Sum of peak zone L/s	**239**	L/s	Coil ADP	**14,1**	°C
Sensible heat ratio	**0,728**		Bypass Factor	**0,100**	
m²/kW	**4,2**		Resulting RH	**56**	%
W/m²	**236,5**		Design supply temp.	**14,4**	°C
Water flow @ 5,6 °K rise	**N/A**		Zone T-stat Check	**1 of 1**	OK
			Max zone temperature deviation	**0,0**	°K

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s	**239**	L/s	Fan motor BHP	**0,00**	BHP
Standard L/s	**238**	L/s	Fan motor kW	**0,00**	kW
Actual max L/(s-m²)	**14,29**	L/(s-m²)	Fan static	**0**	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	**20**	L/s	L/s/person	**10,00**	L/s/person
L/(s-m²)	**1,20**	L/(s-m²)			

Anexo # 4.7: Resultados del cálculo de cargas térmicas según HAP de Carrier de la Oficina de Producción.

Air System Sizing Summary for Produccion

Project Name: Iproyaz
Prepared by: idear

05-07-2019
12:12

Air System Information

Air System Name	Produccion		Number of zones	1	
Equipment Class	SPLT AHU		Floor Area	20,6	m²
Air System Type	SZCAV		Location	Cienfuegos, Cuba	

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s	Sum of space airflow rates		Calculation Months	Jan to Dec	
Space L/s	Individual peak space loads		Sizing Data	Calculated	

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	6,3	kW	Load occurs at	Jul 1600	
Sensible coil load	4,9	kW	OA DB / WB	32,7 / 27,6	°C
Coil L/s at Jul 1600	405	L/s	Entering DB / WB	25,2 / 19,0	°C
Max block L/s	405	L/s	Leaving DB / WB	15,2 / 14,6	°C
Sum of peak zone L/s	405	L/s	Coil ADP	14,0	°C
Sensible heat ratio	0,785		Bypass Factor	0,100	
m²/kW	3,3		Resulting RH	54	%
W/m²	304,0		Design supply temp.	14,4	°C
Water flow @ 5,6 °K rise	N/A		Zone T-stat Check	1 of 1	OK
			Max zone temperature deviation	0,0	°K

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s	405	L/s	Fan motor BHP	0,00	BHP
Standard L/s	405	L/s	Fan motor kW	0,00	kW
Actual max L/(s-m²)	19,68	L/(s-m²)	Fan static	0	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	30	L/s	L/s/person	10,00	L/s/person
L/(s-m²)	1,46	L/(s-m²)			

Anexo # 4.8: Resultados del cálculo de cargas térmicas según HAP de Carrier de la Oficina de Proyecto 2.

Air System Sizing Summary for Proyecto 2

Project Name: Iproyaz
Prepared by: idear

05-07-2019
12:14

Air System Information

Air System Name	Proyecto 2		Number of zones	1	
Equipment Class	SPLT AHU		Floor Area	30,4	m²
Air System Type	SZCAV		Location	Cienfuegos, Cuba	

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s	Sum of space airflow rates	Calculation Months	Jan to Dec
Space L/s	Individual peak space loads	Sizing Data	Calculated

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	10,3	kW	Load occurs at	Aug 1600	
Sensible coil load	7,8	kW	OA DB / WB	32,7 / 27,6	°C
Coil L/s at Aug 1600	648	L/s	Entering DB / WB	25,5 / 19,5	°C
Max block L/s	648	L/s	Leaving DB / WB	15,5 / 15,0	°C
Sum of peak zone L/s	648	L/s	Coil ADP	14,4	°C
Sensible heat ratio	0,761		Bypass Factor	0,100	
m²/kW	3,0		Resulting RH	55	%
W/m²	337,2		Design supply temp.	14,4	°C
Water flow @ 5,6 °K rise	N/A		Zone T-stat Check	0 of 1	OK
			Max zone temperature deviation	0,1	°K

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s	648	L/s	Fan motor BHP	0,00	BHP
Standard L/s	648	L/s	Fan motor kW	0,00	kW
Actual max L/(s-m²)	21,33	L/(s-m²)	Fan static	0	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	60	L/s	L/s/person	10,00	L/s/person
L/(s-m²)	1,97	L/(s-m²)			

Anexo # 4.9: Resultados del cálculo de cargas térmicas según HAP de Carrier de la Oficina de Caja.

Air System Sizing Summary for Caja

Project Name: Iproyaz
Prepared by: idear

05-07-2019
12:09

Air System Information

Air System Name	Caja		Number of zones	1	
Equipment Class	SPLT AHU		Floor Area	10,0	m²
Air System Type	SZCAV		Location	Cienfuegos, Cuba	

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s	Sum of space airflow rates		Calculation Months	Jan to Dec	
Space L/s	Individual peak space loads		Sizing Data	Calculated	

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	2,8	kW	Load occurs at	Jul 1700	
Sensible coil load	2,3	kW	OA DB / WB	32,0 / 27,5	°C
Coil L/s at Jul 1700	199	L/s	Entering DB / WB	25,1 / 19,1	°C
Max block L/s	199	L/s	Leaving DB / WB	15,6 / 15,0	°C
Sum of peak zone L/s	199	L/s	Coil ADP	14,5	°C
Sensible heat ratio	0,804		Bypass Factor	0,100	
m²/kW	3,5		Resulting RH	56	%
W/m²	284,7		Design supply temp.	14,4	°C
Water flow @ 5,6 °K rise	N/A		Zone T-stat Check	0 of 1	OK
			Max zone temperature deviation	0,0	°K

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s	199	L/s	Fan motor BHP	0,00	BHP
Standard L/s	199	L/s	Fan motor kW	0,00	kW
Actual max L/(s-m²)	19,92	L/(s-m²)	Fan static	0	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	10	L/s	L/s/person	10,00	L/s/person
L/(s-m²)	1,00	L/(s-m²)			

Anexo # 4.10: Resultados del cálculo de cargas térmicas según HAP de Carrier de la Oficina de Topografía.

Air System Sizing Summary for Topografia

Project Name: Iproyaz
Prepared by: idear

05-07-2019
12:24

Air System Information

Air System Name	Topografia		Number of zones	1	
Equipment Class	SPLT AHU		Floor Area	11,4	m²
Air System Type	SZCAV		Location	Cienfuegos, Cuba	

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s	Sum of space airflow rates		Calculation Months	Jan to Dec	
Space L/s	Individual peak space loads		Sizing Data	Calculated	

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	2,8	kW	Load occurs at	Aug 1600	
Sensible coil load	2,3	kW	OA DB / WB	32,7 / 27,6	°C
Coil L/s at Aug 1600	196	L/s	Entering DB / WB	25,0 / 19,0	°C
Max block L/s	196	L/s	Leaving DB / WB	15,3 / 14,8	°C
Sum of peak zone L/s	196	L/s	Coil ADP	14,3	°C
Sensible heat ratio	0,801		Bypass Factor	0,100	
m²/kW	4,0		Resulting RH	55	%
W/m²	249,8		Design supply temp.	14,4	°C
Water flow @ 5,6 °K rise	N/A		Zone T-stat Check	1 of 1	OK
			Max zone temperature deviation	0,0	°K

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s	196	L/s	Fan motor BHP	0,00	BHP
Standard L/s	196	L/s	Fan motor kW	0,00	kW
Actual max L/(s-m²)	17,19	L/(s-m²)	Fan static	0	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	10	L/s	L/s/person	10,00	L/s/person
L/(s-m²)	0,88	L/(s-m²)			

Anexo # 5: Características de refrigerante R410A.

El gas R-410A que se vende bajo las denominaciones comerciales de Forana 410A, Puron, EcoFlúor R410, Genetron R410A y AZ-20, es una mezcla casi azeotrópica de dos gases HFC o hidrofluorocarbonados: difluorometano (llamado R-32) y pentafluoroetano (llamado R-125), el cual es usado como refrigerante en equipos de aire acondicionado.

- Es un refrigerante de alta seguridad, clasificado por ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-ConditioningEngineers) como A1/A1, es decir, no tóxico y no inflamable aun en caso de fugas.
- Sus aplicaciones principales son en equipos nuevos para aire acondicionado de baja y media potencia ya que están por desarrollar otras, debido a la escasez de materiales frigoríficos adaptados a este refrigerante.
- Los niveles de presión del R410A son mucho más elevados que los habituales en los refrigerantes actuales (8 Bar más que en el caso del gas R22 a 40 Cº). Por tanto, deben utilizarse mangueras, manómetros y material frigorífico adecuados a estas presiones de trabajo.
- Al ser una mezcla, debe cargarse en fase líquida. No obstante, su casi azeotropía, ya que el desplazamiento de temperatura es solo 0,1 Cº, lo hace una mezcla muy estable, pudiendo recargarse de nuevo en fase líquida después de cualquier fuga, sin cambios medibles de composición o rendimiento. Incluso puede usarse en instalaciones inundadas (por gravedad o bombeo) sin problema

Anexo 6: Características del Split a instalar.

Fuente:(GALANZ, 2015)

Model		AUS-12C63R130D4(e2)	AUS-18C63R230G4(e2)	AUS-24C63R330S4(e2)
Capacity				
BTU/h	Cooling	12000	18000	24000
	Heating	/	/	/
Electrical				
Power Supply(V,Hz,Ph)		220-240,60,1	220-240,60,1	220-240,60,1
Rated Input(W)	Cooling	1000	1450	1990
	Heating	/	/	/
Rated Current(A)	Cooling	4.3	6.5	8.6
	Heating	/	/	/
Performance				
SEER		13	13	13
Noise dB(A)	Indoor(Lo/Mid/Hi)	38/40/42	43/46/50	46/49/52
	Outdoor	52	58	60
Air Flow Volume(m³/h)		650	1100	1200
Dehumidifying(l/h)		1.2	2.4	2.5
Dimension & Weight				
Unit Dimension WxHxD(mm)	Indoor	860*292*205	1080*330*220	1250*325*230
	Outdoor	790*540*245	840*680*310	880*790*360
Packing Dimension WxHxD(mm)	Indoor	930*365*280	1180*425*330	1320*415*325
	Outdoor	895*620*355	1010*765*430	1030*890*480
Net Weight(Kg)	Indoor	11	15	17
	Outdoor	30	49	68
Gross Weight(Kg)	Indoor	13	20	21
	Outdoor	34	54	78
Installation & Loading				
External Piping(mm,inch)	Liquid	6.35(1/4")	6.35(1/4")	9.52(3/8")
	Gas	12.7(1/2")	12.7(1/2")	15.88(5/8")
Applicable Area(m²)		10-15	20-42	26-54
20'/40'/40'HQ(set)		98/210/238	60/128/143	43/92/111

Nota: El diseño y características pueden ser modificados en cualquier momento para mejora del producto.

Anexo 7: Características de los aires de ventana a instalar.

Fuente:(Miller, 2014)

NRX SERIES

SPECIFICATIONS:

220/240 Volts - 50 Hz

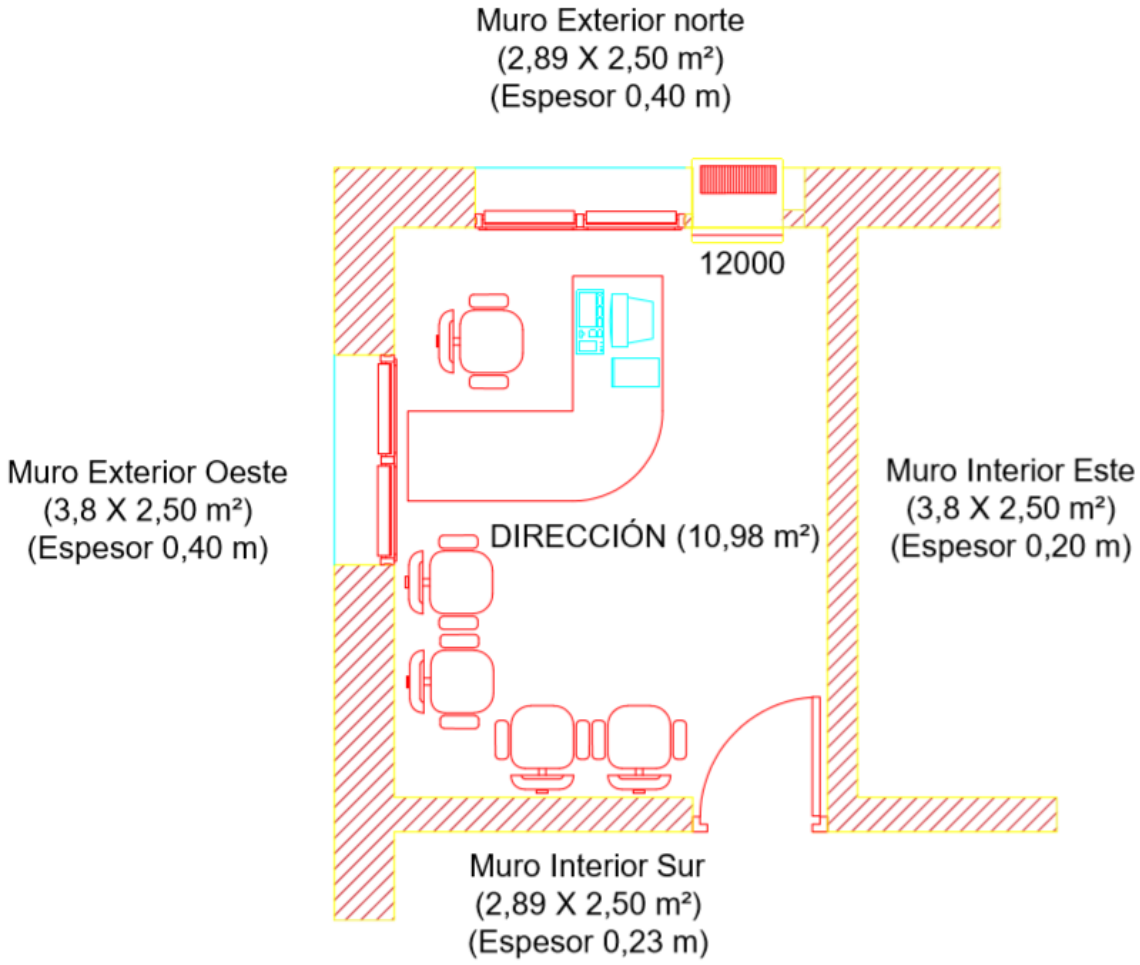
MODEL			NRX1-007E	NRX1-009E	NRX1-012E	NRX1-018E	NRX1-024E
Nominal Capacity		BTU/H	7,000	9,000	10,000	12,000	12,000
Power Supply		V / Ph / Hz			220-240 / 1 /50		
Air Flow		CFM	210	210	315	410	540
Compressor		TYPE			Rotary		
Refrigerant		TYPE			R - 22		
Input Watts (W)		WATT	690	940	1,140	2,050	2,900
Rated Load Amps.		AMPS.	3.2	4.1	5.3	9.4	15.5
Sound Level		dB (A)	43	47	46	51	53
Dimension (Unit)	W x H x D	MM	450x346x535	450x346x535	560x400x650	660x434x650	660x430x770
Weight	NET	LBS.	66	66	104	124	150

115 V / 1 Ph / 60 Hz & 208 / 230 V - 1 Ph - 60 Hz

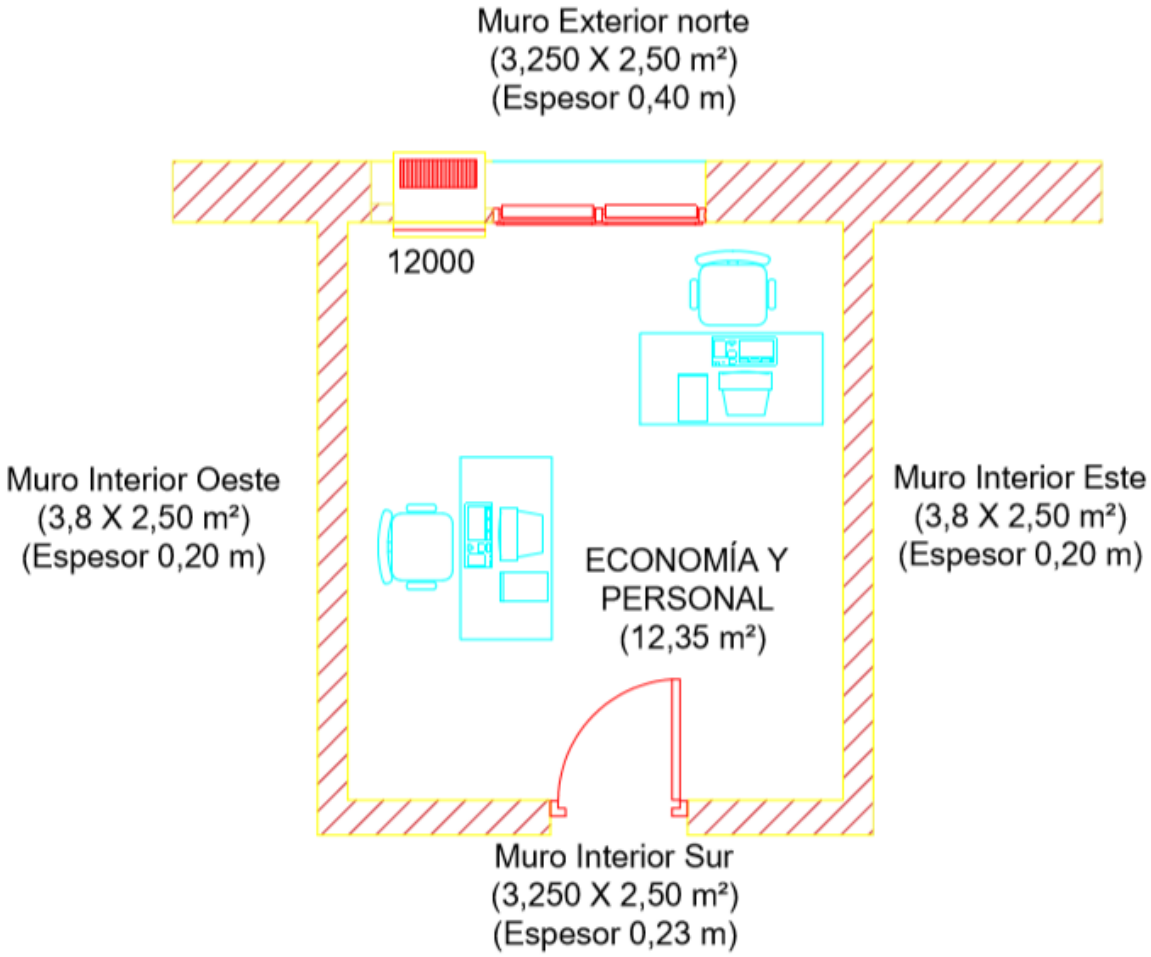
MODEL			NRX1-006A	NRX1-008A	NRX1-010A	NRX1-012A	NRX1-012K	NRX1-018K	NRX1-024K
Nominal Capacity		BTU/H	6,000	8,000	10,000	12,000	12,000	18,000	24,000
Power Supply		V/Ph/Hz		115 / 1 / 60				208-230 / 1 / 60	
Air Flow		CFM	147	225	290	355	330	470	520
Compressor		TYPE				Rotary			
Refrigerant		TYPE				R – 22			
Input Watts (W)		WATT	617	815	950	1220	1210	2100	3300
Rated Load Amps.		AMPS.	5.5	7.2	8.4	10.8	5.5	9.0	15.4
Sound Level		dB (A)	52	52	54	54	52	59	60
Dimension	W x H x D	MM	445x320x400	455x350x520	560x400x650	660x434x650	560x400x650	660x430x770	660x430x770
Weight	NET	LBS.	60	71	106	123	104	154	161

Anexo 8: Croquis del montaje de los equipos en cada una de las oficinas de forma independiente.
Fuente: Elaboración Propia.

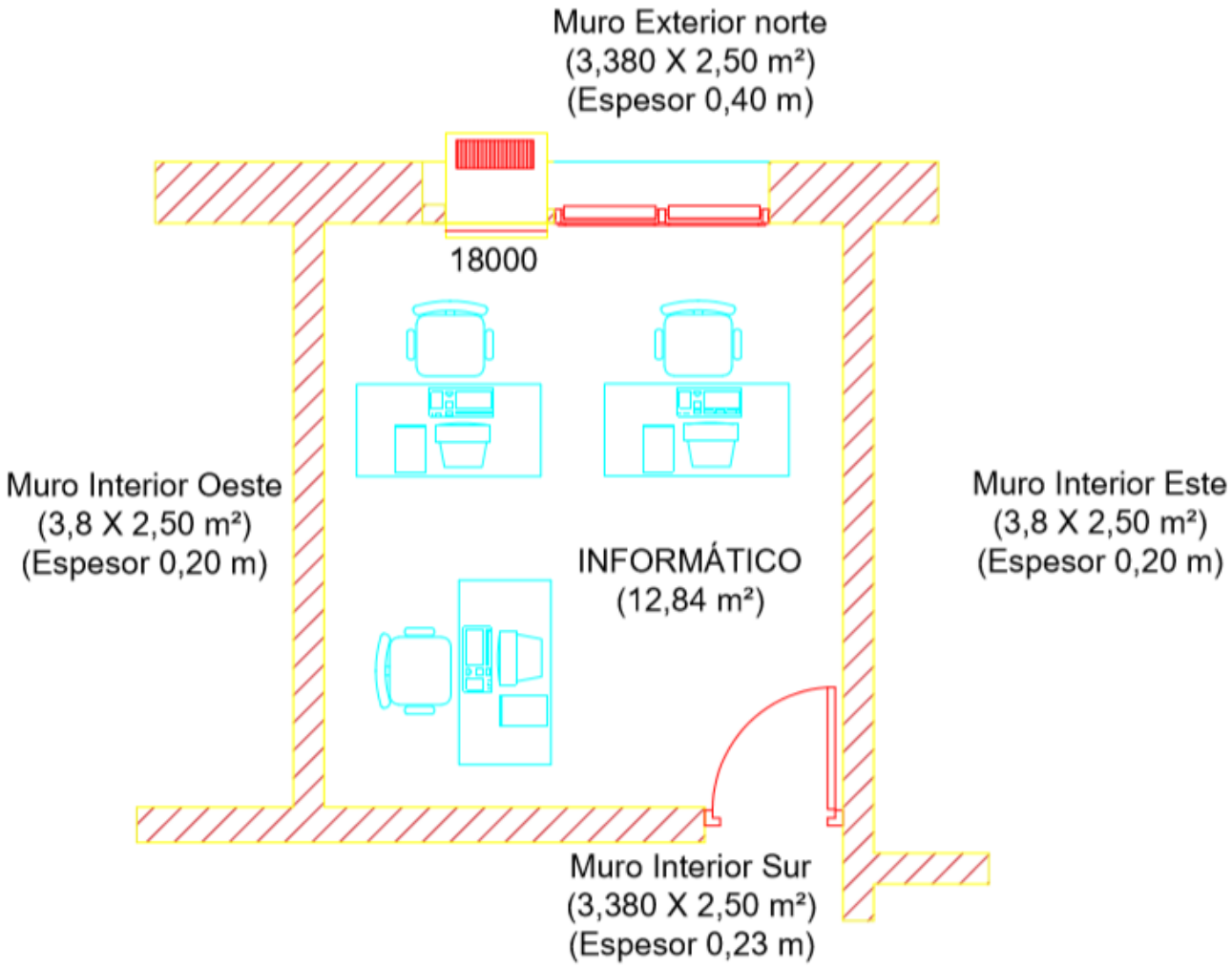
Anexo 8.1: Croquis del montaje de los equipos en la oficina de la Dirección.



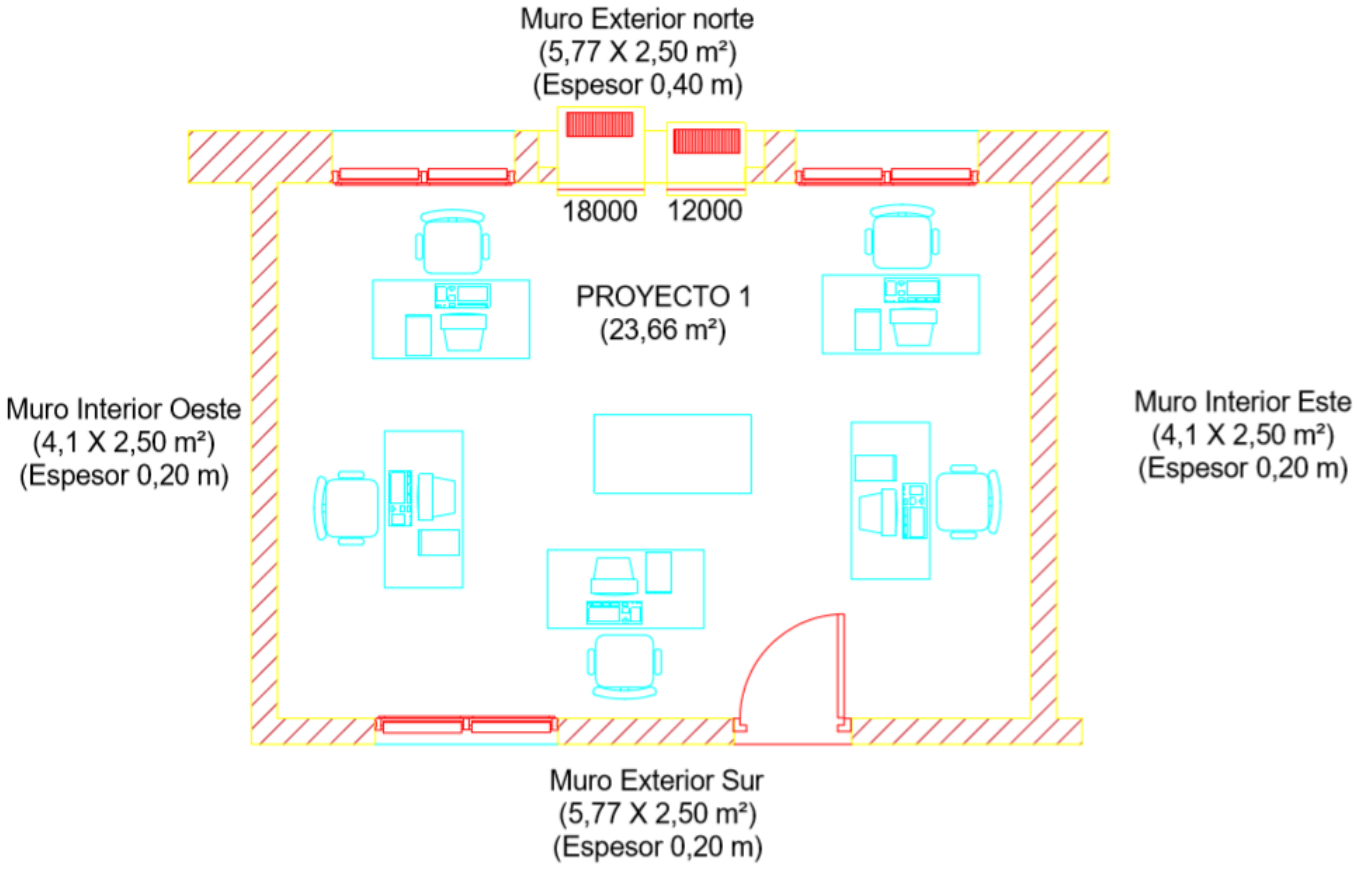
Anexo 8.2: Croquis del montaje de los equipos en la oficina de Economía y Personal.



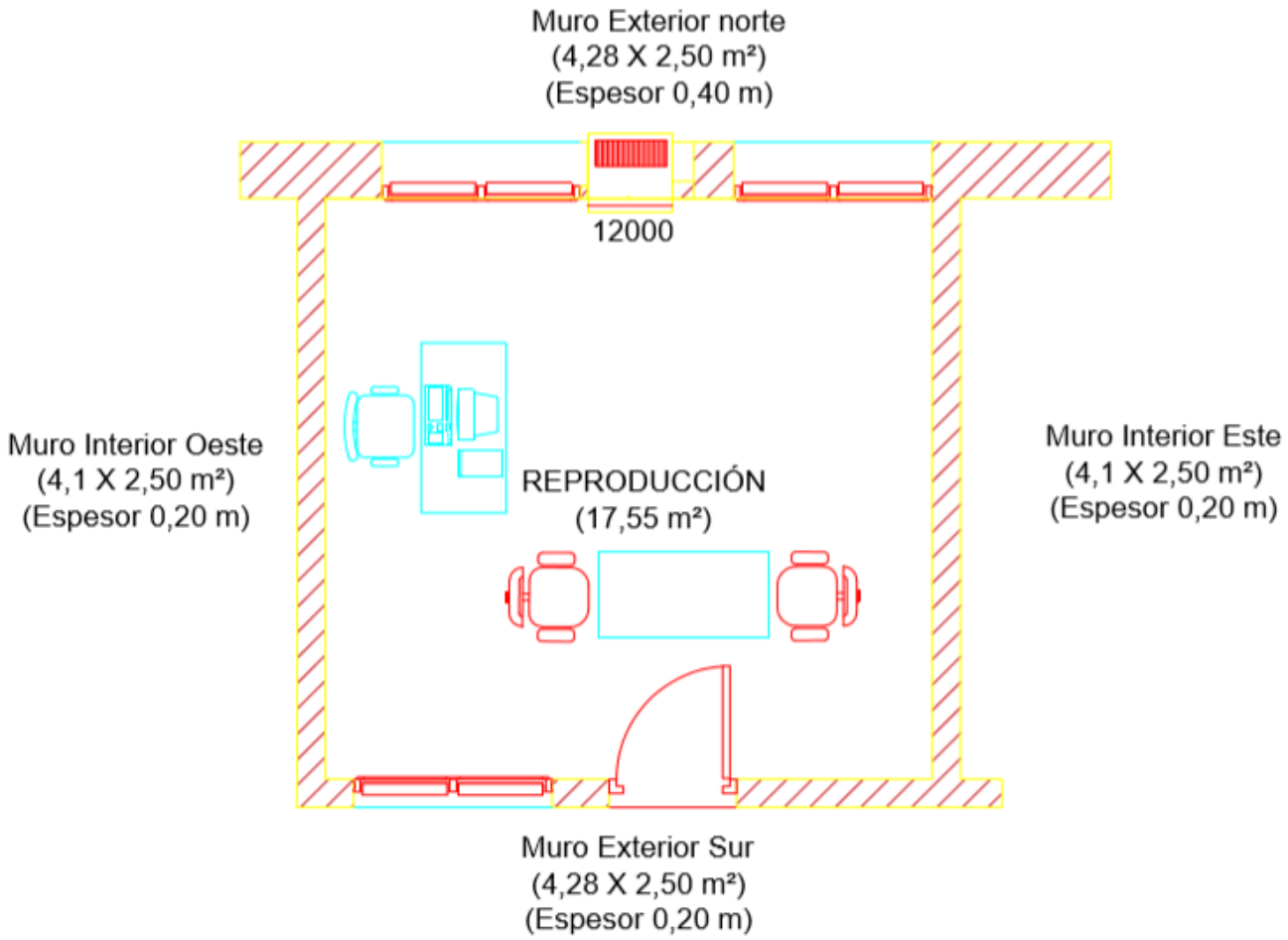
Anexo 8.3: Croquis del montaje de los equipos en la oficina del Informático.



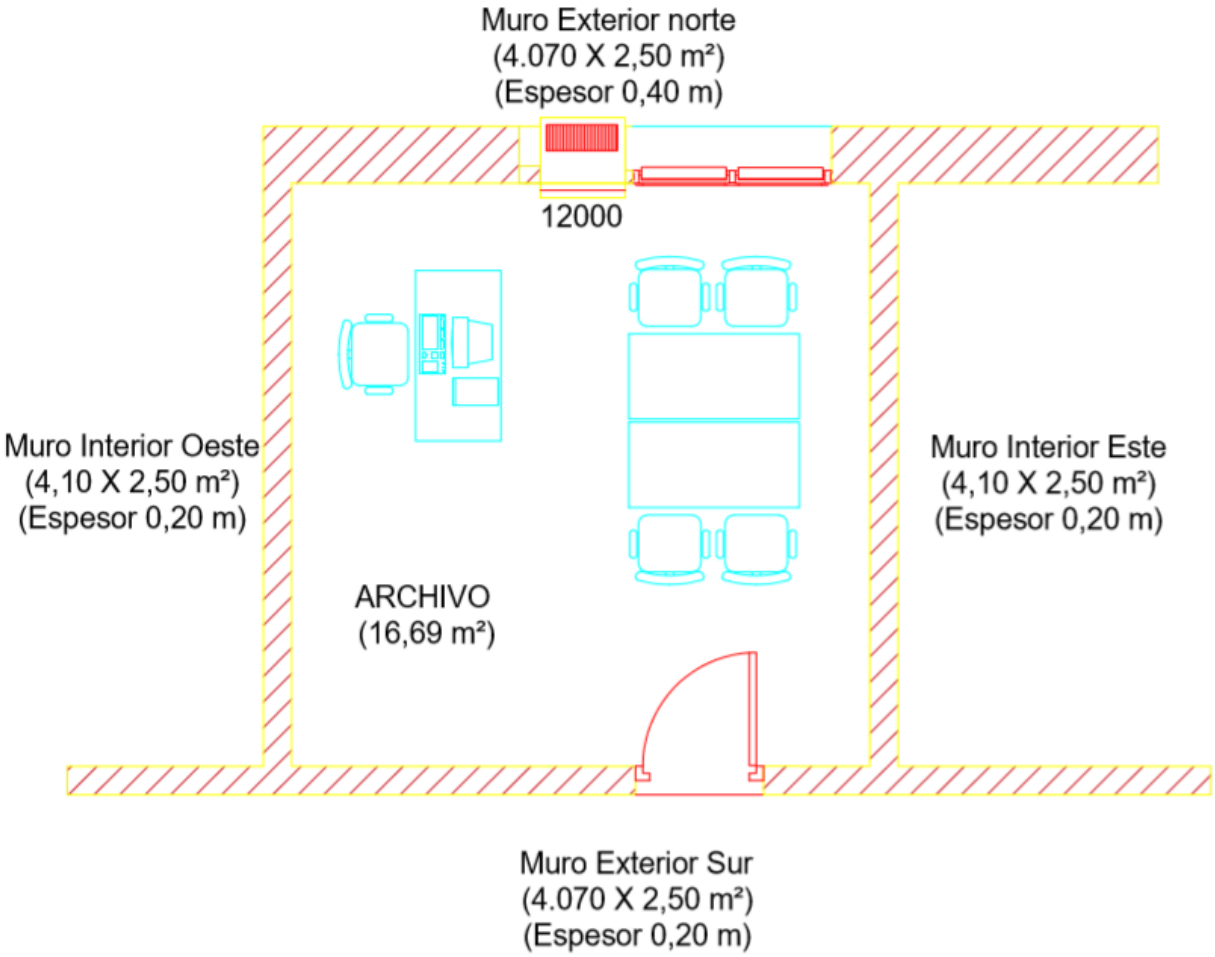
Anexo 8.4: Croquis del montaje de los equipos en la oficina de proyecto 1.



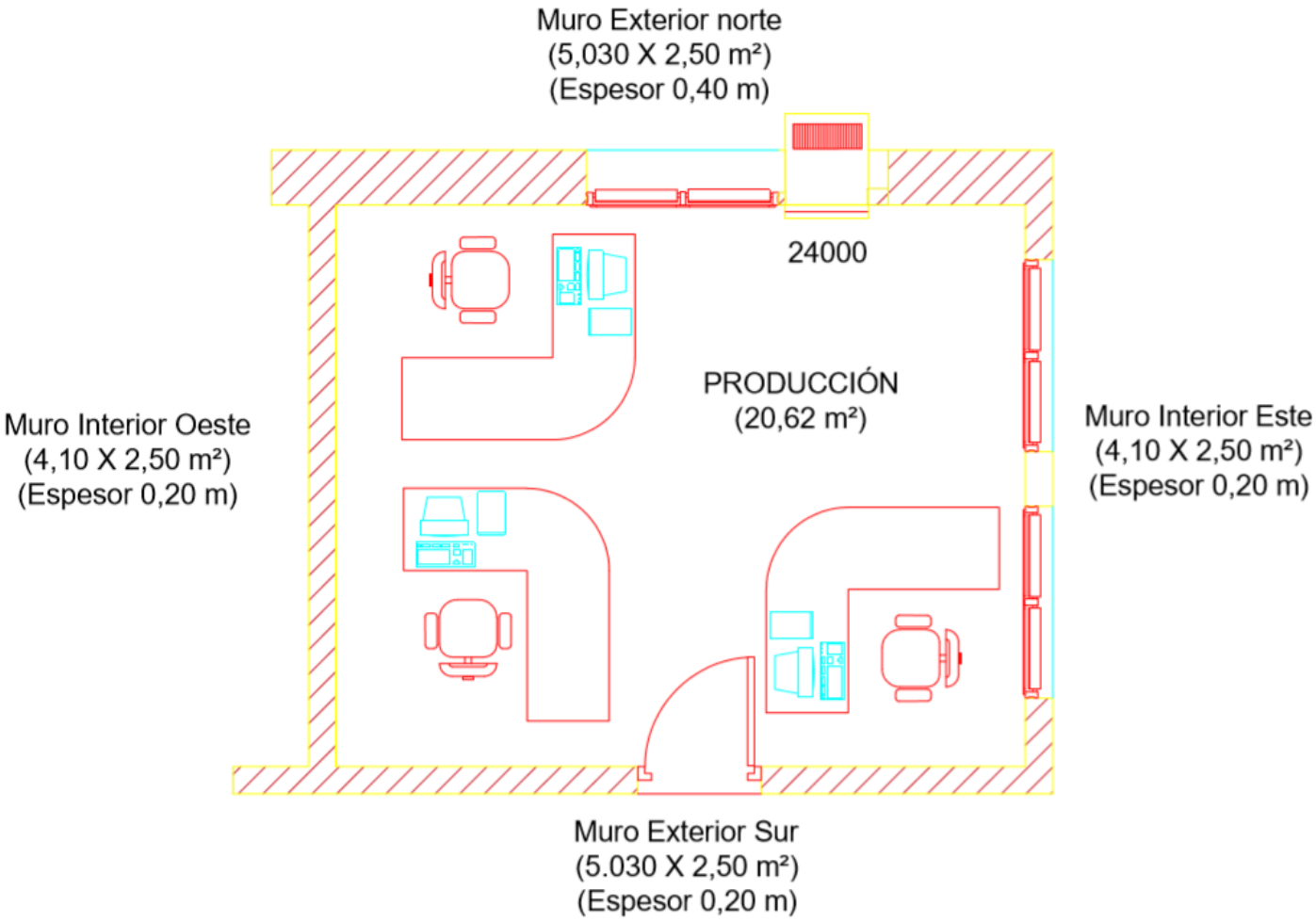
Anexo 8.5: Croquis del montaje de los equipos en la oficina de Reproducción.



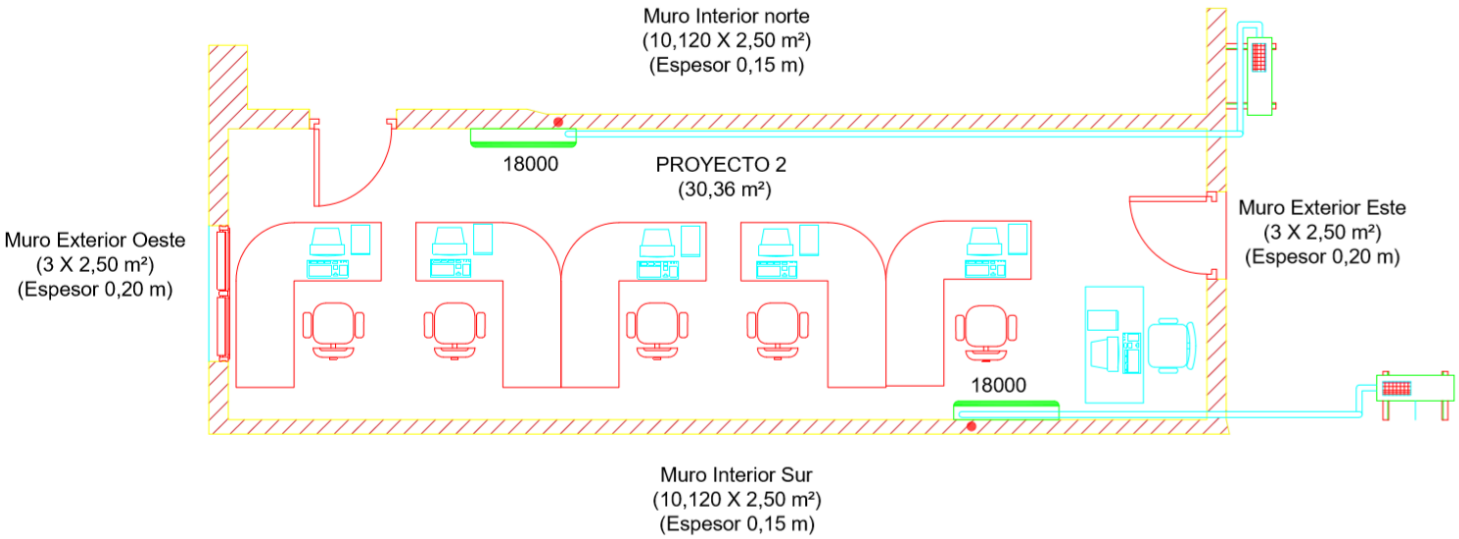
Anexo 8.6: Croquis del montaje de los equipos en la oficina de Archivo.



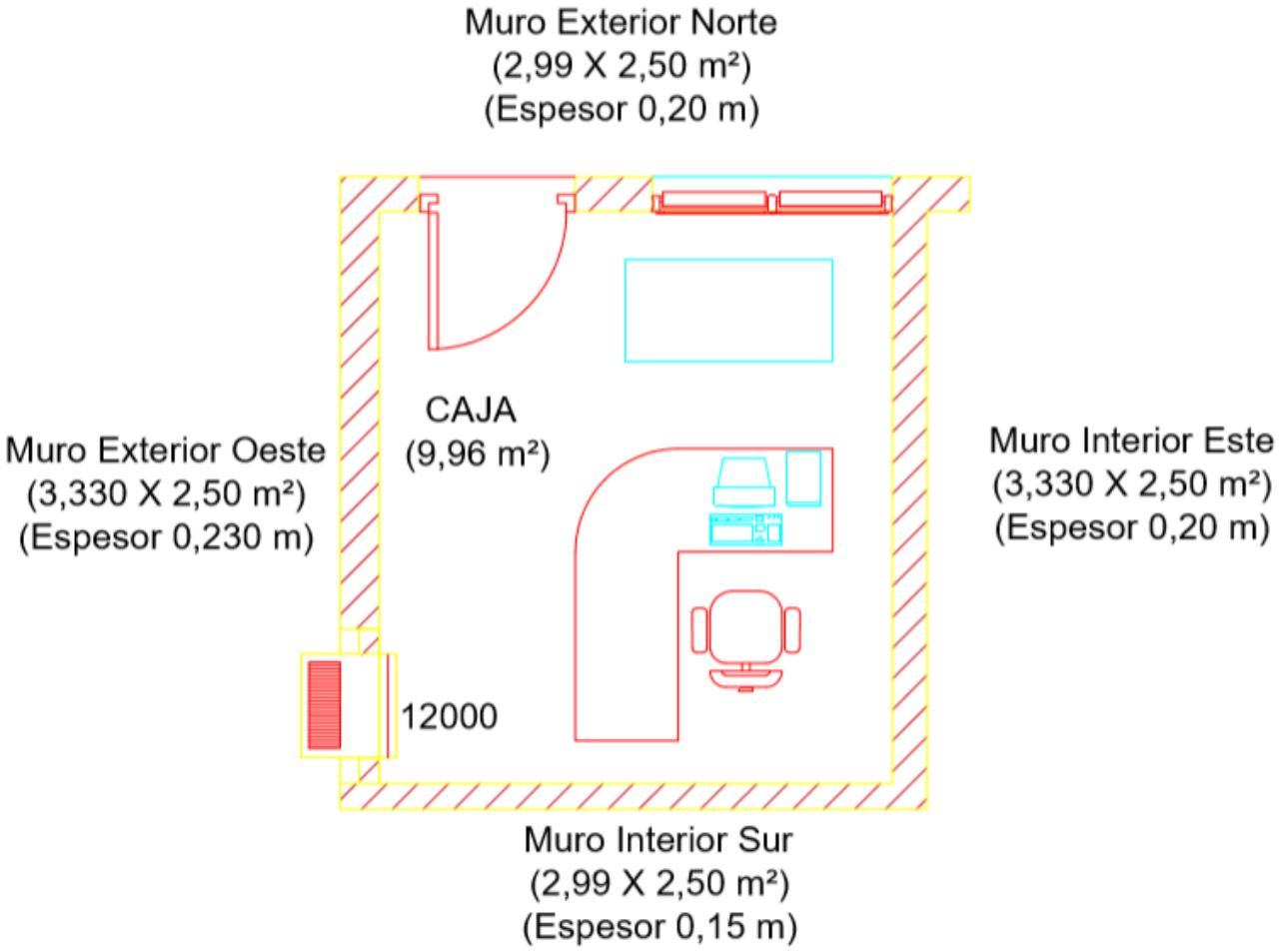
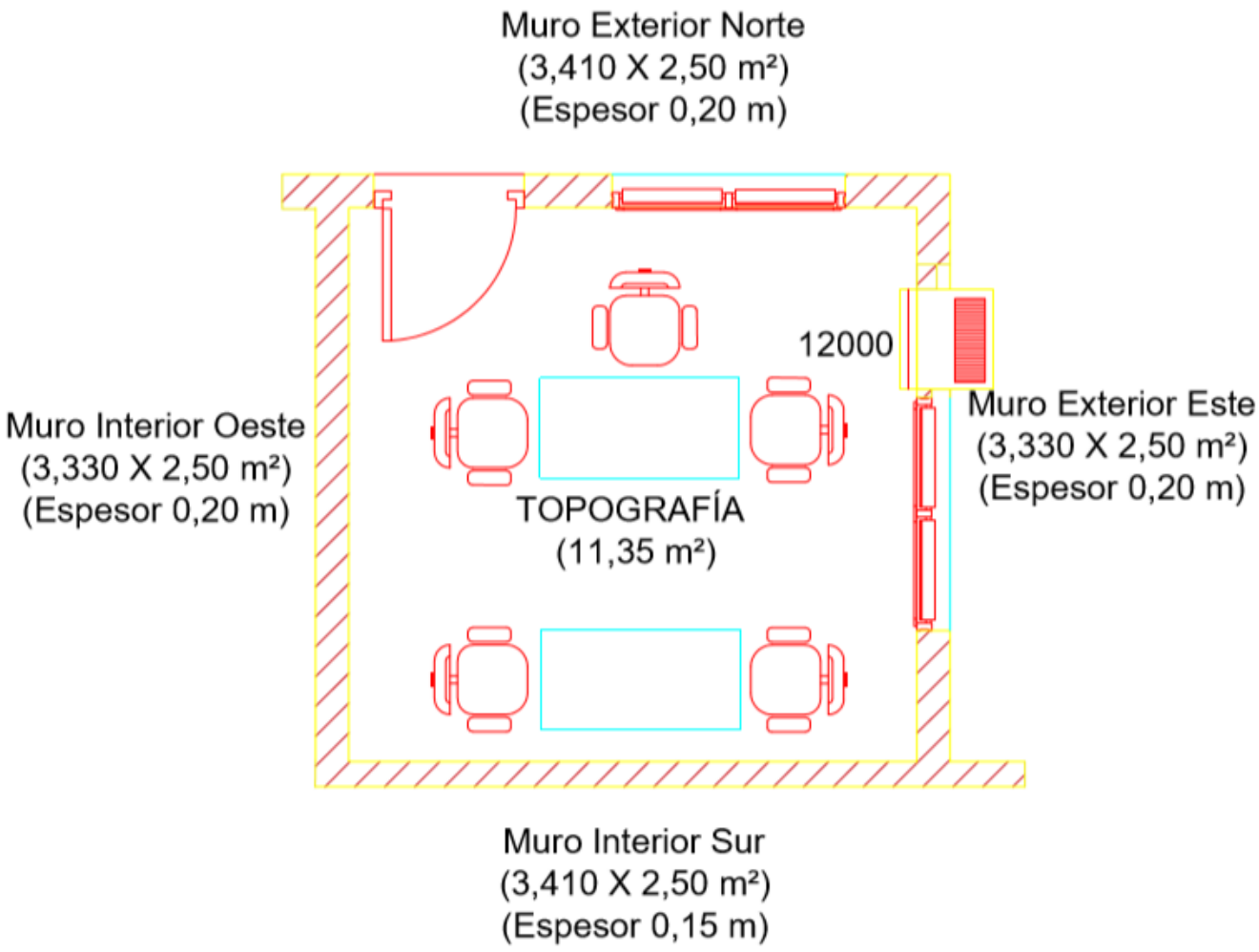
Anexo 8.7: Croquis del montaje de los equipos en la oficina de Producción.



Anexo 8.8: Croquis del montaje de los equipos en la oficina de Proyecto 2.



Anexo 8.9: Croquis del montaje de los equipos en la oficina de la Caja.



Anexo 8.10: Croquis del montaje de los equipos en la oficina de Topografía.